



## RELACION ENTRE LA ENSEÑANZA DE LA QUIMICA Y LA SITUACION AMBIENTAL<sup>1</sup>

Por: Diana M Toledo R<sup>2</sup>

Las políticas mundiales señalan la necesidad de un cambio educativo que en nuestro país está delineado bajo la Ley General de Educación, Ley 115 de 1994.

Este cambio implica que la educación no sea tomada como un fin, sino como un medio de socialización, formación y perfeccionamiento humano.

Este propósito carece de sentido si dentro de las instituciones educativas todas las tareas están diseñadas a la comunicación de conocimientos "arbitrarios", que como consecuencia resultan ser inútiles.

<sup>1</sup> Proyecto aplicado en el colegio República de Panamá. II semestre de 1995

<sup>2</sup> Estudiante del Departamento de Química. U.P.N.

### EN ESTA EDICION

Relación entre la enseñanza de la química y la situación ambiental	1
Carcinogénesis Química	5
Sobre el concepto de enlace químico	10
Evaluación del rendimiento escolar en función de indicadores de logro.	15

## LA FORMACION PEDAGOGICA Y DIDACTICA

Dentro de la comunidad de especialistas existe el convencimiento de que la didáctica de las ciencias experimentales ha adquirido el estatuto epistemológico para ser considerada como una disciplina científica. En esa perspectiva se encuentra el equipo pedagógico del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Es esta una consecuencia directa de las investigaciones realizadas en esta unidad, académica y del hecho de haber asumido la Práctica Pedagógica y Didáctica del Currículo para la formación de licenciados en química como un proyecto de investigación.

Es necesario dejar sentado el acuerdo de que la formación de un profesor en ciencias experimentales adquiere sentido en el contexto de la construcción de una comunidad de educadores. Para ello ha de tenerse en cuenta la formación pedagógica y didáctica desde el punto de vista de qué es lo que se entiende por pedagogía y por didáctica y por tanto la formación en ellas. Entendemos que dependiendo de la visión que sobre estas disciplinas se tenga, así se diseñarán y ejecutarán los procesos considerados para lograr esa formación.

Otros campos que se han de considerar son los correspondientes a las ciencias experimentales, a sus disciplinas de apoyo, a lo humanístico y a la ética. Colega: Cuál es su concepción de ciencia, de enseñanza y de aprendizaje de la misma desde donde realiza y hace su práctica pedagógica y didáctica?



Boletín No 15 Julio de 1996

### GRUPO PEDAGOGICO

**FIDEL CARDENAS PhD**  
Director del Departamento  
**PEDRO NEL ZAPATA MDQ**  
Coordinador pregrado

**ROYMAN PEREZ MIRANDA MDQ**  
**JULIA GRANADOS DE HERNANDEZ MI**  
**DORA TORRES SABOGAL MDQ**  
**WILFREDO VASQUEZ ROMERO MI**  
**LUIS ABEL RINCON MORA ME**

Diseño: L A R M

Universidad Pedagógica Nacional  
Santafé de Bogotá D.C.  
Calle 73 No 11-73 B-436

Perfeccionar seres humanos requiere trabajar los conocimientos desde el medio y no trabajar el medio desde los conocimientos, tal como hasta ahora se ha hecho en todas las áreas del aprendizaje y específicamente en la Educación Ambiental, razón por la que no ha dejado de ser una cátedra más que ni siquiera tiene un espacio propio, sino que debe "robárselo" a las áreas con las cuales guarda mayor relación, pese a que en la Ley General de Educación se establece como un área independiente.

Así, la educación es una formadora de valores que se vale de tareas del conocimiento para hacerlo. La Química es una de estas y cumplir a cabalidad con este fin requiere de relacionarla estrechamente con la realidad, de analizar sus incidencias en el medio social, cultural, político y ambiental que surge de la interrelación entre los anteriores.

Este nuevo propósito exige del planteamiento de nuevas estrategias educativas y de la realización y aplicación de diferentes proyectos.

El presente trabajo constituye el informe final del proyecto aplicado en el colegio República de Panamá durante el segundo semestre de 1995. Surgió de la necesidad de relacionar la Química

con la problemática ambiental e incluye los aspectos fundamentales de la propuesta, los instrumentos con los que se recolectó la información, un análisis de los resultados obtenidos y finalmente las conclusiones.

#### Aspectos fundamentales de la propuesta

La importancia de incluir la Educación Ambiental en el currículo ha sido tenida en cuenta desde hace algunos años en nuestro país, pero se concibe como una asignatura aislada, dedicada a temáticas ecológicas desligadas, negándole su carácter interdisciplinar.

La Química es ajena a este problema; aunque los procesos que se estudian en ella son los que mayor impacto ambiental poseen, en las clases no se establece relación entre sus temáticas y el medio ambiente.

La detección de un problema de esta índole, sustentado por la información recogida durante el primer semestre de 1995, fue lo que constituyó la base para proponer las estrategias metodológicas aplicadas durante el presente semestre, las cuales tenían como objetivo capacitar a los alumnos estableciendo nexos entre los conocimientos científicos y la contaminación ambiental, traducidos en actitudes más positivas e incluso el planteamiento de soluciones a problemas ambientales.

Lograr lo anterior, no solo sería benéfico para nuestro ambiente, sino también para el aprendizaje de la Química puesto que "los detalles de una disciplina dada se aprenden tan rápidamente como pueden ser encajadas dentro de un marco de referencia contextual".

Sería imposible que los alumnos relacionaran substancialmente lo que aprenden, si los contenidos no tienen nexos con la realidad social, cultural, económica y AMBIENTAL..

Si bien el aprendizaje significativo depende principalmente del sujeto que aprende, este se ve favorecido si parte de las inquietudes y necesidades del mismo, de su deseo de investigar y conocer; así, la sustentación teórica de este proyecto la constituye el modelo de Aprendizaje Significativo de Ausubel (1976) y el modelo didáctico de Educación Ambiental propuesto por Cañal y Porlan (1987).

A partir de sus planteamientos se pudo concluir que las estrategias metodológicas deben permitir el acercamiento de la escuela a la realidad socio-cultural. Dichas estrategias deben surgir de la investigación del proceso de aprendizaje significativo, de la concepción del profesor como facilitador de dicho aprendizaje y de la investigación de los acontecimientos que suceden en el aula.

El aula es concebida como un sistema complejo y singular integrado por los elementos humanos y no humanos. Cada aula posee una dinámica que le es propia y que no permite una fácil generalización acerca de su funcionamiento y evolución. Así el aula es un complejo de interacciones a diversos niveles y donde las variables de contexto dan sentido a los procesos que acontecen en el mismo. La investigación también por parte del alumno constituye un elemento adecuado para relacionar la educación con la realidad y al mismo tiempo facilitaría la inclusión de las temáticas menos abstractas que se pueden relacionar con los problemas del medio, en la medida en que se promueva su conocimiento global, se favorece el enfoque ambiental de la educación.

---

***Las sugerencias dadas por los estudiantes constituyen el nuevo punto de partida para elaborar propuestas más eficaces, que se traduzcan en actitudes más positivas frente al ambiente y a la vida en general.***

---

La investigación es el instrumento adecuado para una aproximación integrada a la realidad y para el descubrimiento progresivo de las disciplinas por parte de los alumnos, así como para la posterior interconexión de los mismos. Finalmente el concepto de educación ambiental dentro del cual se enmarca el proyecto es: "La Educación Ambiental es el proceso en el curso del cual el individuo va logrando asimilar los conceptos e interiorizar las actitudes mediante las cuales adquiere las capacidades y comportamientos que le permiten comprender y enjuiciar las relaciones de interdependencia establecidas entre una sociedad con un modo de producción, su ideología y su estructura de poder dominante: así, como para actuar en consecuencia con el análisis efectuado" (Porlan y Cañal 1981).

### Técnicas e Instrumentos para la recolección de la información

Para la recolección de la información se diseñaron cinco instrumentos, tres de ellos dirigidos a los alumnos del grado 10-04, una encuesta para los maestros y una ficha de observación. Esta última guió la observación simple y contiene una serie de parámetros relacionados con la clase para establecer si en cada uno de ellos hay relación con la problemática ambiental y determinar si en el aula se promueven actitudes de bienestar ambiental.

El cuestionario inicial está diseñado para evaluar actitudes ambientales que posean los estudiantes, antes del aprendizaje de la Química; este va acompañado de un cuestionario final, cuyos parámetros son los mismos con los cuales se puede determinar si luego de un periodo de trabajo en el área de química hubo evolución o no en sus actitudes.

El cuestionario de compromiso real consta de seis preguntas abiertas, las tres primeras destinadas a conocer el compromiso verbal y las restantes dan un indicio de las actitudes reales.

Finalmente, luego de un tiempo prudencial en el que se pusieron en práctica estrategias tales como: guías que incluían temáticas de la Química y ambientales y trabajos de análisis y compromisos, se volvió a aplicar el cuestionario final para evaluar la efectividad de dichas estrategias.

También se realizaron diversos trabajos como:

- \* Collage y escrito sobre la incidencia de la Química en la contaminación.
- \* Guías y carteleras sobre temas de interés ambiental. Comprenden temas y preguntas de análisis sobre las cuales se diseñaron carteleras e hicieron discusiones.
- \* Los compuestos químicos y su influencia en la contaminación.
- \* En busca de soluciones. Trabajo en el cual los estudiantes deben manifestar las nuevas actitudes a asumir para frenar el deterioro ambiental: manifestar entre una serie de soluciones aquellas que practica hasta el momento y con las que se compromete de ahí en adelante; finalmente, se les solicita una evaluación sobre el papel de la clase de Química en la concientización de los problemas ambientales y dar sugerencias para relacionar



más la clase con la situación ambiental.

#### Análisis de los resultados obtenidos

La ficha de observación mostró que no se tiene en cuenta, para la planeación y ejecución de las clases, la relación existente entre la Química y la problemática ambiental.

Del cuestionario inicial se puede establecer que 17 de 24 estudiantes son conscientes de la influencia de sus actitudes en la situación ambiental; Sin embargo, todos muestran comportamientos desfavorables hacia este.

En cuanto al cuestionario de compromiso, la información obtenida permite afirmar que el compromiso verbal es bastante satisfactorio (todos los alumnos), sin embargo, la degradación ambiental es mayor, ya que el compromiso real es dos de 24 (alumnos quienes alguna vez han consultado sobre el tema) y solo seis estudiantes de los 24 han reciclado alguna vez.

En el cuestionario final debían seleccionar entre ocho actitudes, las cuales son favorables ambientalmente, de su aplicación se puede concluir que en general los estudiantes reconocen la actitudes que favorecen al ambiente, pero no las incluyen en su comportamiento.

---

***La química como área de aprendizaje en el proceso educativo, debe promover la formación integral del hombre, ella proveerá al estudiante, de valores que lo harán más respetuoso con la sociedad y su ambiente***

---

La comparación entre las respuestas dadas en estos cuestionarios, permite clasificar a los estudiantes en tres grupos:

A-Sus actitudes ambientales son positivas y han mostrado una evolución durante el transcurso del semestre.(siete alumnos de 24)

B- Si bien sus actitudes no son del todo negativas, tampoco muestran evolución.(13 estudiantes de 24)

C- Sus actitudes muestran un retroceso y una deficiente preocupación por el ambiente.(cuatro alumnos de 24)

El bajo número de alumnos ubicados en el grupo A es la justificación para las estrategias sugeridas.

Del trabajo "En busca de soluciones" se puede observar que algunos alumnos practican soluciones como la de controlar el ruido, mantener limpio el lugar de trabajo, cuidar del agua y quienes no lo hacen son conscientes de la necesidad de comprometerse con ellas.

Frente al espacio abierto a la educación ambiental en las clases de química, en 21 de 26 alumnos surgieron propuestas de nuevas actividades y de apoyo a las realizadas, como: salidas ecológicas, dedicar más tiempo a las charlas sobre el ambiente y continuar con la proyección de películas y con la reforestación.

De la comparación hecha entre las respuestas dadas en los cuestionarios iniciales y los finales, se puede establecer que hubo una evolución actitudinal, por cuanto no solo la totalidad de los alumnos identifican cuáles comportamientos favorecen el ambiente, sino que un número mayor de estudiantes (siete frente a dos inicial) afirman practicarlos. Una muestra mas de ello, es el trabajo en otras áreas en las cuales podían escoger las temáticas, optaron por las de contaminación ambiental.

#### Conclusiones

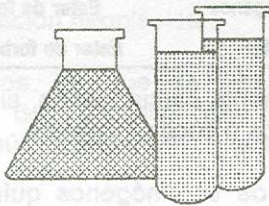
- La química como área de aprendizaje en el proceso educativo, debe promover la formación integral del hombre, ella proveerá al estudiante de valores que lo harán mas respetuoso con la sociedad y su ambiente.
- Frente a este propósito los maestros, debemos asumir una actitud investigativa permanente que oriente el planteamiento de nuevas estrategias metodológicas.
- Las estrategias planteadas y aplicadas en este proyecto fueron de utilidad, por cuanto permitieron relacionar la Química con la problemática ambiental, sin embargo, hay mucho por hacer, actitudes por promover y valores por formar.
- Las sugerencias dadas por los estudiantes constituyen el nuevo punto de partida para elaborar propuestas más eficaces, que se traduzcan en actitudes más positivas frente al ambiente y a la vida en general.
- Si bien se obtuvo un cambio y evolución actitudinales, se requiere de un trabajo continuo para perfeccionar las estrategias de aprendizaje, hasta lograr promover en los alumnos actitudes

• Por tratarse de un problema de formación se requiere la colaboración de todos los núcleos sociales, de los que hacen parte de las instituciones educativas y dentro de ellas especialmente, la Química, como área del conocimiento: con ello se quiere decir que esta debe asumir un papel protagónico en la formación del hombre, su bienestar y su excelente relación con la naturaleza.

**Bibliografía**

-Gutierrez. R Psicología y aprendizaje de las ciencias. Modelo de Ausubel. En Revista Enseñanza de las Ciencias. 1987 Vol. 5 pág 118-128.

CAÑAL, P y PORLAN R. Investigando la realidad próxima: Un modelo didáctico alternativo. En Revista Enseñanza de las Ciencias. 1987. Vol 5 pág 89-96 11



**CARCINOGENESIS QUIMICA<sup>1</sup>**

Por: Sandra Mueses Tovar<sup>2</sup>

Las células cancerosas pueden ser consideradas como organismos independientes que surgen y proliferan en el receptor susceptible, con unas características de vitalidad y de adaptación extraordinarias que les confieren una gran resistencia a su erradicación. Aún cuando el proceso de desarrollo y sus consecuencias clínicas son ampliamente conocidas, el mecanismo íntimo de transformación de la célula normal en neoplásica no está aclarado todavía.

La célula neoplásica se originó, probablemente, durante un determinado periodo de la evolución por la interacción de factores físicos, químicos o

<sup>1</sup> Ponencia presentada en el Seminario de Química. Octubre 1984

<sup>2</sup> Estudiante del Departamento de Química. U.P.N.

biológicos con metazoos por acción aislada o conjunta. Los factores físicos están constituidos por la radiación ultravioleta y la radiación ionizante: los agentes químicos carcinógenos los conforman una gran variedad y número de compuestos dotados de gran reactividad, en su mayoría de origen sintético, y entre los factores biológicos figuran ciertos virus de los tipos DNA y RNA., la predisposición genética y ciertas hormonas. El ser humano es susceptible del ataque por los agentes físicos y químicos. Aún cuando los virus oncogénicos fueron inicialmente descubiertos en animales, existen pruebas de estar implicados en la etiología de ciertos tipos de cáncer humano.

Uno de los avances más significativos en la investigación sobre cáncer, lo constituye el reconocimiento de ciertos factores ambientales (agentes físicos y químicos) como las causas de la mayoría de las neoplasias humanas. Esta relación entre cáncer y factores ambientales (estilo de vida, ocupación laboral) fue inicialmente descrito en el siglo XVIII por Ramazzini y Hill; el primero, al observar una mayor incidencia de cáncer mamario en monjas debido al celibato, y el segundo, al describir la inducción de una mayor proporción de cáncer oral en hombres que usaban frecuentemente tabaco en polvo (rapé).

En el mismo siglo, en 1775, Perciba Pott describió el nexo entre una ocupación laboral, la de los deshollinadores y la mayor incidencia de cáncer de escroto en operarios que habían trabajado desde su infancia o por largos periodos de tiempo en esta ocupación. La perspicacia de este investigador lo llevó a establecer que la exposición al hollín era la causa de este tipo de cáncer.

**Los carcinógenos químicos son capaces de actuar en las células normales de todos los vertebrados durante el ciclo mitótico, causando la conversión de una de ellas en célula iniciada.**

Transcurrió un prolongado intervalo de tiempo entre ambas observaciones iniciales de la epidemiología y etiología del cáncer y la primera comprobación experimental de inducción de cáncer en animales por exposición a una



sustancia determinada. Estos experimentos fueron realizados a principios de este siglo por Yamagiwa e Ichikawa, quienes produjeron cáncer cutáneo en conejos tras la repetida administración de alquitrán de carbón; mas tarde, se aislaron del alquitrán de carbón, por Kennawa y colaboradores, componentes químicos definidos como responsables de su efecto carcinogénico y se estableció que eran hidrocarburos policíclicos aromáticos, entre los que figuraban: benzo(a)pireno, benzo(a)antraceno y el metilcolantreno, que en estado puro producían, a muy baja concentración, cáncer cutáneo en animales. Como corolario de estos trabajos, Kennaway apuntó la posibilidad de prevención del cáncer por la detección de sustancias carcinógenas y su eliminación del medio ambiente. Tras estas investigaciones pioneras surgieron una cantidad muy grande de trabajos que han demostrado la variedad y potencia de los agentes químicos con respecto a su capacidad de producir cáncer en animales, así como numerosos datos epidemiológicos durante los siglos XIX y XX sobre la inducción de cáncer debido a ciertos estilos de vida y ocupación en determinadas industrias.

### DE LA CARCINOGENESIS QUÍMICA

Los carcinógenos químicos son sustancias dotadas de gran reactividad, producen una mayor incidencia de tumores malignos en animales. Se conocen en la actualidad una gran cantidad de productos químicos carcinógenos, en su mayoría, de origen sintético. Se clasifican según el criterio mecanicista de su capacidad de inducir lesiones en el DNA celular. Los carcinógenos que reaccionan covalentemente con el DNA se incluyen en el grupo de genotóxicos, mientras que los que no poseen esta propiedad se agrupan bajo la denominación de epigenéticos. Ver tabla 1.

Los carcinógenos agrupados en la categoría de genotóxicos constituyen agentes que actúan como electrófilos, que por su actividad se combinan en distintos puntos de los componentes heterocíclicos del DNA. Estos agentes pueden así mismo inducir lesiones en el DNA mediante la formación de radicales libres.

La segunda categoría de los agentes clasificados como epigenéticos, comprende a aquellos carcinógenos en cuyos efectos no se encuentra ninguna prueba de acción directa sobre el material genético. Algunos autores sostienen que estos no

Tabla 1. Clasificación de los carcinógenos químicos según su mecanismo de acción

TIPO DE CARCINOGENOS	EJEMPLOS
<b>GENOTOXICOS</b>	
Independiente de activación	Agentes alquilantes, nitrosoureas
Dependiente de activación	Hidrocarburos aromáticos policíclicos, aminas aromáticas, nitrosaminas.
Inorgánicos	Metales
<b>EPIGENETICOS</b>	
Estado sólido	Plásticos en placas, amianto
Hormonas	Estrógeno, andrógeno.
Inmunosupresores	Análogos de purinas, anticuerpos.
Cocarcinógenos	Ester de forbol, catecol.
Promotor	Ester de forbol, fenobarbital.

serían propiamente carcinógenos, sino mas bien procarcinógenos o cocarcinógenos.

La presencia de carcinógenos químicos en el ambiente terrestre se manifiesta, como se ha indicado, en diversos aspectos de las actividades humanas, desde los más evidentes en ciertas ocupaciones laborales y estilo de vida, con nexo bien definido de causa y efecto, hasta aspectos más complejos, tanto culturales como de posición geográfica. La presencia de carcinógenos químicos no se limita al ambiente de la biósfera y a productos artificiales. La observación de que el número de elementos del sistema periódico que son carcinógenos por sí mismos o en combinación (más de 50, incluidos los radiactivos), es más del doble de la cifra de elementos biogénicos, indica que el proceso de carcinogénesis es intrínseco en la naturaleza. Además, la detección de agentes carcinógenos, que son en su mayoría mutágenos a través de la evolución global prebiótica y biológica, tal como se ha demostrado experimentalmente y por hallazgos en sedimentos arcaicos y la determinación de su existencia en materiales extraterrestres (meteoritos, espacio intergaláctico), sugiere la existencia remota, origen y difusión cósmica de los agentes mutágenos y carcinógenos; los primeros fueron esenciales para los procesos iniciales de la

evolución geológica, biológica, mientras que los segundos deberían haber provocado, por interacción con metazoos, la aparición de la primera célula neoplásica.

### Del proceso de carcinogénesis química

Se reconoce en la actualidad que el proceso de transformación neoplásica por agentes químicos consta de varios periodos en su desarrollo. Este concepto fue postulado por Peyton Rouas y Berenblum en los años 40 para explicar el fenómeno que, por la aplicación de aceite de croton (una sustancia no carcinógena) en la piel de animales que previamente habían sido expuestos a una dosis muy reducida de un carcinógeno, se producía un gran aumento en la incidencia de tumores. El carcinógeno empleado fue el benzo(a)pireno, considerado como el "iniciador" del proceso de carcinogénesis y el aceite como "promotor"; este fenómeno, que fue inicialmente observado en el modelo de cáncer cutáneo, ha sido ampliado a diversos tejidos epiteliales y también a células in vitro y va seguido de transformación neoplásica.

Los principios en que se basa el carácter escalonado del proceso de carcinogénesis química según Berenblum y otros autores se pueden resumir en:

1.- El cáncer es focal en origen y surge de una sola célula neoplásica que constituye una clona.

2.- Los carcinógenos químicos son capaces de actuar en las células normales de todos los vertebrados durante el ciclo mitótico, causando la conversión de una de ellas en célula iniciada.

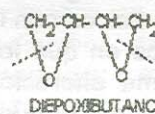
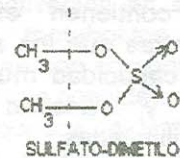
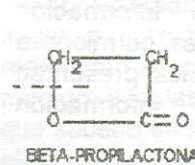
3.- El proceso de carcinogénesis comprende un periodo de latencia muy prolongado que consta de dos componentes: a- una fase de iniciación que convierte la célula normal en neoplásica, en estado latente y b- una fase de promoción que produce la transformación de la célula neoplásica latente o su descendencia (progenie) en célula neoplásica. Esta secuencia es la norma general, si bien, no todas las formas del proceso de carcinogénesis están comprendidas en ella. La fase de iniciación es rápida y probablemente es debido a una mutación por la interacción mediante enlace covalente del carcinógeno activado con un grupo funcional electrofílico reactivo con las moléculas diana celulares. la fase de promoción, por el contrario, es muy lenta y probablemente de naturaleza epigenética.

4.- La mayoría de los carcinógenos químicos deben ser activados metabólicamente en el organismo para producir los carcinógenos "inmediatos", que se enlazan covalentemente con los ácidos nucleicos y/o proteínas de la célula. La excepción a esta norma la constituyen los agentes alcoilantes, acilantes y carcinógenos inorgánicos que actúan directamente.

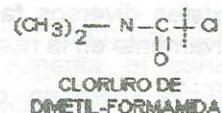
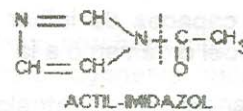
Enseguida se muestran algunas estructuras de carcinógenos químicos que no requieren activación y los que necesitan esta transformación metabólica para mostrar su efecto.

### CARCINÓGENOS QUÍMICOS QUE NO REQUIEREN ACTIVACIÓN.

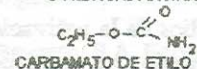
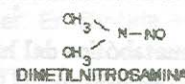
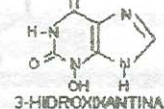
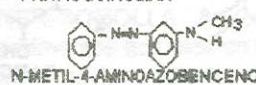
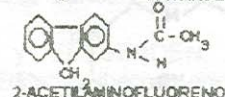
#### AGENTES ALCOILANTES



#### AGENTES ACILANTES



### CARCINÓGENOS QUÍMICOS QUE REQUIEREN ACTIVACION METABOLICA





5.- El organismo es capaz de detoxificar los carcinógenos químicos, convirtiéndolos en derivados químicamente inactivos, que son eliminados por excreción. La proporción en la cual un carcinógeno determinado es detoxificado o convertido en carcinógeno "inmediato" se traduce en su mayor o menor capacidad en inducir tumores.

6.- Los tumores inducidos por agentes físicos o químicos poseen una gran diversidad de morfología, coeficientes de crecimiento e incluso antigenicidad específica. No existen dos tumores inducidos por estos agentes que sean idénticos. Por el contrario, los tumores inducidos por un virus determinado son indistinguibles en las características antes señaladas, fenómeno que se podría atribuir al hecho de que los virus oncogénicos contienen escasa información genética, mientras que los agentes químicos o físicos en su capacidad mutagénica presentan posibilidades y variedad de información prácticamente ilimitadas.

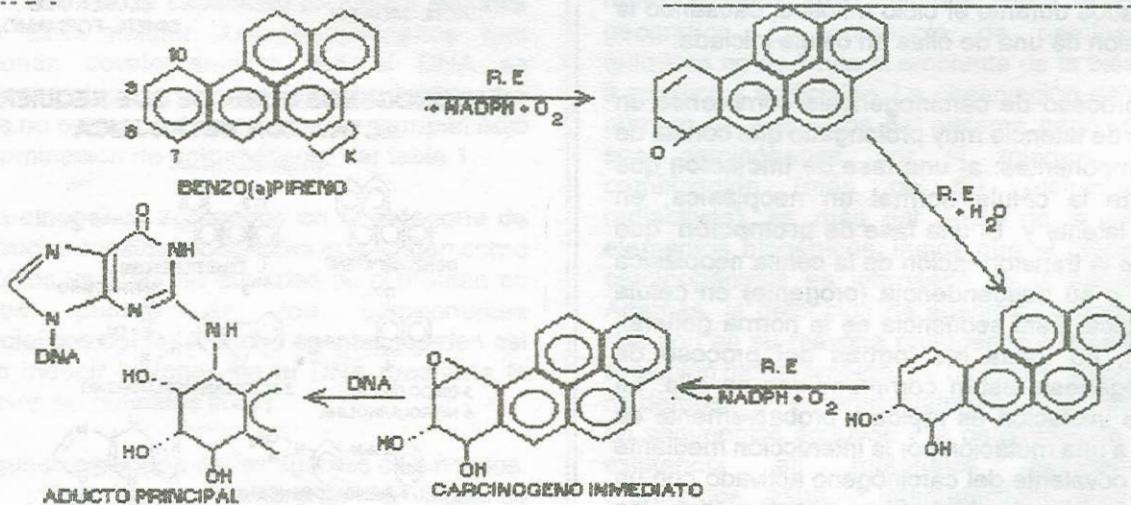
7.- La forma de relacionar la carcinogénesis química o la provocada por agentes físicos con la acción de virus oncogénicos estriba en que los primeros actúan por medio de una alteración mutagénica de la información, mientras que los oncogénicos añaden directa o indirectamente información por incorporación en el genoma de la célula.

8.- Existen diversos factores capaces de influir decisivamente en la respuesta del organismo a la

acción de los carcinógenos, en sentido positivo (cocarcinógenos) o negativo (anticarcinógenos). Las distintas formas en que este fenómeno puede ocurrir, se condensan en : a- acción preliminar sobre el lugar diana de la célula, b- particularidades del carcinógeno, como: solubilidad, estabilidad, metabolismo y excreción, c- acción incompleta en los estadios de iniciación y promoción, d- influencias hormonales (que por sí mismas pueden ocasionar directamente determinados tumores) inmunológicas y en la acción de virus oncogénicos.

**Del mecanismo de activación:  
Un ejemplo de hidrocarburos policíclicos aromáticos.**

Se expuso que los primeros carcinógenos químicos observados epidemiológicamente y más tarde por medios experimentales, fueron los hidrocarburos policíclicos aromáticos contenidos en el alquitrán del carbón. Por figurar este tipo de carcinógenos entre los de mayor potencia y difusión en el ambiente, existen numerosas investigaciones sobre su modo de acción. desde los trabajos iniciales de Boyland, que dice que debería a la gran reactividad que poseen en la denominada región K de estas moléculas; estudios posteriores situaron las posiciones 7 y 8 del hidrocarburo como los puntos de ataque de la oxidación metabólica mediante tres estados de epoxidación catalizados por el sistema del citocromo P-450. El epóxido resultante es susceptible de hidrólisis por mediación de una hidrasa existente en el retículo endoplasmático y



Estudios de la activación metabólica del hidrocarburo aromático policíclico, benzo(a)pireno, para su conversión en carcinógeno inmediato. R.E., retículo endoplasmático.

constituye el sustrato para una epoxidación posterior formando un segundo grupo funcional epoxi en las posiciones 9 - 10. La extraordinaria reactividad electrofílica de este compuesto, su elevada capacidad mutagénica y su gran actividad

***Si bien el DNA desempeña el papel preponderante en las transformaciones que conducen al estado neoplásico, existen también mecanismos epigenéticos para la iniciación de la***

en la iniciación de adenomas pulmonares en ratones recién nacidos, lo convierten en el candidato principal como el carcinógeno inmediato del benzo(a)pireno, así como de otros hidrocarburos carcinógenos de estructura similar

Los componentes esenciales de la activación de los hidrocarburos aromáticos son el oxígeno molecular, nicotin-amida-dinucleótido-2-fosfato en forma reducida, citocromo P-450-reductasa y fosfolípido, que en conjunto constituyen las oxigenasas de función mixta.

El efecto principal de los hidrocarburos aromáticos policíclicos estriba en su capacidad de provocar la iniciación del proceso carcinogénico tras su activación y conjugación con compuestos del DNA

El aducto formado entre el hidrocarburo activado y el DNA es, según los estudios de Weinstein, el resultado de conjugación entre la posición 10 del benzo(a)pireno y el grupo amino del C-2 de la guanina.

La forma en que la copulación de los carcinógenos del DNA conduce a mutaciones que producirían el proceso de iniciación de la carcinogénesis, está sujeta a amplia especulación.

Se sostuvo la hipótesis de que la fase de iniciación consistiría en una mutación de "punto" resultante de errores en la replicación del DNA lesionado por el carcinógeno; ciertos aspectos del proceso, en especial el periodo prolongado de potencia, abogan en contra de esta suposición. Otra hipótesis implica la inducción de un mecanismo de síntesis susceptible de errores, que puede efectuar mutaciones incluso con DNA no lesionados y que serían producidas por las llamadas "funciones SOS". Otra posibilidad

consistiría en el hallazgo realizado por McClintoc del reajuste de genes que ocurre en los cromosomas ("genes móviles") y estos reajustes controlan la expresión genética que sería influida por el carcinógeno. El problema reside en el hecho de que los mecanismos bioquímicos de las alteraciones provocadas por el efecto de los carcinógenos son extremadamente complejos; por alteración de los procesos normales de reajustes del genoma los carcinógenos producirían una distorsión en el control de la expresión genética y diferenciación, y así, se iniciaría el proceso de carcinogénesis. Si bien el DNA desempeña el papel preponderante en las transformaciones que conducen al estado neoplásico, existen también mecanismos epigenéticos para la iniciación de la carcinogénesis. Aún cuando hasta ahora solo se ha considerado la activación en el sentido de llegar a formar los metabolitos que por su reactividad se conjugan con componentes de las macromoléculas, hay que considerar así mismo lo que sucede en los procesos de detoxificación. En ellos, los epóxidos obtenidos por oxidación enzimática por medio de una conversión no enzimática se transforman en fenoles, que por mediación de la gluconil-transferasa son conjugados y excretados como glucoronidos. Otro mecanismo de detoxificación consiste en la interacción de los óxidos del hidrocarburo aromático con la glutatión-S-transferasa, dando lugar a conjugados que son igualmente eliminados por excreción.

Hay muchos otros ejemplos para explicar la carcinogénesis química. Amerita el esfuerzo plantear el funcionamiento, en forma similar al aquí planteado, de las aminas aromáticas y de las nitrosaminas. Invitamos al lector interesado en la temática a hacer este ejercicio de indagación.

#### Bibliografía

- AMEROSE, E.J. Biología celular. Alhambra. Primera edición. España 1977
- FAGES SUBIAS, A El cáncer. Salvat Editores. S A Barcelona. 1973
- FESSENDEN, R y FESSENDEN. J. Química Orgánica. Grupo Editorial Iberoamericana. México 1982
- GINER-SOROLLA, A. Carcinogénesis química. En Experimentos actuales en bioquímica.
- SACHS, L. Crecimiento, diferenciación y remisión del cáncer. En Revista Investigación y Ciencia. Octubre 1986
- STRYER, L. Bioquímica. Reverté. S.A. España 1979



- Diccionario de Química. Colombia. Ed. Norma. 1985
- Enciclopedia familiar de la medicina y la salud. Tomos I y II. U.S.A. 1964
- Enciclopedia Lexis 22. Tomos V, VIII, X, XIII, XIV, XXII, Círculo de lectores. España, 1976.



## SOBRE EL CONCEPTO DE ENLACE QUÍMICO<sup>1</sup>

Por: Nancy P. Torres Salinas<sup>2</sup>

"Hay agentes en la naturaleza capaces de unir las partículas de la materia. La ciencia tendrá la misión de descubrirlos".

Isaac Newton (1730)

En la enseñanza de las Ciencias por lo general se refleja una imagen de Ciencia Incorrecta, proyectando una visión lineal y acumulativa de la misma. Se deja de lado la importancia de los paradigmas en la construcción y desarrollo del nuevo conocimiento hasta cuando dificultades por resolver o sin solucionar producen una revolución teórica y el surgimiento de un nuevo paradigma.

Esto se pone de manifiesto particularmente, por ejemplo, cuando se introduce la física clásica y la física cuántica sin mostrar la existencia de una ruptura entre ambas, no se establecen los límites de validez ni las diferencias entre ambos paradigmas, proporcionando una imagen deformada de cómo se desarrolla la Ciencia.

<sup>1</sup> Ponencia presentada en el Seminario de Química

<sup>2</sup> Estudiante del Departamento de Química de la U.P.N.

Al aplicar las ideas de la física moderna, particularmente, en el enlace químico, se debe mostrar como a partir de las ideas cuánticas se conduce a una visión unitaria del enlace químico, dado que anteriormente esta visión no se manifestaba al explicar el enlace químico desde las ideas clásicas, mostró la necesidad de un cambio de paradigmas que supera la distinción clásica entre enlace iónico, covalente ó metálico para llegar a la unificación del enlace químico a partir de las teorías cuánticas teniendo en cuenta que esta descripción cuántica es válida no sólo para el enlace covalente, sino también para los otros.

El concepto de enlace químico es indispensable para explicar la cohesión de la materia, de este modo, este concepto aparece en la antigüedad simultáneamente con la noción de átomo. A partir del momento en que se admitió la existencia de partículas fundamentales, fue necesario imaginar una fuerza capaz de unir las que asegurara la cohesión de la materia.

Este concepto fue durante mucho tiempo empírico (y poco científico), desde Demócrito que concebía a los átomos con ganchos con los cuales podían unirse, hasta los sentimientos de afinidad que se les atribuía en la Edad Media.

Posteriormente, en el siglo XIX aparecieron las primeras teorías físicas. Se impone la noción de valencia (de la palabra latina que significa ("poder"), propuesta por Frankland en 1852, quien generalizó que cada átomo tiene un poder de combinación fijo, como por ejemplo, el calcio, azufre, magnesio y bario tienen una valencia de dos. El nitrógeno, fósforo, aluminio, y oro tienen una valencia de tres. Este concepto fue de gran importancia porque ayudó a clarificar la diferencia entre peso atómico y peso equivalente. La noción de valencia condujo a dos tipos de enlace: covalente y electrovalente.

**El modelo atómico propuesto por Bohr (1913) permitió comprender los fenómenos electrónicos que intervienen en el transcurso de la formación de un enlace**

Para hablar del carácter unitario del enlace químico, es importante analizar el campo de aplicabilidad de los modelos que aparecieron a través de la historia; ellos fueron la base principal para posteriormente hablar sobre la unificación del enlace químico.

El principal fenómeno que tuvo incidencia en los modelos de enlaces, fue el descubrimiento de la electrólisis por Humphry Davy pero cuyo nombre fue propuesto por Michael Faraday, que manifestaba cómo algunos compuestos podían disolverse en agua dando iones que conducen la corriente eléctrica. Esto condujo a Berzelius a asignar a los átomos "polos" eléctricos, positivos o negativos y reemplazó la noción de afinidad por la de atracción electrostática entre iones de carga opuesta. De este modo nació el enlace iónico, que podía aplicarse a todos los compuestos electrolizables, es decir, a los compuestos inorgánicos.

Posteriormente Dumas, quien trabajó con compuestos orgánicos (no electrolizables), creó otro modelo de enlace: el covalente; según este modelo, los átomos, al formar una molécula, pierden toda individualidad. Dumas también propuso representar a los enlaces mediante trazos ya que cada átomo no se puede unir sino con un número limitado de enlaces (valencia). De ahí que el carbono, que se combina como máximo con cuatro átomos de hidrógeno para formar el metano, fuera considerado como tetravalente. Esto condujo al esquema clásico en Química Orgánica, de simple, doble o triple enlace.

En el siglo XX se dio un paso muy importante en la comprensión del enlace químico, después del descubrimiento del electrón (1897) por Thomson, quien midió la desviación de los haces electrónicos en campos eléctricos de intensidad conocida en tubos de rayos catódicos. Sólo entonces fue posible comprender que el enlace no dependía de los átomos, sino de los electrones.

Además de la evaluación anual de carácter institucional a que se refiere el artículo 87 de la presente ley, los educadores presentarán un examen de idoneidad académica en el área de su especialidad docente y de actualización pedagógica y profesional, cada seis (6) años, según la reglamentación que expida el Gobierno Nacional.

Art. 81 Ley 115 de 1994

El modelo atómico propuesto por Bohr (1913) permitió comprender los fenómenos electrónicos que intervienen en el transcurso de la formación de un enlace. Según este modelo, los electrones giran al rededor de un núcleo, colocándose en órbitas sucesivas. Cada órbita solo puede tener un número limitado de electrones,  $2n^2$ , siendo  $n$  el número de la órbita.

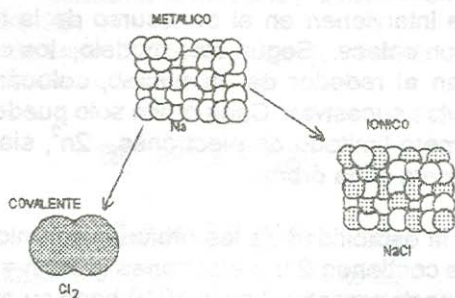
De la estabilidad de las órbitas electrónicas llenas que contienen 2 u 8 electrones (para  $n = 1$  y  $n = 2$  respectivamente), Lewis 1916 basó su modelo de enlace covalente en la asociación de dos (doblete) u 8 (octeto) electrones. Un enlace se forma por la compartición de un doblote electrónico en el que cada átomo cede uno de sus electrones de valencia. El número de enlaces formados se rige por la "regla del octeto", es decir, que cada átomo está rodeado de 8 electrones en total.

Estos modelos permiten entender la naturaleza del fenómeno en el enlace químico, después se da un paso muy importante con el desarrollo de las teorías cuánticas y a partir de 1924, el cambio en las teorías físicas (o cambio de paradigma) conduce al concepto actual de enlace químico.

Entre las principales ideas que revolucionaron al mundo de esa época, se encuentran las propuestas por De Broglie (1924), quien consideraba al electrón con un carácter ondulatorio, que puede describirse por medio de una función de onda (Schrödinger). Esta función de onda es un instrumento matemático y su cuadrado tiene un significado físico preciso que corresponde a la probabilidad de encontrar un electrón. De este modo, según el principio de Incertidumbre de Heisenberg, no es posible conocer de manera exacta la posición de un electrón, sino sólo la probabilidad de encontrarlo. Esto condujo a una imagen mucho más indefinida del electrón que se describe bajo la forma de una nube electrónica.

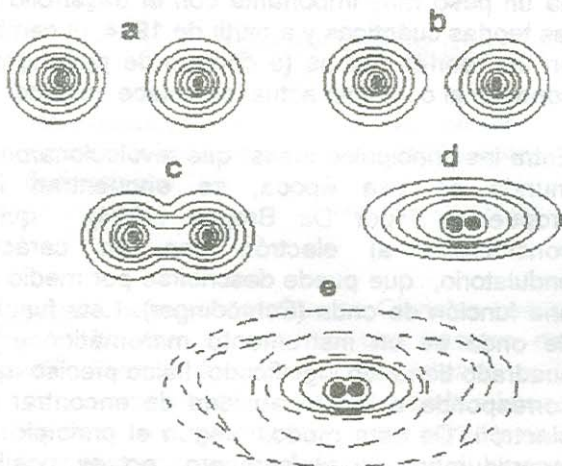
Por tanto, en menos de diez años, fue necesario establecer de nuevo las bases de la química, no sólo para las moléculas, sino también para los cristales. Debido a estas ideas desarrolladas alrededor de 1930 se ha podido llegar a una visión conjunta del enlace químico superando las concepciones anteriores.

Sin embargo, la mayoría de los químicos utilizan modelos más restringidos y aparentemente diferentes.

**EL ENLACE QUIMICO**

Se encuentra todavía, en los libros sobre enlace químico clasificaciones como: iónico, metálico, covalente, dativo, heteropolar, retrocoordinado, Van Der Waals, hidrógeno etc.

Para comprender la naturaleza del enlace químico, se va a tomar como ejemplo la aproximación lentamente de dos átomos de hidrógeno para formar la molécula de  $H_2$



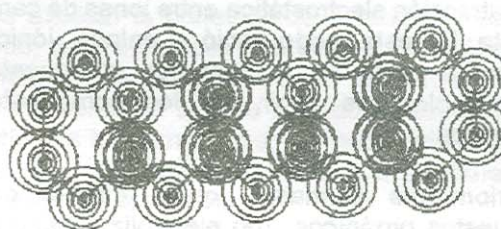
En los átomos aislados, cada electrón queda definido por un orbital atómico  $1s$  que tiene simetría esférica, pero en la molécula cómo se representa la nueva función de onda del electrón?. El método LCAO (combinación lineal de orbitales atómicos), introducido por Mullikan (1930) es el más utilizado. Del mismo modo que una molécula de hidrógeno está formada por la combinación de dos átomos de hidrógeno, la función de onda del electrón en  $H_2$  (u orbital molecular) se formará por combinación de los orbitales atómicos de los átomos de hidrógeno. Así, se obtienen dos orbitales moleculares: uno enlazante y otro antienlazante.

El orbital enlazante corresponde a un estado de menor energía y por tanto, a una entidad molecular

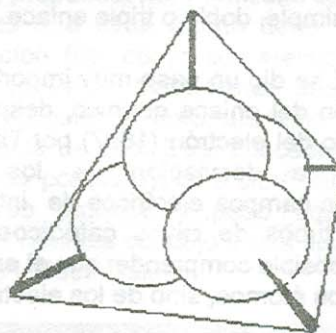
más estable en relación a los átomos aislados. Un electrón descrito por este orbital asegurará el enlace entre los átomos de hidrógeno y la probabilidad de encontrarlo será mayor entre los núcleos.

El orbital antienlazante, corresponde a una desestabilización del sistema, es decir, a la disociación de la molécula, la probabilidad de encontrar al electrón entre los núcleos disminuye.

Esa descripción, resultado de la mecánica cuántica, da una imagen mucho más exacta que el esquema de Lewis. El enlace covalente queda representado y se interpreta por un aumento de la densidad electrónica.

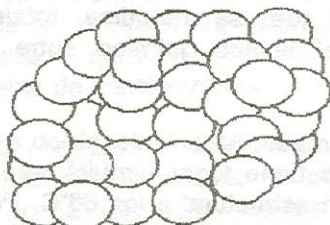


El enlace covalente resulta del recubrimiento de los orbitales atómicos. Debido a que estos orbitales tienen formas geométricas precisas, el recubrimiento máximo no tendrá lugar más que en direcciones concretas. Por tanto, el enlace covalente presenta un carácter fuertemente dirigido e impone formas geométricas características a las moléculas



Por consiguiente, el enlace covalente mencionado, es aplicable a moléculas en las que los electrones son compartidos solamente por un número limitado de átomos. Sin embargo, a través del modelo covalente no pueden describirse algunas propiedades, como en los metales, que tienen la propiedad de conducir la corriente eléctrica. Entonces se admite que los electrones se

desplazan a través del material. En un metal, los electrones móviles, al no estar localizados en direcciones determinadas, hacen que el enlace pierda su carácter direccional conduciendo a la formación de una red infinita, en la que todos los enlaces son fuertes



RED METALICA

Para romper dichos enlaces es necesario suministrar una cantidad de energía, por tanto, la temperatura de fusión es elevada. A excepción del mercurio, los metales son sólidos a temperatura ambiente.

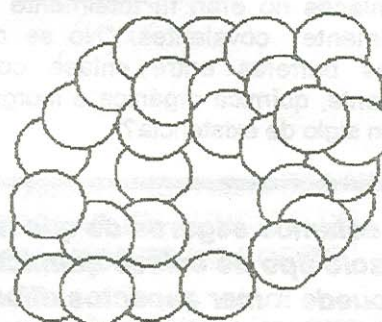
Los electrones en el enlace metálico se hallan totalmente deslocalizados a través de la red. El modelo propuesto por Bloch en 1930 para explicar este fenómeno, sigue teniendo actualidad. Ha conducido a la teoría de las bandas, que explica las propiedades electrónicas de los sólidos, en particular su conductividad eléctrica cuando la última banda ocupada no está llena.

Las sales inorgánicas en general son solubles y la electrólisis muestra que se disocian en iones positivos y negativos. Esta propiedad no puede interpretarse por medio de los modelos anteriores, debido a esto, los químicos inorgánicos han deducido que un compuesto iónico se caracteriza porque los átomos intercambian su electrón de valencia para formar iones. Por tanto, es evidente la naturaleza del enlace químico, debido a la atracción electrostática entre iones de carga opuesta. De este modo, los electrones están localizados y pueden describirse con la ayuda de orbitales atómicos. En general, el ión adopta una configuración en que su última capa electrónica está llena.

La estructura de un compuesto iónico puede ser interpretada como un apilamiento de esferas cargadas eléctricamente y su radio depende de su carga. Los iones positivos, son menos voluminosos que los iones negativos

Los iones son esféricos, debido a que las interacciones son isotropas ya que el enlace iónico

no es dirigido. Como en el caso del metal, esto conduce a la formación de una red infinita, es decir, a un sólido. Las propiedades de estos sólidos son muy diferentes a las de los metales. Los sólidos iónicos se consideran como aislantes debido a que los electrones están localizados en los iones, por tanto, no tienen posibilidad de desplazarse bajo la acción de un campo eléctrico. La estructura de un sólido iónico no es compacta ya que algunos cristales presentan cavidades grandes para que los iones puedan desplazarse en ellas incluso en estado sólido:



CRISTAL IONICO

Generalmente, esta clasificación es la que se encuentra en los textos de química y que distingue entre tres tipos de enlace: metálico, covalente, iónico. Se pone en evidencia la gran relación que existe entre el tipo de enlace y las propiedades del compuesto. Esta relación es tan evidente que a simple vista se puede determinar en la categoría en que se encuentra el compuesto que se analiza. Por ejemplo, entre las principales propiedades de los metales están: su brillo, puede doblarse sin romperse y conducen el calor. Los sólidos iónicos, son duros y quebradizos. Los compuestos moleculares son por lo general líquidos o gaseosos; sin embargo, pueden estar en estado sólido a temperatura ambiente, pero su punto de fusión es relativamente bajo y muchos de ellos poseen un olor característico.

Esta distinción es adecuada; las dificultades se presentan cuando aparecen sustancias o compuestos que no pueden clasificarse en alguno de los tipos mencionados anteriormente. Surge entonces la necesidad de replantear la validez de los tres modelos y nos formulamos nuevos interrogantes: "la pirita, que resplandece con un brillo metálico, no es un sulfuro de hierro y el diamante un sólido molecular? El sodio, elemento



metálico, no reacciona con el cloro, compuesto covalente por excelencia, para dar el cloruro de sodio, cristal iónico? ”.

Además, los químicos han creado materiales que no se sabe a qué familia pertenecen. En 1968, 1973 y 1980 se descubrieron en laboratorios, compuestos orgánicos o polímeros que conducen la electricidad como un metal.

Las primeras dificultades se plantearon hace unos treinta años cuando se comprendió que la mayoría de los enlaces no eran ni totalmente iónicos ni completamente covalentes. “No se derrumban acaso las barreras entre enlace covalente y electrovalente, química orgánica e inorgánica, tras más de un siglo de existencia?”.

***Hoy estamos seguros de que hay un solo tipo de enlace químico, que puede tomar aspectos diferentes y que los podemos interpretar en modelos distintos***

Sin embargo, su aceptación fue obvia en el momento en que Owen, en 1953, demostró experimentalmente que, en un compuesto a priori iónico, como el cloruro de iridio, los electrones de ion  $Ir^{4+}$  se paseaba entre los iones formando cloro  $Cl^-$ . Aparece entonces un nuevo tipo de enlace “iono-covalente”. Por ejemplo, en la molécula diatómica HF, si el enlace fuera iónico, el H habría cedido su electrón al F y tendríamos  $H^+-F^-$ . La molécula se comportaría como un dipolo eléctrico caracterizado por un gran momento dipolar ( 4.7 Debye). Si el enlace fuera covalente el doblete electrónico sería igualmente compartido por los dos átomos, y la entidad HF no presentaría ningún carácter dipolar ( $\mu = 0$ ). Sin embargo, puede constatarse que la molécula HF posee un cierto momento dipolar (1.9 Debye). El enlace así presenta un carácter intermedio que puede definirse por la relación ( $\mu_{exp} / \mu_{i\acute{o}n} = 1.90$ ) es decir, un 43% iónico y un 57% covalente. Así, se puede ver que los enlaces iónico y covalente son dos modelos extremos de un mismo enlace.

Un segundo problema aparece cuando se comprobó en algunos compuestos de elementos de transición las llamadas “transiciones aislantes-metal”. Por ejemplo el óxido de vanadio  $VO_2$  que a priori forma iones  $V^{4+}$  y  $O^{2-}$ . A temperatura ambiente

es un compuesto iónico-covalente y es eléctricamente aislante. Al calentar este compuesto se comprueba que a  $66^\circ C$  se convierte en un conductor metálico. Los electrones de valencia están deslocalizados dentro del conjunto del cristal. Entonces nos podríamos cuestionar y tratar de explicar por qué se modifica totalmente la naturaleza del enlace químico entre  $65.9^\circ C$  y  $66.1^\circ C$ ?

A través de un estudio cristalográfico se muestra que de hecho tiene lugar simultáneamente una transformación estructural a los  $66^\circ C$ . Por encima de esta temperatura los átomos de vanadio equidistan y se separan 2.88 Å. Los recubrimientos entre orbitales atómicos son suficientes para asegurar la deslocalización de los electrones de valencia. Por debajo de  $66^\circ C$ , la cadena se rompe para formar pares V-V más cortos. Se tiene entonces, enlaces de tipo covalente en el interior de estos pares. Los electrones de valencia están localizados allá y el material se convierte en aislante.

Así, se encuentran en la química inorgánica, varios ejemplos, como en el caso de los nitruros de azufre. La molécula SN es típicamente covalente con algunas características iónicas. Sin embargo, en 1973, se decía que el compuesto  $(SN)_x$  presentaba conductividad metálica; dos años más tarde se demostraron sus propiedades supraconductoras. Era el primer polímero supraconductor. Cabe preguntarnos: Qué es lo que hace que el enlace en  $(SN)_x$  pase del modelo covalente al modelo metálico. El problema todavía no se ha resuelto y tal vez se continúe con esta incertidumbre durante mucho tiempo.

La clasificación entre enlace iónico, covalente y metálico es apropiada, pero deja sin resolver muchos cuestionamientos. Hoy estamos seguros de que hay un solo tipo de enlace químico, que puede tomar aspectos diferentes y que los podemos interpretar en modelos distintos. Sin embargo, nos podríamos preguntar: Cuál es, en realidad, el único fenómeno químico responsable del enlace químico?.

**La formación ética profesional debe ser elemento fundamental obligatorio de todos los programas de formación en la Instituciones de Educación Superior**

Art. 129 Ley 30 de 1992



Actualmente es aceptado que enlace químico es un fenómeno electrónico. En un átomo, los electrones giran al rededor de un núcleo, mientras que una molécula están sometidos a la atracción de varios núcleos. Es por esto, que el movimiento de los electrones se modifica en el momento de la formación de un enlace entre varios átomos, por tanto, el enlace químico está asociado a un desplazamiento de los electrones.

Según sea la magnitud de este desplazamiento se tendrá un determinado modelo de enlace. En el transcurso de la formación de un enlace se producen desplazamientos electrónicos y las fuerzas que se presentan son de naturaleza electrostática entre los núcleos positivos y los electrones negativos.

También se demuestra que el enlace químico no es un fenómeno aislado, sino que pertenece a un campo mucho más amplio, en el que todo movimiento electrónico parece estar unido a un fenómeno electromagnético.

Por último, para comprender en qué lugar debe situarse el enlace químico, es necesario referirnos a las teorías más modernas de la física. Según estas teorías, la materia está sometida a cuatro tipos de interacciones:

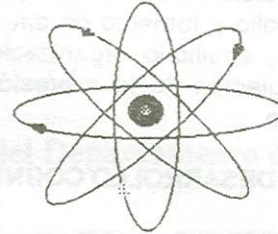
- \* Interacciones fuertes responsables de la cohesión del núcleo.
- \* Interacciones débiles que intervienen en algunos procesos de desintegración.
- \* Interacciones gravitatorias que rigen el movimiento de estrellas y planetas.
- \* Interacciones electromagnéticas que intervienen en la cohesión de la materia.

De este modo, el enlace químico se sitúa en la categoría de las interacciones electromagnéticas. Debido a las interacciones electrostáticas, también intervienen las interacciones magnéticas desde el momento en que se tiene en cuenta el spín de los electrones.

Hoy todos los científicos desean la unificación que permita describir todos los fenómenos con la ayuda un modelo único. Un logro muy importante fue el hecho de establecer un lazo entre interacciones débiles y electromagnéticas, que significó para Weinberg, Glashow y Salam, la concesión del premio Nobel de física en 1973.

#### Bibliografía

- CARTMELL E. FOWLES G. Valencia y estructura molecular. Ed. Reverté. Argentina 1970  
 ORTOLI S PHARABOD J. El cántico de la cuántica. Ed. Gedisa. España 1991  
 WIECHOWSKI S Historia del átomo. Ed Labor España 1969.



### EVALUACION DEL RENDIMIENTO ESCOLAR EN FUNCION DE INDICADORES DE LOGRO<sup>1</sup>

Por: Wifredo Vasquez Romero<sup>2</sup>

En los fines y objetivos de los diferentes niveles de la educación que aparecen en la Ley 115 de 1994, están implícitos algunos procesos que se deben propiciar en la escuela. El MEN en el documento de trabajo "Indicadores de Logros Curriculares" explicita algunos que no son los únicos y que bien pueden ser ampliados y enriquecidos a través del PEI de cada institución.

<sup>1</sup> La primera parte de esta comunicación se presentó en el número anterior (14) de este Boletín.

<sup>2</sup> Profesor asesor PPDQ

**En la definición de los indicadores de logro para los grados o semestres de la educación media se seguirán los procedimientos establecidos en el artículo 54 de este Decreto, teniendo en cuenta los objetivos establecidos en los artículos 30 y 33 de la ley 115 de 1994 y lo que disponga al respecto el Ministerio de Educación Nacional.**

Art. 55 Decreto 1860 del 3 de agosto de 1994



### PROCESOS DE DESARROLLO BIOFISICO.

Base del desarrollo del individuo: deben concebirse en estrecha relación con los procesos mentales. Hacen referencia a aspectos de crecimiento físico, maduración o cambios cualitativos en el interior del individuo, integración del esquema corporal, formación y adquisición de hábitos perceptivos y motores, desarrollo y fomento de diferentes tipos de coordinación y equilibrio, organización espacio-temporal, estimulación de la expresión corporal, artística y estética.

### PROCESOS DE DESARROLLO COGNITIVO.

Se entienden como "las reglas que guían el procesamiento de la información hacia, entre y desde los esquemas con el fin de generar los productos cognitivos". (Riso 1992). Se hace referencia entonces a la atención, la percepción, análisis inferenciales, toma de decisiones, tratamiento de problemas, capacidad de crear y auto-regulación.

### PROCESOS DE DESARROLLO COMUNICATIVO.

Se refieren a la capacidad de producir y entender los textos enunciados en todos los sistemas de signos, en contextos auténticos y específicos en cumplimiento de funciones humanas. El desarrollo de la competencia comunicativa se logra a partir de la experiencia con el mundo de los objetos, el mundo subjetivo, el mundo socio-cultural y el mundo del lenguaje". En consecuencia la promoción del desarrollo de la competencia comunicativa, así como su evaluación, no hay que realizarlas, exclusivamente en el área del lenguaje sino en todas las áreas y en toda actividad pedagógica y educativa.

### PROCESOS DE DESARROLLO ÉTICO, VALORATIVO Y ACTITUDINAL.

Permiten establecer, coordinar y cultivar relaciones con los semejantes, con la naturaleza, con los objetos y con nosotros mismos. A las instituciones educativas les corresponde constituirse en ambientes especialmente aptos para que quienes conviven en ellas generen, cultiven y consoliden criterios, principios, valores, actitudes y procedimientos que permitan a cada individuo y a los grupos tomar decisiones fundamentadas, dar cuenta de sus acciones u omisiones y participar responsablemente en la orientación de su vida personal y colectiva.

### PROCESOS DE DESARROLLO ESTETICO.

Están relacionados con el mundo de lo sensible, de lo emotivo, de lo contemplativo, de lo creativo y de lo valorativo, es decir, que el desarrollo de la dimensión estética permite sentir, imaginar, seleccionar, expresar, transformar, reconocer y apreciar nuestra presencia, la de otros y de los otros en el mundo; de comprender, cuidar, disfrutar y recrear la naturaleza y la reproducción cultural, local y universal.

El desarrollo de estas dimensiones biofísicas, cognitivas, comunicativas, estéticas, éticas, valorativas y actitudinales, junto con los principios y fundamentos que orienten la institución; los objetivos del PEI; las experiencias pedagógicas de la institución; los intereses, necesidades, expectativas y propuestas de la comunidad educativa; el devenir del conocimiento: de la ciencia y la tecnología, el ambiente y los cambios a nivel local, nacional y mundial; la atención de los factores, que favorecen el pleno desarrollo de la personalidad del educando y el plan decenal del desarrollo educativo, permiten formular por parte de las instituciones educativas los logros por grado y los indicadores de logros específicos que facilitan conocer y analizar permanentemente cómo avanzan los procesos de desarrollo del estudiante que ellas dinamizan. Como estos procesos de desarrollo no son medibles, hay que observar sus manifestaciones, sus síntomas, y ello justifica el que se hable de evaluación del rendimiento escolar en función de indicadores de logro, cuya conceptualización y determinación constituye uno de los mayores retos actuales para los docentes y uno de los temas obligados de investigación educativa.

Riso walter. Avances recientes de la cognición y el procesamiento de la información. Ed Gráficas. 1992.

#### ACLARACION

El número 14 de nuestro boletín, correspondiente al mes de Mayo, apareció con fecha Septiembre. Presentamos disculpas por este error involuntario.