

# Departamento de Química

ISSN 0122 - 7866. Bogotá, D.C.

N° 42

# PPDQ

*Boletín*

Revista del Sistema de Práctica  
Pedagógica y Didáctica.



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA  
NACIONAL

*Educadora de educadores*

---

## Los Pares

La constitución de una disciplina científica se caracteriza por una delimitación conceptual y metodológica de la problemática de la que se ocupa la respectiva comunidad de especialistas. En este contexto, toda delimitación necesariamente excluye y prohíbe interrogantes.

La historia del desarrollo de las ciencias ha establecido que una nueva teoría, que a la larga sustituirá a la admitida en una época dada, no será aceptada de inmediato por la respectiva comunidad de especialistas, justamente porque trae como consecuencia cambios en las concepciones y en la praxis científica dentro de la cual ya se ha creado una tradición productiva. Las comunidades científicas no abandonan fácilmente sus convicciones.

La didáctica de las ciencias es hoy una disciplina conceptual y metodológicamente fundamentada con sus campos de problemas que son objeto de investigación rigurosa, hasta el punto de que, y dada las delimitaciones que en ella se han establecido, actualmente los didactas de las ciencias resultan ser expertos en todos esos campos; de ahí que los investigadores suelen precisar de qué realmente se ocupan y por lo que pueden responder frente cualquier consulta.

Es desde lo anterior que se puede hablar de y constituirse como par académico ante los demás especialistas que trabajan investigativamente uno de los campos de la nueva didáctica de las ciencias. Es hora, pues, que los colegas vayan definiendo y delimitando de qué campo se ocupan y por qué razones pueden asumir la responsabilidad de pares.

Amable colega: ¿De qué se ocupa usted realmente en su trabajo profesional? ¿De quién o de quienes es usted par académico? Un ejercicio de reflexión sobre estos interrogantes aportaría a la constitución de la comunidad de especialistas de la nueva didáctica de las ciencias.

PPDQ—Equipo Pedagógico

Departamento de Química - Febrero 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

Martha Mantilla

Martha L. Suárez

Diseño: Fondo Editorial

**Universidad Pedagógica Nacional**

Corrección: Iván Rincón Pabón

Publicación: Taller, Fondo Editorial

Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá D.C.

**Universidad Pedagógica Nacional**

Calle 73 No 11-73 B-436

# En esta edición

## **Pedagogía y Didáctica**

¿Cómo se aprende Química? 7  
*Rafael Yecid Amador Rodríguez*

Un aporte a la comprensión de las ciencias experimentales 12  
*Fabio Ruiz*

Enseñar y aprender química. Una fundamentación teórica 15  
*Andrea Patricia Zorro Ochoa*

La marihuana: base de tratamiento de algunas enfermedades 18  
*Luisa Jimena Anzola Manrique*

## **Seminario de Química**

HB, PEG y PFC: ¿Qué hay con ello? 26  
*Andrea Espinosa*  
*Hilda Aurora Gil Cifuentes*  
*Katherine Salgado*

Superplasticidad en Aleaciones de Aluminio y Niquel 31  
*Rosa González Gallego*

**Acuerdos de la comunidad** 37

## **Investigación PPDQ**

Proyectos Escolares de Biotecnología 38  
*Carolina Espitia Gómez*

**Encuesta a los Estudiantes** 41

## **Contenido Bibliográfico**

Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva. 42

## Pedagogía y didáctica

### ¿CÓMO SE APRENDE QUÍMICA?\*

RAFAEL YECID AMADOR RODRÍGUEZ \*\*

El aprendizaje mecanicista es visto desde lo afirmado por Gagné (1971): aprender es un cambio en la disposición o capacidad humana, relativamente permanente, que no puede ser atribuido de manera simplista al proceso de desarrollo. Este cambio es objetivable a través de la modificación de la conducta, mediante una observación del comportamiento del aprendiz antes y después de ser colocado en la situación de aprendizaje (Gallego Badillo, R y Pérez Miranda, R, 1999).

Estos autores sostienen que quienes desempeñen su labor como profesores de ciencias experimentales, en el interior de la concepción empiroinductivistas del aprendizaje, se dedican a la transmisión repetición de información y, por lo general, están de acuerdo con delineamientos como los que se enlistan a continuación (Gallego Badillo, R y Pérez Miranda, R, 1999):

- En la cabeza de los estudiantes no hay ideas que valgan la pena.
- Aprender es repetir al pie de la letra las informaciones transmitidas por el profesor.
- Antes de elaborar teorías, los estudiantes deben hacer observaciones cuidadosas de la realidad.
- En el laboratorio, los alumnos se deben limitar a seguir las guías dadas por el profesor.
- El aprendizaje de las ciencias es un proceso acumulativo de menor a mayor saber.
- Aprender es prestar atención a las explicaciones del profesor.
- Nada hay en el entendimiento que no haya pasado por los sentidos.
- Los estudiantes deben convencerse de que aprenden verdades absolutas, indiscutibles e inmodificables.
- Lo que hoy aprenden lo será para siempre.
- Hay ante todo un método único e infalible de conocimiento científico.

\* Trabajo presentado en el Seminario de Pedagogía y Didáctica 2002

\*\* Estudiante del Departamento de Química de la U. P. N.

Hecho el planteamiento anterior, se reconoce que el aprendizaje mecanicista es una teoría que propone una metodología basada en la repetición-memorización y en que el conocimiento se encuentra a nuestro alrededor, dicho saber lo podemos adquirir por medio de la observación. Se plantea como un conocimiento acumulativo, que debe ser almacenado por el alumno en la mente y este es inmodificable ya que se trabaja con verdades absolutas. Analizando esta concepción sobre el aprendizaje, se puede concluir que el que posee dicho conocimiento es el profesor y es él el encargado de impartirlo a sus discípulos, los cuales deben retenerlo y no realizar ningún tipo de análisis al mismo. Se puede decir que no hay una construcción de conocimiento ya que el paradigma de transmisión-repetición no permite el análisis por parte del individuo, imposibilitando la construcción y reconstrucción del saber.

Este aprendizaje se basa en una lógica inductiva, esta afirmación se propone desde la interpretación que argumenta Bacon: el conocimiento verdadero se halla en la naturaleza y es objeto por cuanto se limita a describir las cosas y fenómenos naturales tal cual son. Ese conocimiento es indiscutible y por tanto una verdad absoluta, ya que las leyes y principios generales han sido inducidos desde dichas observaciones de las cosas y fenómenos, tal cual son (Gallego Badillo. R y Pérez Miranda. R., 1997)

Hecha la presentación del aprendizaje mecanicista que propone que el conocimiento se encuentra en la naturaleza y que el individuo ha de apropiarse de él, por medio de los sentidos; otra versión propone que el individuo no es un ser sin conocimiento, por el contrario, este posee un saber que ha elaborado a partir de sus experiencias.

Una versión es el aprendizaje significativo que parte de la aceptación de la existencia de una estructura conceptual que, en principio, direcciona la inclusión de los nuevos contenidos curriculares, por lo que frente al aprendizaje, el alumno no actúa como si careciera de ideas previas (Gallego Badillo, R y Pérez Miranda R., 1999). Todo aprendizaje significativo parte de las intencionalidades que cada aprendiz ha elaborado dentro de su proyecto ético de vida, por lo que no cabría hablar de un aprendizaje inconsciente, en el que la razón no participa. Esto se puntualiza en el hecho de que cada cual aprende lo que quiere aprender y en la forma en que cree que puede hacerlo. Se hace hincapié en que el aprendizaje es un proceso individual que se centra en cada quién, de conformidad con sus propios intereses (Gallego Badillo. R y Pérez Miranda. R. 1997).

En cuanto a la estructura conceptual de cada individuo, los investigadores proponen que trabaja en esta dirección un procedimiento para evidenciarlo; procedimiento éste que se concreta en los llamados mapas conceptuales (Novak. J. D. y Gowin, B.1984): proponer los mapas conceptuales no significa que deba existir una equivalencia uno a uno entre la estructura mental de un individuo y otro; es decir, cada quien posee un conocimiento totalmente diferente. En primer lugar, porque el conocimiento no es estático. La elaboración de mapas conceptuales constituye un componente más de las estrategias pedagógicas y didácticas y que han de ser parte del proceso de evaluación. En el sistema aula, los mapas conceptuales no muestran las concepciones metodológicas de los estudiantes, razón por la cual se formula la llamada *Ve Heurística*, que combinada con los mapas conceptuales, posibilita al profesor aproximarse al tipo de esquemas

conceptuales y metodológicos que los estudiantes elaboran en su construcción del saber (Gallego Badillo R y Pérez Miranda, R.1997).

Quienes trabajan dentro del modelo de aprendizaje significativo deben estar de acuerdo con proposiciones como las que se enuncian a continuación:

- Lo que hay en el cerebro del que va a aprender tiene importancia.
- Quien aprende construye significados activamente.
- Los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje.
- Hay que partir de lo que el alumno ya sabe.
- Hay que poner en cuestión los saberes previos de los estudiantes.
- En el aprendizaje, la estructura conceptual transforma lo nuevo, a la vez que es transformada por los nuevos conceptos.
- Hay que cuestionar los compromisos epistemológicos de los alumnos.
- Es necesario desarrollar los intereses y las actitudes sobre lo que se enseña.
- Lo que se enseña debe tener sentido para los estudiantes.

Analizando lo anterior, se puede decir que se toma distancia entre el aprendizaje mecanicista y el significativo, ya que este último permite al aprendiz elaborar o construir su propio conocimiento, partiendo de unas ideas previas o concepciones alternativas, las cuales ha podido

elaborar a partir de su experiencia académica. Partiendo de lo anterior, el profesor debe tener en cuenta que sus estudiantes poseen ya un conocimiento que ha sido adquirido mediante su propia vivencia con el entorno, que el docente ha de presentar en su trabajo, con el fin de que el estudiante pueda contrastar dicho conocimiento con el propuesto por el profesor y de ahí el alumno pueda hacer una reconstrucción o construcción de su propio conocimiento.

Lo propuesto por el profesor Ausubel permite pensar que el individuo no es un ser al cual se le deba suministrar el conocimiento para que lo almacene en su mente; por el contrario, plantea que el conocimiento se encuentra en cada individuo, lo que le permitirá hacer una interpretación de su entorno y así poder elaborar su propio saber. Propuesto lo anterior, se parte de la idea de que el profesor no posee verdades absolutas, como se plantea en el modelo aprendizaje mecanicista, al contrario, la propuesta es comenzar por saber qué ideas tienen los estudiantes acerca del conocimiento, este será el punto de partida para establecer y comprender el entorno que rodea al sistema aula.

Se habla que pasar de una lógica inductiva a una deductiva, en donde el individuo crea su conocimiento. Para argumentar esta afirmación, el profesor Popper (1962) establece que la tarea de los hombres y las mujeres de ciencia es la de elaborar proposiciones y sistemas de proposiciones, esto es, teorías acerca del mundo que deben ser rigurosamente contrastadas empíricamente. Esos principios y leyes se hallan en el comienzo del proceso del conocimiento, con la exigencia de que los hechos sean producidos desde la teoría (Gallego Badillo, R y Pérez Miranda. R, 1997).

No basta con saber que los individuos poseen unas ideas previas, también cuenta cómo y en dónde se adquiere este conocimiento, el aprendizaje como cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico plantea que el medio donde se encuentra el individuo es fundamental para adquirir dicho conocimiento. Constituye otra perspectiva del aprendizaje no mecanicista, dentro de una visión constructivista.

Trabajar con este concepto de aprendizaje, significa reconceptualizar el modelo de estructuras conceptuales, construir uno en el que lo conceptual, lo metodológico, lo actitudinal y lo axiológico estén imbricados con las estructuras mentales de los individuos. En otras palabras, precisa de un discurso en el que se muestre dicha imbricación como una totalidad holística, y compleja. En el mismo orden de ideas, conjeturar la característica no estática de esas estructuras y de su interacción con el entorno o, mejor, con aquellos ámbitos específicos que las hacen emerger de conformidad con los compromisos en los que cada individuo se halla implicado.

Si bien hablar de aprendizaje como cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico constituye una especificación de mayor riqueza teórica, una forma alternativa y general de hacer alusión a dicho aprendizaje, es expresarlo como reconstrucción y construcción de nuevos significados, formas de significar y de actuar. Aludir a los significados puntualiza en el hecho de que, si bien éstos pueden tener origen en las actividades cognoscitivas idiosincráticas, son actos de negociación o transacción entre los miembros de un colectivo cultural y de los contenidos curriculares que se enseñan como estructuras de significado (Gallego Badillo, R y Pérez Miranda R, 1999)

Desde los presupuestos constructivistas, el aprendizaje se considera una preocupación teórica por cuanto establece una mirada humanista y compleja sobre el sujeto que aprende, buscando incorporarlo en toda su multiversa dimensionalidad. Con mayor precisión, habría que sostener que el aprendizaje es una propiedad emergente y relacional, de tal manera que los procesos acerca de cómo se aprende, cambian y no siguen la relación de proporcionalidad simple de la ley causa-efecto (Hayles, 1993).

Con base en la nueva propuesta del aprendizaje como cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico, esta enmarca una serie de variables como son la aprendibilidad, enseñabilidad y educabilidad de las ciencias experimentales, esta propuesta se apoya en la dinámica de los sistemas no lineales que propone que causas pequeñas dan origen a efectos grandes. Por esto se debe tener en cuenta un aspecto importante, como lo es la aprendibilidad de una ciencia experimental.

La aprendibilidad de un saber científico experimental dado, es así, una atribución, una cualidad que le confiere cada estudiante a ese saber para hacerlo objeto de aprendizaje. Puesto que tal aprendizaje es intencional y está mediado por una actitud positiva, el estudiante le confiere el sentido que considera contribuyente mejor a su introducción en las formas como ese saber es trabajado por la respectiva comunidad científica. Aprende así lo que desea aprender, o de otra forma, construye los significados, las formas de significar y de actuar.

Planteado lo anterior, se puede concluir que el aprendizaje, como cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico toma todos

aquellos aspectos que intervienen en la construcción del conocimiento científico, en aspectos individual y colectivo. Lo interesante de esta propuesta es que tiene en cuenta aspectos como lo valorativo, lo volitivo, lo afectivo y lo transaccional, aspectos que interactúan en esa construcción del conocimiento científico.

Para la elaboración de dicho conocimiento se tiene en cuenta que todo cambio conceptual es metodológico, puesto que para realizar este cambio se debe hacer mediante un proceso de aprendizaje, de igual forma lo metodológico es conceptual en cuanto a la construcción del conocimiento de cada individuo.

Otro aspecto que se trata en este tipo de aprendizaje es lo actitudinal, en donde se plantea que la motivación que posee el individuo para elaborar un saber, es la actitud que presenta para aprender una ciencia, de lo contrario no habrá una reconstrucción o construcción del saber.

En el aspecto axiológico, se plantea la parte valorativa por un saber, en donde el estudiante le otorga al conocimiento que está elaborando valor según sus intereses.

Un aspecto importante para tomar en cuenta es de donde se plantea esta propuesta, la cual se apoya en la teoría del caos, que propone que «un pequeño cambio en el estado del sistema en el instante cero produce un cambio posterior que

crece exponencialmente con el tiempo, sensibilidad a las condiciones iniciales», esto no solo puede ocurrir en sistemas físicos, sino que se puede aplicar a cualquier sistema, en tal caso, en la construcción del conocimiento.

Hecho el análisis anterior, el autor del presente escrito, concibe que el aprendizaje de las ciencias, como problema, se puede abordar desde la propuesta del cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico, ya que este abarca aspectos de importancia para la construcción del conocimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

GALLEGO BADILLO, R. PÉREZ MIRANDA, R. 1997. La enseñanza en las ciencias experimentales, el constructivismo del caos.

\_\_\_\_\_ 1999. El problema del cambio en las concepciones epistemológicas, pedagógicas y didácticas.

\_\_\_\_\_ 1999. Aprendibilidad, Enseñabilidad y Educabilidad en las ciencias experimentales. Educación y Pedagogía # 25.

HYLES, N, K. 1993. La evolución del caos. Gedisa. Barcelona.

## UN APORTE A LA COMPRENSIÓN DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES\*

FABIO RUIZ\*\*

A finales de la década del 70, Mosterín publicó un artículo acerca de los conceptos científicos en el que plantea principalmente que la forma como se piensa el mundo y la manera como lo concebimos depende, no sólo de nuestra percepción sino también de nuestro sistema conceptual. Por consiguiente, para poseer una versión del mundo por lo menos aproximada a la científica, es necesario elaborar un conocimiento que se estructure fundamentalmente a partir de conceptos. Al tratar de elaborar dicho conocimiento nos enfrentamos, por un lado, al problema del aprendizaje y, por otro, al relacionado específicamente con los conceptos.

La ciencia no es estática, avanza constantemente; pero este avance no es producido únicamente por un incremento en el número de verdades conocidas por los humanos. Basado en lo anterior, Mosterín dice: ¿qué verdades hay?, depende de qué conceptos empleemos. Y muchas

veces el progreso de la ciencia consiste no en un aumento en el número de verdades expresadas con un sistema conceptual dado, sino en el cambio del sistema conceptual, en su ampliación, extensión o en su sustitución por otro» (Mosterín J, 1978).

Los conceptos son importantes en las ciencias en la medida de la rigurosidad de su abordaje y en la medida en que éstos forman parte de estructuras lógicas de pensamiento. Los conceptos son creados por el hombre a través de sus interacciones con el medio (natural, social, económico, cultural) y le son útiles para interpretarlo y hacerlo propio. Los conceptos científicos son un conjunto de palabras que verbalizadas permiten el proceso de conceptualización, mediante el cual el conocimiento científico se hace público y adquiere una objetividad intersubjetiva. Esta objetividad conlleva unas reglas de negociación de los significados y de las formas de significar dicha objetividad» (Zafra, A. 1998)

Teniendo en cuenta que los conceptos y las estructuras que estos conforman no pueden tratarse aisladamente, es necesario tratar el apren-

\* Ensayo presentado en el Seminario de Pedagogía y Didáctica. Septiembre 2001.

\*\* Estudiante del Departamento de Química de la U. P. N.

dizaje, y a este, como un problema que ha preocupado a la psicología en general y en particular a la psicología educativa. Al respecto se encuentran diferentes planteamientos, tales como el conductual (antes de la década del 50), su antagónico, referente al procesamiento de información (1950 en adelante), y algunos otros que se citarán posteriormente.

Para hacer referencia al aprendizaje de las ciencias, es necesario comprenderlo como un complejo proceso que involucra no sólo la adquisición de una serie de conceptos científicos por parte de una estructura mental ya existente, sino que también conlleva aspectos metodológicos, actitudinales y axiológicos.

La conceptualización del aprendizaje con el paso de los años ha tenido variaciones trascendentales. En una época fue considerado como un cambio conceptual (Posner, 1982), años después se consideró como un cambio conceptual y metodológico (Carrascosa A. y Gil P, 1985), luego como una transformación conceptual, metodológica y actitudinal (Gené 1991) y, en la actualidad, la comunidad académica acepta posiciones que consideran al aprendizaje de las ciencias como una actividad humana que implica no sólo la transformación de los aspectos mencionados por Gené (1991), sino también una transformación axiológica (Gallego Badillo y Pérez Miranda, 1994)

Según Novak y Gowin (1988), el aprendizaje de las ciencias es un proceso continuo, en el cual los conceptos van alcanzando mayor significación a medida que se establecen nuevas relaciones o vínculos proposicionales. Por tanto, los conceptos científicos nunca se aprenden totalmente, sino que siempre se están transforman-

do y haciéndose más explícitos e inclusivos, a medida que se van diferenciando progresivamente. La Reconciliación integradora establece que existe una mejora en el aprendizaje significativo, cuando el que aprende reconoce nuevas relaciones o vínculos conceptuales entre conjuntos relacionados de conceptos o proposiciones.

Otro planteamiento acerca del aprendizaje de conceptos de las ciencias es formulado por Bruner (1988), quien introduce el concepto *sistemas de codificación*; según este autor, entender la estructura de una disciplina científica equivale a que el alumno desarrolle sistemas de codificación, con la ventaja de ubicar de manera sistemática cualquier información que llegue a él, referente a la disciplina científica específica. Comprender la estructura, en resumen, es comprender cómo están relacionadas las cosas, (Bruner, 1988).

Según Ausubel, (1983) para orientar la enseñanza es necesario poseer o manejar una teoría del aprendizaje; su teoría de la asimilación está dirigida a la explicación de aspectos del aprendizaje complejo, que tienen lugar en situaciones escolares, estos aspectos pueden ser clasificados en intrapersonales y situacionales. Según el autor son *intrapersonales*:

- Variables relacionadas con la estructura cognitiva: propiedades sustantivas y de organización de los conocimientos adquiridos previamente en un área determinada.
- Desarrollo intelectual: la clase particular de preparación que viene dada por el estadio de desarrollo intelectual del que aprende.
- Capacidad intelectual: el grado relativo de aptitud escolar general (inteligencia general o nivel de competencia).

- Factores motivacionales y actitudinales: deseo por conocer, necesidad de logros y autoafirmación determinada e involucración del ego (interés) en una materia específica.
- Factores de personalidad: diferencias individuales en el nivel y clase de motivación, ajuste personal; otras características personales y nivel de ansiedad.

Y agrupa como situacionales :

- Práctica: frecuencia, distribución, método y condiciones generales.
- Disposición de los materiales de instrucción: cantidad, dificultad, escalonamiento, lógica subyacente, secuencia, ritmo de presentación y uso de ayudas para la instrucción.
- Ciertos factores sociales y de grupo: clima en la clase, cooperación y competición, estratificación social.
- Características del profesor: capacidades cognitivas, conocimientos de la materia, competencia pedagógica, personalidad y comportamiento.

Si bien, los autores referenciados han teorizado el problema en cuestión, las dificultades para el aprendizaje de las ciencias siguen existiendo en el aula y los motivos pueden ser tan variados, como variadas son las teorías del aprendizaje; sin embargo, el dominar una de esas teorías si no garantiza, por lo menos, favorece un proceso de aprendizaje de la ciencia que se enseña.

Esta última teoría expuesta, guía actualmente el quehacer de muchos maestros (por lo menos en teoría) y sin embargo, es considerada por los expertos como compleja dada la dificultad de manejar los factores que involucra (Otero J 1987).

Poseer el dominio de todos los factores que participan en el aula es ideal, pero no se puede desconocer la individualidad de cada uno de los estudiantes, por lo tanto, la responsabilidad que recae sobre el profesor está en lograr identificar tempranamente aquellos aspectos (a través de instrumentos que permitan identificar el estadio en el que se encuentra cada alumno), principalmente los intrapersonales y tenerlos como un punto de partida o estado inicial, con el fin de confrontarlos con un estado intermedio o final, luego de compartir espacios académicos para así evidenciar la incidencia de la labor docente en un proceso de aprendizaje de las ciencias por parte de los estudiantes.

## BIBLIOGRAFÍA

AUSUBEL, D; NOVAK, J. D y HANESIAN, H. 1983 Psicología evolutiva. Un punto de vista cognoscitivo. Trillas. México.

BRUNER, J. 1988. Desarrollo cognitivo y educación. Morata. Madrid.

MOSTERIN, J 1978. La estructura de los conceptos científicos. Investigación y Ciencia. No. 16.

NOVAK, J. y GOWIN, B. 1988. Aprendiendo a aprender. Barcelona: Ediciones Martínez Roca.

GENÉ, A 1991. Cambio conceptual y metodológico en la enseñanza y el aprendizaje de la evolución de los seres vivos. Un ejemplo concreto. En: Enseñanza de las Ciencias, 9 (1), 26-27.

GIL, D; CARRASCOSA, J y otros. La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. Libergaf. España.

## ENSEÑAR Y APRENDER QUÍMICA UNA FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA\*

ANDREA PATRICIA ZORRO OCHOA\*\*

La química se hizo necesaria para el desarrollo de la humanidad. Desde comienzos de la edad de bronce, el hombre ha empleado procesos químicos en la fundición de metales y en la fabricación del vidrio: La medicina primitiva y la alquimia se relacionaban muy de cerca. La química desempeñó un papel crucial en el nuevo despertar del interés por la ciencia durante el renacimiento y en la revolución industrial. Pero la gran explosión de la química tuvo lugar, sobre todo, en los últimos cien años.

La mayoría de los productos corrientes que nos rodean dependen de la industria química. El transporte gira hoy sobre ruedas de goma sintética y depende de materiales refinados. La industria de la construcción necesita pinturas, pigmentos, plásticos, aleaciones, aglutinantes, vidrios y cerámicas.

Las telas y la ropa están hechas cada vez más de fibras artificiales, como nylon y los poliésteres; se colorean con tintes sintéticos y se limpian con detergentes y solventes, también sintéticos; es decir, la química como ciencia, a través de los productos de uso cotidiano, se manifiesta en cualquier parte donde se mire; gracias a la química se explica la existencia de los seres vivos.

Un avance que le permitió a la química convertirse en ciencia fue la demostración de la naturaleza atómica de la materia. En el siglo XVIII, Jhon Dalton estableció que toda la materia se compone de unos noventa elementos (MOLLER, 1976), además postuló que se unirían de acuerdo con su valencia, dando lugar a moléculas distintas (el agua, por ejemplo, se forma de la combinación de dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno), con las cuales se conforma el entorno que se conoce en el mundo y en el universo. La química se encarga del estudio de la composición y el comportamiento de las sustancias en las transformaciones denominadas reacciones químicas.

Lavoisier demostró que la combustión no es otra cosa que la combinación química del mate-

\* Ponencia presentada en el Seminario de Pedagogía y Didáctica. Mayo 2002

\*\* Estudiante del Departamento de Química de la U. P. N.

rial combustible con el aire. En esos términos, se pueden reseñar innumerables nombres que ayudaron a constituir la química como ciencia. En la actualidad otras ciencias requieren de los conocimientos de química. Los procesos de los próximos cien años van a depender todavía más de la relación que hay entre propiedades y funciones de las sustancias y su composición molecular.

La química es una ciencia y como toda ciencia, es enseñable y es aprendible. Los entornos de la investigación en la enseñanza de la química se han visto fuertemente influenciados por las teorías psicológicas generales acerca de la enseñanza y el aprendizaje de esta (DE JONG, 1996). De acuerdo con los estudios realizados en el campo de psicología educativa y la enseñanza de las ciencias en especial, se llegó a la conclusión de que es el estudiante quien construye su propio conocimiento como un aprendizaje significativo, entendiéndose por este, aquel que implica la atribución de nuevos significados a lo ya aprendido y que se lograra relacionando las ideas expresadas simbólicamente, de modo no arbitrario, con lo que el alumno ya sabe (AUSUBEL, 1983). Esta teoría es aplicable al aprendizaje de la química puesto que el alumno crea su conocimiento a partir de los nuevos principios, postulados y teorías que se trabajan en el aula de clase.

La enseñanza y el aprendizaje de la química es diferente a la de cualquier otra ciencia, por tal motivo, se evidencia que los modelos propuestos para su aprendizaje son distintos a los de esas otras ciencias. El modelo muy usado actualmente se basa en una concepción constructivista del aprendizaje, el cual es llamado «cambio conceptual». Este modelo tiene como origen el aprendizaje significativo que trae consigo cam-

bios conceptuales y este a su vez va acompañado de cambios axiológicos, metodológicos y ontológicos (CUMANDI, 2000).

Otro modelo es el de aprendizaje por investigación que trae consigo el acceso más fácil al conocimiento químico científico, a través de la solución de problemas de tipo abierto, en donde el estudiante puede construir sus conocimientos de la misma forma que los científicos lo hicieron (NOVAK, 1984), partiendo de las hipótesis formuladas y corroboradas en el laboratorio, es decir, utilizando para este fin una metodología científica.

Este modelo es una forma de organización de la actividad de búsqueda creadora por parte de los estudiantes, encaminada a la solución de problemas ya resueltos por la sociedad científica, pero que resulta nuevo para los estudiantes. Su valor pedagógico consiste en que no solo permite a los estudiantes apropiarse de determinados conocimientos, sino que relaciona estos con los métodos de las ciencias y con los procesos de conocimiento, desarrollando en el un alto grado la independencia cognitiva y desarrollo del pensamiento investigativo (TOJAR, 1994)

Tradicionalmente, los argumentos a favor del trabajo práctico como medio para desarrollar las destrezas de laboratorio han sido de dos tipos. En primer lugar, figuran aquellos relacionados con la adquisición de una serie de habilidades generalizables y libres de contenido, que se cree que son transferibles a otras áreas de estudio y validadas para todos los alumnos como un medio para enterarse de los avances científicos. En segundo término, están aquellos argumentos que afirman desarrollar la destreza y las técnicas de investigación básicas consideradas como esencia-

les para futuros científicos y técnicos (HODSON, 1994). Esta teoría se basa en el aprendizaje significativo propuesto por Ausbel en 1976.

Al parecer, el impulso demostrado por los profesores en cuanto a la metodología de investigación, ha sido la base para afirmar que los alumnos encuentran motivación en las prácticas directas y orientadas a la investigación, así como la creencia de que estos métodos están muy cerca de las llamadas «Formas naturales de aprendizaje» de los niños.

El modelo de enseñanza constructivista, tiene como base la construcción y reconstrucción de los conocimientos científicos, a partir de relación entre los objetos del mundo que interioriza y abstrae, configurando así su propio conocimiento (DIFANIO, 1994); entonces, el profesor propicia instrumentos para que los alumnos construyan conocimientos desde su saber previo.

Una experiencia de aprendizaje pensada para facilitar el desarrollo conceptual, necesitará de un diseño metodológico y si este es fundamental en la ciencia también lo es para una educación científica. Existe la suposición general de que el trabajo práctico equivale necesariamente a trabajar sobre un banco de laboratorio, y que este tipo de trabajo siempre incluye la experimentación (HODSON, 1994).

Si se permite que los estudiantes lleven a cabo sus propias indagaciones, ello contribuirá, en gran medida, a desarrollar la comprensión sobre la naturaleza de la ciencia. En una práctica investigativa dirigida se encontró que este método proporciona al estudiante un estímulo para comprender, reconocer y relacionar la ciencia (HODSON, 1994) con su entorno cotidiano. Así, la ciencia da lugar a tres tipos de aprendizaje:

Primero: la comprensión conceptual intensificada de cualquier tema estudiado o investigado; segundo: el aumento del conocimiento relativo al procedimiento: aprender acerca de las relaciones entre la observación, experimento y a teoría; tercero: el aumento en actividad investigativa, de esta manera, la práctica de la ciencia incorpora el aprendizaje de la ciencia y el aprendizaje sobre naturaleza de la ciencia.

Mediante las dos anteriores estrategias de enseñanza, puede afirmarse que la química puede ser aprendida y enseñada, pues el poder desarrollarse en diferentes ámbitos es una prueba fehaciente de la importancia de ella en nuestro entorno.

## BIBLIOGRAFÍA

- AUSBEL, D. 1981. *Sicología educativa. Un punto de vista cognitivo*. Ed. Trillas. México.
- CUMANDI, SALINAS y PESA. 2000. *Revista enseñanza ciencias. «Hacia un modelo integrador para el aprendizaje de las ciencias»*. Vol. 18 No. 1
- DE JONG, 1996. *Revista enseñanza de las ciencias.*, “La investigación activa como herramienta para mejorar enseñanza de la química: nuevos enfoques”. Vol. 14. 3.
- DIFANIO, F. 1994. *La temática de la motivación en neoconductismo contemporáneo*. *Revista española pedagogía*. Vol. 52. No. 197. Enero
- HODSON, 1994. *Hacia un enfoque más crítico del trabajo en laboratorio*. *Revista enseñanza de las ciencias*. Vol. 12 No. 13.
- MOLLER, 1976 *Química de los compuestos* Ed. Médico quirúrgica. 3 edición.

## **LA MARIHUANA: BASE DE TRATAMIENTO DE ALGUNAS ENFERMEDADES\***

LUISA JIMENA ANZOLA MANRIQUE\*\*

Las enfermedades reumáticas o artropatías son una de las causas más comunes por las cuales se recurre a los consultorios médicos. Aproximadamente un 20 % de la población mundial incluidos niños, sufre Incapacidad parcial o total como consecuencia de padecer o haber padecido alguna de estas enfermedades. Lo cierto es, que la Medicina Tradicional solo puede ofrecerle a dichos enfermos tratamientos paliativos, pero no posibilidades terapéuticas curativas o por lo menos medicinas que detengan eficazmente el avance de la enfermedad. A raíz de esto surge la propuesta aquí descrita, la cual se basa en el tratamiento de las enfermedades reumáticas a partir de los principios activos de la planta de marihuana.

Aunque los usos medicinales de esta planta se conocen desde hace muchos siglos e incluyen prácticas milenarias de diversas culturas, sus propiedades terapéuticas se ven enturbiadas desafortunadamente por el hecho de ser una planta ilegal y considerada como droga psicoactiva en muchos países; además a esto se suma que el tratamiento de las enfermedades articulares a base de extractos de marihuana actualmente se desconoce casi en su totalidad, debido a que no se han hecho muchas investigaciones científicas en el campo del tratamiento de las enfermedades reumáticas con esta terapia alternativa. Las investigaciones actuales van orientadas principalmente hacia el campo de las terapias encaminadas a combatir las enfermedades cerebrales y neuronales con fármacos derivados de esta planta.

Finalmente, hay que decir que esta propuesta no promueve el uso de productos derivados de esta planta con fines que no sean los estrictamente terapéuticos y medicinales, y que esta terapia, aunque podría resultar muy poco convencional, puede, a largo plazo, mediante el establecimiento

\* Ponencia presentada en el Seminario de Pedagogía y Didáctica. Abril de 2003

\*\* Estudiante del Departamento de Química de la U. P. N.

de sus mecanismos bioquímicos de reacción y la síntesis de fármacos derivados, proporcionar oportunidades de curación a diversas enfermedades y por lo tanto mejorar la calidad de vida de las personas que las padecen .

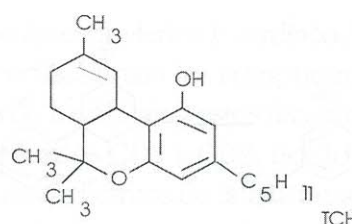
### Características químicas de la marihuana (Cannabis Sativa, Cannabis Indica)

La marihuana hace referencia a la preparación derivada de una planta, el Cannabis Sativa, que pertenece a la familia de las urticáceas o cannabináceas y se puede extraer de flores, tallos resinosos, hojas, semillas y secreciones de la planta, pero las partes que más se utilizan son las flores femeninas, las hojas y la resina. Hasta este momento hay 483 diversos componentes químicos identificados en el cannabis, siendo los más importantes y específicos los cannabinoides (66 conocidos) presentes solo en la planta de cannabis.

Otros compuestos identificados en la planta son: compuestos nitrogenados (27 conocidos), aminoácidos (18), proteínas (3), glicoproteínas (6), enzimas (2), azúcares y compuestos relacionados (34), hidrocarburos (50), alcoholes simples (7), aldehídos (13), cetonas (13), ácidos simples (21), ácidos grasos (22), ésteres simples (12), lactonas (1), esteroides (11), terpenos (120), fenoles no-cannabinoides (25), flavonoides (21), vitaminas (1), pigmentos (2) y elementos (9). Los componentes más importantes de la marihuana son:

#### Alcaloides

Cannabinol, cannabidiol y cannabiol, D Tetrahidrocannabinol (TCH), compuesto activo que produce varios efectos en el cuerpo humano.



#### Aceite volátil (0,3%)

Terpenos y sesquiterpenos: hidrocarburos insaturados de fórmula empírica  $C_{10}H_{16}$ , son compuestos moderadamente tóxicos. Cannabeno, p-cimeno, dipenteno.

#### Ácidos

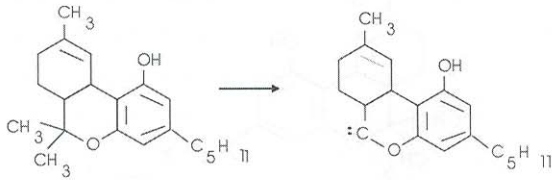
Ácido cannabidiólico ácido transcinámico (con propiedades antibióticas)

#### Resina (Hasta un 20%)

Colina, trigonelina, taninos: derivados de ácido tánico, materias minerales (14%), el fruto, 30% de aceite secante rico en glicéridos de los ácidos linoleico y linolénico.

Las propiedades de los cannabinoides dependen de su estructura química. Un ejemplo es el caso del cannabidiol, en el que como han indicado investigaciones previas, la apertura de uno de sus anillos le hace perder por completo sus propiedades psicoactivas. Por otro lado, pequeñas variaciones en la molécula de THC pueden provocar cambios importantes en su actividad.

Para que un cannabinoide sea psicoactivo debe tener la estructura de dihidrobenzopirano y poseer un doble enlace en trans entre este anillo y el de el ciclohexeno. La eliminación de los dos metilos del carbono 6 disminuye esta actividad.

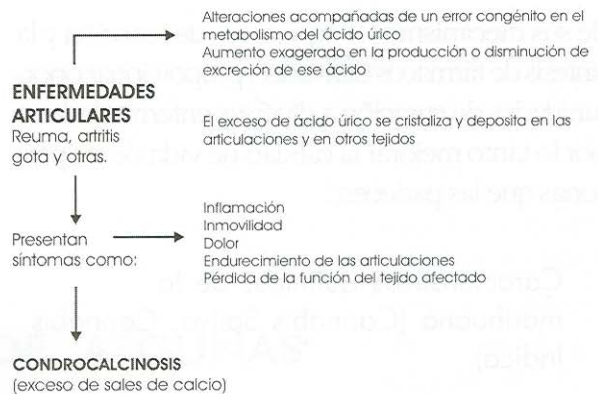


En la cadena lateral, el n-pentilo aumenta la potencia. Algunos de los derivados sintéticos de los cannabinoides que han demostrado poseer efectos terapéuticos son la nabilona y el naboc-tate. El primero posee, en el carbono nueve un grupo cetónico en lugar de un metilo y esto le confiere un gran poder anticoagulante. El segundo presenta un grupo dietil - etilamino esterificado en el hidroxilo fenólico, lo que ha permitido su utilización para la reducción de la presión intraocular.

### Desarrollo de la propuesta

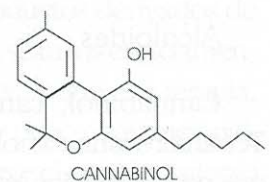
Esta propuesta pretende mostrar diferentes características y mecanismos químicos, sugeridos a título personal, con el fin de apoyar la utilización de los extractos y preparaciones de marihuana como fármacos contra enfermedades reumáticas, ya que se ha utilizado empíricamente en algunas partes del mundo -sobre todo en las comunidades indígena- con muy buenos resultados, pero no se han realizado estudios consistentes acerca de los mecanismos que hacen que los síntomas de dichas enfermedades desaparezcan gradualmente con el uso de los extractos de esta planta.

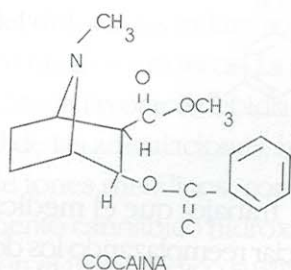
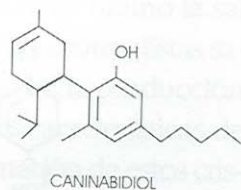
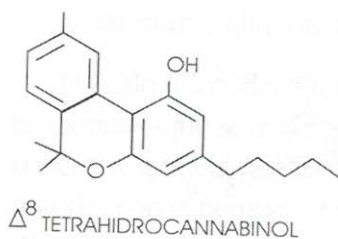
Para comprender de una forma más detallada el desarrollo de esta propuesta, se hace necesario citar el cuadro general que presentan las enfermedades articulares:



### La marihuana no debe ser considerada como un alcaloide

Los principios activos de diferentes sustancias alucinógenas, incluyendo los cannabinoides de la marihuana, se clasifican como alcaloides, por las características básicas que presentan. Sin embargo, los cannabinoides presentan marcadas diferencias estructurales, de toxicidad y de eliminación con los demás alucinógenos (morfina, heroína, cocaína y otros).





Todos los alcaloides, a excepción de los cannabinoles y del tetrahidrocannabinol (principio activo de la marihuana), son compuestos orgánicos nitrogenados que presentan una fuerte acción tóxica en los animales y el hombre.

Hasta ahora no se conocen datos que reporten dosis mortales ni efectos tóxicos graves por la ingestión de marihuana, como sí se han reportado muertes por la ingestión de ciertas dosis de otros alucinógenos.

Los compuestos cannabinoides de la marihuana, a diferencia de la cocaína, el LSD y otros alucinógenos, se generan en pequeñas cantidades en el cerebro humano sin ser necesariamente ingeridos, esto lleva a pensar que al ser utilizada la marihuana, el cuerpo humano la reconoce como un compuesto propio y por lo tanto, no presenta acciones tóxicas para el organismo. Este postulado se apoya en el descubrimiento reciente de que en el cerebro y otros tejidos, tales como

el músculo esquelético y cardíaco, hay receptores específicos para los compuestos relacionados con la marihuana, estos receptores han sido denominados CB1 y CB2. Por lo anterior los compuestos activos de la marihuana deberían formar un grupo que podría ser denominado: *Alucinógenos Cannabinoides*.

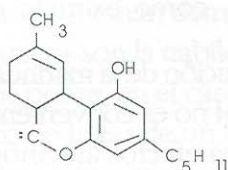
### Formas de administración de la marihuana como extracto medicinal

Para la utilización de la marihuana como sustancia medicinal no es conveniente fumarla, ya que esto acarrea efectos alucinógenos y tiene efectos similares a los del cigarrillo, generando a largo plazo enfermedades respiratorias y llegando a producir cáncer de pulmón.

La marihuana como extracto medicinal se puede utilizar en forma de infusiones de la planta, ó en forma tópica como emplastos ó cataplasmas de la resina y aceites esenciales en alcohol o aceite de ajonjolí. La razón para utilizar alcohol como solvente es que los cannabinoides son muy solubles en él y por lo tanto, la distribución de estos sobre la inflamación es más uniforme y la acción curativa es más efectiva. El aceite de ajonjolí también es un vehículo eficaz ya que contiene un buen número de sustancias afines con algunos componentes de los extractos de marihuana, tales como los ácidos grasos y algunos otros compuestos de estructura similar al tetrahidrocannabinol, lo que podría potenciar la acción curativa al aumentar la concentración de ese tipo de compuestos.

Para administrar este fármaco se deberían eliminar los terpenoides (C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>) del extracto de la planta, ya que estos compuestos son tóxicos y se oxidan fácilmente al entrar en contacto con el aire.

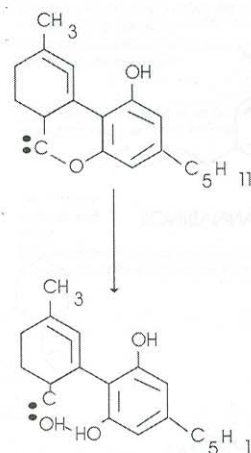
En la actualidad se han realizado estudios para establecer cómo se podría inhibir el efecto psicoactivo de la marihuana con fines terapéuticos; estos estudios han llevado a la síntesis de dos fármacos: la nabilona y el naboctate, los cuales, al ser ingeridos por los pacientes que sufren de glaucoma, han demostrado no tener efectos alucinógenos potentes y tienen la estructura básica siguiente:



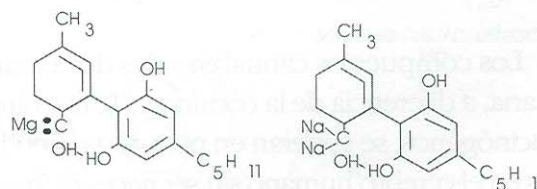
La reducción de los efectos psicoactivos es debida a la remoción de los grupos metilo del carbono 6 y la variación en la posición del doble enlace del ciclohexeno, del carbono 9 al carbono 8, presentando así el 9-tetrahydrocannabinol características alucinógenas y el 8-tetrahydrocannabinol, no.

Los compuestos medicinales con esta estructura pueden ser utilizados con este fin, pero los efectos alucinógenos se podrían eliminar totalmente rompiendo, por hidrólisis, el anillo de dihidrobenzopirano, esto por cuanto la literatura científica reporta que para que un cannabinoide sea psicoactivo debe contener en su molécula esta estructura y además, poseer un doble enlace, trans, entre este anillo y el del ciclohexeno.

El problema del doble enlace ya está resuelto en estos dos medicamentos anteriores, para el problema de la eliminación del dihidrobenzopirano propongo una ruptura por hidrólisis, de la siguiente manera:



Se sugiere en este trabajo, que el medicamento se puede potenciar reemplazando los dos metilos del carbono 6 por un ión magnesio ( $Mg^{++}$ ) o dos iones sodio ( $Na^+$ ), puesto que en la mayoría de los casos las enfermedades reumáticas van acompañadas de insuficiencias renales que hacen que la eliminación de ácido úrico sea deficiente, incluso nula y las medicinas alternativas, en especial la homeopatía, han mostrado que las sales de magnesio y sodio producen un equilibrio mineral en los riñones, lo que haría que estos eliminaran mayores cantidades de ácido úrico. Así, se podrían proponer compuestos cannábicos del tipo:



De esta forma al ser ingerido el compuesto, los iones metálicos se ionizarían y el esqueleto cannábico se hidroxilaría para pasar al área afectada.

### El cannabis elimina el ácido úrico

El ácido úrico, derivado del metabolismo de las purinas -que se ingieren en los alimentos- se concentra gradualmente en las articulaciones formando, con el tiempo, cristales de urato mono, di, tri y tetra sódicos, siendo este último la sal de sodio menos soluble de las cuatro. Estas sales son un factor importante en la producción del dolor y las inflamaciones características de los males reumáticos. La formación de estos cristales se favorece debido a que en tejidos, como el de las articulaciones, hay una buena cantidad de iones metálicos, como el sodio. El medicamento cannábico hidroxilado entra en contacto con el urato sódico sustituyendo los átomos de sodio que lo hacen insoluble, por grupos hidroxilo; así, el urato se convierte en 1,3,7,9-tetrahidroxi-2,6-oxo-purina, compuesto que resulta menos peligroso para el organismo que el ácido inicial, por sus condiciones básicas de pH y su buen grado de solubilidad.

Por esta reacción el medicamento cannábico deja de ser hidroxilado y podría ser fácilmente eliminado por la orina y el sodio vuelve al tejido articular en su forma iónica inicial.

### Los corticoides de la marihuana disminuyen la Inflamación

La reducción del urato sódico, por parte del medicamento cannábico, hace que se disminuyan en gran medida los síntomas inflamatorios característicos de las enfermedades articulares y por lo tanto, que se reduzca el dolor y vuelva la movilidad en las articulaciones.

Pero las inflamaciones no son únicamente producidas por los excesos de ácido úrico, tam-

bién se pueden producir por estados de Condrocalcinosis Articular, que consisten en depósitos de sales insolubles de calcio, en especial de fosfato y pirofosfato cálcico ( $\text{Ca}_2\text{P}_{20_7}$ ); con el tiempo, estos depósitos de cristales se agrupan con otros depósitos cercanos y aumentan de tamaño llevando consigo el deterioro del cartílago articular, volviéndolo más blando y frágil y produciendo terribles dolores en la articulación afectada. Estos depósitos cristalinos se desprenden desde el cartílago exterior hasta el interior de la articulación causando presión sobre la membrana ubicada en la articulación llamada sinovio. Esta presión desencadena una reacción inflamatoria como respuesta al daño, la que podría estar mediada por prostaglandinas, hormonas locales que están situadas en todos los tejidos corporales y se encargan de llevar ciertos impulsos al cerebro. La reacción inflamatoria se ve acompañada por un derrame de líquido sinovial; la inflamación es la acumulación de este líquido en los tejidos.

Para el tratamiento de este tipo de afecciones se han utilizado, en medicina, los corticoides sintéticos, tales como el cortisol. La marihuana contiene corticoides y cortisol, los que podrían disminuir las inflamaciones reaccionando con las sales cálcicas para formar sales solubles de reacción de hidroxiacetato de calcio, iones bifosfato y un compuesto esteroideo derivado del cortisol inicial; todas estas reacciones podrían verse influenciadas en gran medida por el agua y las sales minerales (sobre todo las que tienen fósforo) contenidas en los tejidos articulares. La disminución de la hinchazón por este método natural puede eliminar los dolores articulares que acompañan las patologías reumáticas.



uso de esta planta, terminó con la mayoría de estas prometedoras investigaciones y en la actualidad se dificulta enormemente la posibilidad de retornarlas o iniciar nuevos estudios al respecto.

Los componentes de la marihuana no deberían clasificarse como alcaloides, pues tiene diferencias estructurales con los miembros de este grupo. A diferencia de las sustancias alcaloides, el tetrahidrocannabinol, el componente activo de la marihuana, es un compuesto no nitrogenado, no tóxico y se produce en cantidades pequeñas en el organismo humano. Por esta razón los alucinógenos derivados de la marihuana deberían conformar un grupo particular de sustancias al que se podría denominar "*Alucinógenos Cannabinoídes*".

Los preparados medicinales a base de marihuana serían unos excelentes remedios contra las enfermedades reumáticas, pues ofrecen beneficios como: eliminación del ácido úrico, disminución de inflamaciones y dolores causados por estas patologías, la no toxicidad y la fácil preparación y eliminación, ofreciendo nuevas posibilidades para mejorar la calidad de vida de los pacientes que padecen estas enfermedades.

## BIBLIOGRAFÍA

ADIS INTERNATIONAL LIMITED. NSAID Topical Formulations: A Way Of Reducing Toxicity In The Elderly? .Drugs & The Perspect; USA. 1997.

GOODWIN, T.W. 1965. Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments. Ed. Academic Press. London.

GRINSPOONS, L., BALAKAR, J. 1997. Marihuana, la medicina prohibida. Paidós, Barcelona.

MORRISON, R. BOYD, R. 1998. Química orgánica. Quinta edición. Ed. Addison Wesley. México.

MURRAY, R. 1997. Bioquímica. Ed. Manual Moderno. México.

SOLÉ, J., RAMOS, J. 2001. Cannabinoídes. Aspectos psiquiátricos y bioquímicos. Ed Rol S.A. España.

## **HB, PEG Y PFC: ¿QUÉ HAY CON ELLO?\***

ANDREA ESPINOSA  
HILDA AURORA GIL CIFUENTES  
KATHERINE SALGADO\*\*

### INTRODUCCIÓN

En la propagación de virus que afectan al organismo humano, como el SIDA y otros, se realizan investigaciones para proponer sustitutos de materiales que se hacen necesarios en transfusiones sanguíneas.

En esta ponencia se somete a discusión una propuesta de un sucedáneo de la sangre a partir de la hemoglobina bovina y se discute sobre las reacciones químicas que los autores consideran admisibles para su fabricación.

### La sangre

La sangre es el vehículo para la comunicación metabólica entre los órganos del cuerpo. Transporta los nutrientes desde el intestino delgado hasta el hígado y a otros órganos y transporta los productos de desecho hasta los riñones a fin de excretarlos. La sangre es también el vehículo para el transporte de oxígeno desde los pulmones hasta los tejidos y el transporte de dióxido de carbono

no producido durante el metabolismo respiratorio de los tejidos, hasta los pulmones en donde se excreta. Además, las hormonas son transportadas desde las glándulas endocrinas, por la vía de la sangre, a los órganos que constituyen sus blancos específicos, desarrollando de este modo su función de mensajeros químicos

### Composición

Constituyente	Función principal
Agua	Disolvente para el transporte de sustancias
Sales: sodio, potasio, magnesio, cloruros, calcio y bicarbonato.	Equilibrio osmótico, regulación del PH y de la permeabilidad de las membranas.
Proteínas plasmáticas, albúmina, fibrinógeno e inmunoglobulinas	Equilibrio osmótico, regulación del PH, coagulación y defensa.
Tipo celular	Función celular
Eritrocitos (glóbulos rojos o hematíes) 5-6 millones por ml de sangre	Transporte de oxígeno y de dióxido de carbono
Leucocitos (glóbulos blancos) 5000 a 10000 por ml de sangre	Producción de anticuerpos para defensa contra infecciones
Plaquetas 250000 a 400000 por ml de sangre	Mecanismo de coagulación

\* Ponencia presentada en el Seminario de Química. Octubre 2003

\*\* Estudiantes del Departamento de Química de la U. P. N.

## Funciones

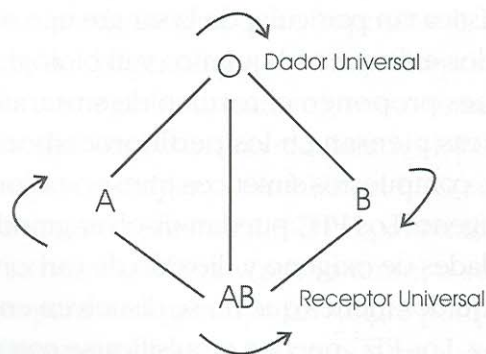
La diversidad de nutrientes que transporta la sangre explica la complejidad de su composición. Su volumen se reparte casi por igual entre células y plasma. A la sangre le compete realizar el transporte de nutrientes y mensajeros químicos, así como regular la respiración, la coagulación y las defensas inmunitarias.

## Grupos Sanguíneos

Karl Landsteiner fundó el sistema de los grupos sanguíneos ABO, halló dos azúcares -los llamo A y B- que hacen parte de la superficie de los hematíes; cada individuo posee una combinación de esos dos azúcares o bien carece de ambos. Hoy se sabe que existen cuatro combinaciones que constituyen los grupos sanguíneos. Si estos tipos de sustancias se mezclan en una transfusión los anticuerpos de la sangre del receptor reaccionan contra los azúcares (antígenos) de la superficie de los hematíes del donante, la reacción provoca aparición de coágulos, hemólisis (cuando la hemoglobina sale de los hematíes) y puede llevar a la muerte.

La sangre de una persona de tipo A puede inyectarse a una persona con sangre A o AB; la de tipo B a quien tenga sangre B ó AB; y la de tipo AB sólo a quien tenga AB. La de tipo O, que carece de los antígenos A y B, puede inyectarse a cualquiera -lo que hace de las personas con tipo O donantes universales- pero los individuos de tipo O sólo pueden aceptar sangre de tipo O. Por último, los individuos de tipo AB, aceptores universales, pueden recibir sangre de los tipos A, B, AB y O.

## Tipos de sangre



Relación entre los tipos de sangre

La determinación del grupo sanguíneo debe extenderse también al factor Rh. Si el individuo presenta este antígeno se dice que es Rh+ y si no lo posee es Rh-, sin embargo, puede darse tanto en individuos Rh+ como Rh-.

## Los sucedáneos de la sangre

Un buen sucedáneo de la sangre debe reunir un mínimo de características o requisitos imprescindibles. De entrada, debe hallarse exento de toxicidad, transportarse sin dificultad y no ser vector de enfermedades. No despertará ninguna respuesta inmunitaria y habrá de servir para todos los grupos sanguíneos.

El compuesto ha de permanecer también en circulación hasta que el organismo restaure su propia sangre. Su eliminación no provoca efectos secundarios. La sangre se conserva a 4 C y aun así solo aguanta 42 días, a un buen sucedáneo se le exigirá una vida larga. Tendrá además que desempeñar muchas funciones de la sangre.

Como se sabe, la función básica de la sangre es el transporte de oxígeno. Por esta característica tan particular de la sangre han surgido dos enfoques: el químico y el biológico. Quienes proponen el recurso de sustancias químicas piensan en los perfluorocarbonos (PFC), compuestos sintéticos transportadores de oxígeno. Los PFC pueden disolver grandes cantidades de oxígeno y dióxido de carbono. Son líquidos inertes que no se disuelven en el plasma. Los PFC pueden emulsificarse con un agente que les permita formar partículas que se dispersen por la sangre. Los PFC ceden el oxígeno de una manera pasiva. El oxígeno de los pulmones pasa a los PFC que flotan en el plasma, sin que intervengan los hematíes. Los PFC se distribuyen por el organismo: se difunden en los capilares y truecan oxígeno por dióxido de carbono.

Los PFC poseen la ventaja de que la cantidad de oxígeno que pueden captar es directamente proporcional a la cantidad de oxígeno inhalada. Por tanto, se puede suministrar este gas a un paciente con presión parcial de oxígeno por encima del aire de la habitación, pueden absorber y transportar más oxígeno, transfieren gases con rapidez por que no tienen que difundirse a través de las membranas, se eliminan de la circulación por el sistema retículo endotelial, que acumula las gotitas en el bazo e hígado hasta que se exhalan en forma de vapor por los pulmones. Las gotitas desaparecen entre cuatro y doce horas después de la inyección del compuesto en el organismo.

El punto de esta ponencia es el uso de la hemoglobina como un sucedáneo de la sangre (sucedáneos biológicos). Lo primero que se

utilizó fue la hemoglobina animal, inyectada a perros, en su estructura básica o desnuda. Se observó que la hemoglobina desnuda es inestable y su eliminación es muy rápida en el organismo produciendo deficiencia renal y la muerte.

Los mismos problemas pueden presentarse con la hemoglobina humana, teniendo en cuenta que la hemoglobina siempre ha estado en los vertebrados y no varía de unos a otros. Para que esta proteína sea eficaz ha de contener 2,3-difosfoglicerato (2,3-DPG), compuesto exclusivo de los hematíes. Sin 2,3-DPG, la hemoglobina se une al oxígeno en los pulmones pero no lo libera en los tejidos del organismo. Sin 2,3-DPG y otros componentes de los hematíes, la hemoglobina tiene mayor propensión a auto oxidarse. Se han propuesto muchas explicaciones al respecto, pero la que se quiere retomar puntualmente en este trabajo es la unión de la hemoglobina, por conjugación, con el polientilenglicol (PEG), para esto se debe tener en cuenta que la hemoglobina bovina es la más apropiada debido a que no requiere 2,3-DPG para el transporte de oxígeno a los tejidos. Al unir la hemoglobina bovina con el PEG lo que se pretende es agrandar la estructura de la molécula para así evitar su rápida eliminación, como ocurre con la hemoglobina desnuda. Los enlaces con el PEG y la hemoglobina son de carácter polar, porque tanto el PEG como la hemoglobina tienen características polares.

El PEG por su estructura, en el extremo de la cadena posee un grupo hidroxilo que tiene la capacidad de ionizarse y dejar al oxígeno cargado negativamente. La hemoglobina en su estruc-

tura terciaria es más estable. Los enlaces propios de la estructura terciaria lobular pueden ser de cinco tipos principales, uno covalente y cuatro no covalentes: el enlace covalente por formación de un puente disulfuro entre las dos cadenas laterales de la cisteína. Los enlaces no covalentes se establecen: por fuerzas electrostáticas entre cadenas laterales ionizadas con cargas de signo opuesto, por enlaces de hidrogeno adicionales, por enlace hidrofóbico entre cadenas laterales, apolares y por enlaces hidrofílicos o polares debido a las interacciones dipolo—dipolo, frecuentes en las cadenas laterales con grupos hidroxilo (OH). Como es lógico, resulta esencial el enlace covalente por puente disulfuro. En los enlaces no covalentes la contribución más decisiva corresponde a los hidrofóbicos.

El mantenimiento del enlace hidrofóbico exige una gran proximidad de los grupos no polares de los aminoácidos. Como resultado, la molécula de la estructura terciaria globular suele contener un interior compacto de carácter no polar. Mientras que las cadenas laterales más polares quedan orientadas hacia la superficie, lo que permite que los aminoácidos polares de la hemoglobina, al encontrarse en la parte superficial de la proteína, generar un enlace dipolo-dipolo entre el radical del aminoácido que pierde el grupo hidroxilo (OH) dejando el carbocatión y permitiendo así el enlace con el oxígeno parcialmente negativo del PEG. Los aminoácidos hidrofílicos de la hemoglobina son: ácido aspártico, ácido glutámico, asparagina, glutamina y serina. La cisteína a pesar de ser polar no se encuentra en el exterior de la molécula sino en el interior como enlace covalente, colaborando con la estructura terciaria de la hemoglobina.

La propuesta en que se fundamente este trabajo es que el sucedáneo pueda servir para todo tipo de sangre, que sea posible el transporte de oxígeno, que es la función principal de la hemoglobina, (sangre), como se sabe, la hemoglobina bovina no requiere 2,3-DPG para transportar oxígeno, también, el PEG tampoco requiere contener 2,3-DPG para transportar la hemoglobina y por lo tanto, a su vez, sirve para cualquier tipo de sangre porque no contiene antígeno de los grupos sanguíneos y se puede comportar como donante y aceptor universal, a la vez.

Aparte de todo al PEG se ha catalogado como el precursor de los hematíes puesto que el posee la capacidad de transportar la hemoglobina y llevarla por el torrente sanguíneo, evitando que ella sea expulsada por la orina.

Por toda la polémica presentada a raíz del SIDA, las personas desconfían de cualquier tipo de sangre, por lo tanto, los sucedáneos se utilizan cuando se genera la necesidad de restablecer el volumen sanguíneo, como son los casos de accidentes o tragedias.

La pérdida abundante de sangre representa un riesgo grande en muchos procesos patológicos. La hemorragia de un 30 a un 40% puede ser compensada por el propio organismo con la producción de hematíes, la movilización de sangre desde órganos no esenciales y el desplazamiento de líquidos a la circulación para restaurar el volumen sanguíneo. Sin embargo, y a tenor de la edad y estado de salud del individuo, unas pérdidas de sangre por encima del 40% demandan una transfusión.

## BIBLIOGRAFÍA

NUCCI, M, L., ABUCHOWCKI, A 1998.  
Sucedáneos de la sangre.

Revista Investigación y Ciencia, No 259, Pág.  
14-19

LEHNINGER, A, 1986. Principios de bioquímica. Ediciones Omega.

STRAYER L, 1995. Bioquímica 4 Ed. Reverté

MONTGOMERY, R, Bioquímica, Casos y Textos 6. Ed. Madrid.

---

### Seminario de Pedagogía y Didáctica

Lunes de 7 a 9 a.m. · Aula 404 B  
Departamento de Química UPN

---

## SÚPER PLASTICIDAD EN ALEACIONES DE ALUMINIO Y NÍQUEL\*

ROSA GONZÁLEZ GALLEGO\*\*

### Introducción

Gracias al fenómeno de la superplasticidad, se puede estirar un material; esta propiedad la presentan ciertos metales cuando se encuentran a una temperatura cercana a su punto de fusión.

Cuando las aleaciones de aluminio y algunos otros metales son calentadas a 982 C, se pueden estirar hasta formar una lámina bien delgada. Así esta lámina delgada y caliente se puede poner alrededor de un molde. Cuando la lámina de metal se enfría mantiene la forma del molde. El resultado es una pieza de máquina extremadamente fuerte, pero delicadamente detallada. Por lo anterior, se puede llamar superplástico a un metal que puede deformarse con tensión, sin que aparezcan en la región extendida constricciones o cuellos, esto

quiere decir que la parte deformada no presenta cambios en su diámetro.

¿Qué aporta la afirmación de que el metal tiene superplasticidad y puede moldearse? Por ejemplo, las piezas de los aviones necesitan ser fuertes y livianas. Hasta hace poco el armazón de muchos aviones se construía con piezas de metal. Las piezas se cortaban para formar el molde y luego se soldaban. Todas las piezas y la soldadura hacían que el avión fuera muy pesado. Se necesita mucha energía para mantener en vuelo un avión construido en esa forma. Por esta y muchas otras razones, los científicos buscan la manera de transformar el metal en láminas delgadas que se puedan moldear como piezas fuertes y livianas.

Las primeras publicaciones sobre el comportamiento superplástico de un metal aparecieron entre 1912 y 1940; a partir de entonces se conoce información que describe el estiramiento de latones fabricados con aleaciones de cobre y cinc; una probeta, de solo 10 cm, de una aleación de bismuto y estaño, se había deformado

\* Ponencia presentada en el Seminario de Química. Octubre de 2003.

\*\* Estudiante del Departamento de Química de la U. P. N.

sin fracturarse hasta alcanzar casi dos metros de longitud.

En 1945 Bochvar comenzó una intensa investigación sobre la superplasticidad; fue el inicio de numerosos trabajos y nacimiento del primer Instituto dedicado exclusivamente a la superplasticidad. Fue a partir de estos estudios que el mundo occidental, en los años sesenta, comenzó a interesarse por esta propiedad, abordando algunas aleaciones de Zn-Al, y Pb-Sn. Se demostró que era posible dar forma a láminas de estas aleaciones mediante aire a presión, obteniéndose así esferas y otros cuerpos geométricos.

Teniendo en cuenta lo anterior, acerca de los metales, se plantean las siguientes afirmaciones:

- Las aleaciones se deforman en mayor porcentaje que sus respectivos componentes puros (metales), es decir, tienen mayor efecto superplástico.
- La súper plasticidad se presenta en los metales por deslizamiento de granos, mas no por defectos de la red cristalina.

Para demostrar lo anterior se analizará una aleación de aluminio y níquel, a partir de las propiedades de los metales que la forman, y se explicará con base en el fenómeno de deslizamiento de granos.

### Defectos de la red cristalina

Los defectos de estructura cristalina pueden ser de dos clases:

- Defectos de punto: entre ellos se encuentran los llamados defectos por vacante, por impureza sustitucional e impureza intersticial.

- Defectos de línea o dislocaciones: pueden ser por: dislocación de arista, helicoidal y dislocación mixta.

Dislocamiento de grano: al observar al microscopio una estructura metálica bien pulida y atacada químicamente, se encuentra que los metales no son continuos sino que se constituyen mediante la unión de mosaicos denominados granos. En algunos casos, como en la lámina galvanizada, estos granos pueden observarse a simple vista. El tamaño del grano puede modificarse para mejorar la resistencia mecánica.

Cuando se calientan los pequeños granos del metal, ruedan uno encima de otros como esferas y luego se dispersan. Los científicos pueden usar esta técnica para estirar una lámina de metal a más de diez veces su longitud inicial. Entre más pequeños sean los granos más rápido ruedan unos encima de otros. Por esto es más fácil trabajar con nanocristales, es decir con granos de diámetro del orden de 10-9 cm de radio.

### Propiedades de los metales

Las propiedades de los metales se clasifican en:

Físicas: dependen del tipo de aleación y las más importantes son peso y calor específico, dilatación térmica, temperatura de fusión y solidificación y resistencia al ataque químico.

Mecánicas: son aquellas que expresan el comportamiento de los metales frente a esfuerzos o cargas que tienden a alterar su forma y son: la resistencia, dureza, elasticidad, plasticidad, tenacidad y fragilidad.

Tecnológicas: determinan la capacidad de un metal a ser conformado en piezas o partes útiles o aprovechables, ellas son: ductilidad, fusibilidad, colabilidad, soldabilidad y facilidad de mecanizado.

Los metales pueden ser frágiles o dúctiles, duros o blandos, de fácil fusión o capaces de soportar temperaturas extremadamente elevadas. De una manera casi paradójica, las propiedades de los metales se acrecientan con frecuencia exponiéndolos a diversos esfuerzos: un metal puede endurecerse por deformación, por exposición a un grado de calor adecuado, puede hacerse más difícil la disminución de la resistencia mecánica a elevadas temperaturas. La clave de estas propiedades radica en la estructura cristalina característica de los metales.

Si se imagina que los átomos de un metal se distribuyen apretadamente, como esferas en una caja, estos tienden a formar planos de máximo empaquetamiento. El modo de colocación de estos planos condiciona muchas de las propiedades de un metal determinado. Aleando un metal, es decir, agregándole átomos de otro metal, se cambia la disposición de los planos de los átomos, incrementando, a menudo, la resistencia mecánica del conjunto. Así, el bronce es más resistente que el cobre y que el cinc, sus dos metales componentes.

En 1930, los metalurgistas empezaron a observar que la red cristalina perfecta no podía explicar todas las propiedades atribuidas a los materiales y a las aleaciones. Hoy resulta evidente que los defectos de la red (lugares donde los átomos del plano no encajan perfectamente), desempeñan normalmente un papel preponderante en la determinación de propiedades, ta-

les como: ductilidad, fragilidad y comportamiento a elevada temperatura. Más recientemente, la metalurgia ha aprovechado estos conocimientos para desarrollar una nueva generación de aleaciones. Para crearlas, los investigadores de materiales han manipulado deliberadamente la compleja estructura de heterogeneidades e imperfecciones en la estructura cristalina de los metales.

Los metales que se usan cotidianamente, representan un hito en la metalurgia. Anteriormente los metalúrgicos se basaban principalmente en ensayos y pruebas, para averiguar qué ingrediente debía añadirse y qué etapas del proceso debían seguirse para obtener las mejores aleaciones. Actualmente, se diseñan aleaciones mediante técnicas basadas en el conocimiento profundo de la microestructura y de la micro-mecánica.

### Aleación Cobre - Níquel

En una aleación convencional, todos los átomos están distribuidos según una estructura cristalina particular; es decir, todos los planos de átomos están colocados según una secuencia determinada. Corrientemente, una muestra consta de muchos granos, o cristales individuales unidos entre sí. Las estructuras cristalinas de diferentes granos no están mutuamente alineadas, pero sí lo están los átomos de los distintos cristales, siguiendo siempre la misma pauta. Por su parte, los átomos de una superaleación están distribuidos en dos o más fases, o tipos de disposición. En las superaleaciones basadas en el níquel, las fases se denominan  $\gamma$  y  $\gamma'$ . Los cristales, diminutos y normalmente cúbicos de la fase  $\gamma'$  se incrustan en una matriz formada por la fase  $\gamma$ . La principal diferencia entre las dos fases radica en que los átomos en la  $\gamma'$  están

mucho más ordenados que en la  $\gamma'$ . Es decir, si bien es verdad que los planos de átomos siguen la misma disposición en ambas fases, también es cierto que los átomos de níquel ocupan lugares específicos en cada plano de la fase  $\gamma'$  y que otros lugares específicos están ocupados por los átomos del otro metal, que suele ser aluminio. (En la fase  $\gamma'$  de la superaleación níquel-aluminio, existen tres átomos de níquel por cada átomo de aluminio.) En la fase  $\gamma$  cada tipo de átomo puede ocupar cualquier sitio.

Para comprender las especiales propiedades de las superaleaciones, es necesario entender primero cómo se comporta la microestructura de un metal frente a una fuerza aplicada. Suponga que se aplica una fuerza de corte a una muestra metálica simple; así, un plano imaginario, llamado plano de cizallamiento, la divide en dos partes imaginarias: mientras la parte superior se ve empujada hacia la derecha por la fuerza aplicada, la parte inferior se mantiene estacionaria: ¿Cuál es el efecto de tal fuerza en la microestructura del metal? Imagine planos de átomos a cada lado de la muestra que sean aproximadamente perpendiculares a la fuerza aplicada y, por tanto, al plano de cizallamiento. La mitad superior del plano situado en el extremo izquierdo de la muestra se desplazará hacia la derecha, pero la mitad inferior no. Si se aplica una fuerza suficiente, el plano se romperá en dos; la mitad superior izquierda se desplazará un poco dentro de la muestra. Podrá ocurrir que se empuje tanto que fuerce el semiplano vecino, el semiplano en el interior de la muestra y ocupando su lugar en el cristal ordenado. El semiplano desplazado desplaza, a su vez, al semiplano vecino, ocupando su lugar.

De este modo, un semiplano adicional se propaga a través de la muestra, con lo que la mitad

superior de la muestra acaba por desplazarse hacia la derecha una distancia atómica interplanar. Si la fuerza se mantiene constante, la muestra continuará deformándose. El plano extra que se desplaza a través de la muestra se denomina línea de dislocación.

Un metal duro ofrece dificultades para el desplazamiento de las dislocaciones en su interior y no se deforma tan fácilmente como un metal que permita el libre movimiento de las dislocaciones. La microestructura de las superaleaciones basadas en el níquel dificulta el movimiento de las dislocaciones; por cuyo motivo, las superaleaciones son más resistentes que la mayoría de las aleaciones ordinarias.

La clave de la resistencia de las superaleaciones de níquel reside en la presencia de cristales de la fase  $\gamma'$ . Esta fase está ordenada: los átomos de níquel y de aluminio ocupan posiciones específicas dentro de la red cristalina. Cuando un semiplano se desplaza, ocupando el lugar del vecino, ciertas posiciones atómicas que en el semiplano original estaban ocupadas por átomos de aluminio lo están ahora por átomos de níquel, y viceversa. Esta disposición atómica tiene mayor *energía interna* que la fase  $\gamma'$  sin deformar, dificultando el desplazamiento de una dislocación a través de la fase  $\gamma'$ . (Las dislocaciones se desplazan a través de la fase  $\gamma'$  por pares; una segunda dislocación debe moverse a través del material suprimiendo el desorden causado por la primera).

En una muestra de una superaleación que contenga ambas fases, las dislocaciones se

mueven con relativa facilidad a través del material en la fase  $\gamma$ , pero se frenan y se anclan en los cristales de la  $\gamma'$ . Por tanto, las superaleaciones resisten la deformación y son más rígidas que una aleación convencional. Una superaleación se fabrica fundiendo una pieza de níquel y agregando aluminio; normalmente se agrega cierto porcentaje de cromo para proteger de la corrosión al producto final, y pequeñas cantidades de otros metales, como titanio y tungsteno, para aumentar aún más la estabilidad; luego la mezcla líquida se enfría y aparece una masa de fase  $\gamma$  de níquel-aluminio puesto que el punto de solidificación de la fase  $\gamma$  es superior al de la fase  $\gamma'$ . Cuando la aleación experimenta un posterior enfriamiento en su estado sólido, precipitan pequeños cubos de fase  $\gamma'$  dentro de la matriz de fase  $\gamma$ . El tamaño final de las partículas de  $\gamma'$  se controla variando la velocidad de enfriamiento del material.

Las piezas de superaleaciones presentan la máxima resistencia mecánica cuando contienen una elevada proporción (cerca del 60 %, en volumen) de diminutos cristales de  $\gamma'$ . Sin embargo, cuando las piezas en servicio se exponen a elevadas temperaturas, los pequeños cristales de  $\gamma'$  tienden a crecer.

Para conseguir ciertas propiedades mecánicas, a elevada temperatura, y mantenerlas a pesar de su exposición a muchos ciclos de uso, se han ideado complejos tratamientos térmicos. Un procedimiento típico consiste en calentar la aleación a una temperatura relativamente elevada, enfriarla rápidamente y luego envejecerla a baja temperatura, con el fin de conseguir el adecuado tamaño y la oportuna

distribución de los cristales de  $\gamma'$ . En los últimos años, ha despertado gran interés en metalurgia cierta modificación de las superaleaciones de níquel-aluminio. Desde hace algún tiempo, se sabe que la resistencia mecánica de la fase  $\gamma'$  pura, de níquel-aluminio crece drásticamente con la temperatura. Durante décadas, este efecto ha intrigado a los investigadores, pero los intentos de sacar partido de esta propiedad se han visto sistemáticamente frustrados por otra propiedad de la fase  $\gamma'$  relacionada con su dureza: su extrema fragilidad. Al fabricar una muestra pura de fase  $\gamma'$  de níquel-aluminio, los granos individuales, o cristales, de  $\gamma'$  mantienen dura la muestra, pero los granos se separan de sus vecinos por el límite de grano (las fronteras entre granos) y la muestra tiende a pulverizarse.

En 1963, Joseph B. Moore y Roy L. Athey, de Pratt & Whitney, informaron que ciertas superaleaciones de níquel, con grano muy pequeño, podían fabricarse gracias a su superplasticidad. El pequeño tamaño de grano necesario se consigue deformando vigorosamente el material a una temperatura por debajo de la que permite la cristalización de la fase  $\gamma'$ . Es fundamental la presencia de partículas de  $\gamma'$  para evitar la recristalización de la matriz de fase  $\gamma$  y, por tanto, el crecimiento de los granos. Una vez se ha llevado el material a la condición superplástica, es posible deformarlo, como si fuera una masilla, en la forma prevista. Después, las piezas así deformadas se tratan térmicamente, se enfrían rápidamente y se envejecen, para conseguir una microestructura más resistente y estable a elevada temperatura que la ofrecida por granos pequeños de la estructura superplástica.

## Conclusiones

La deformación de los metales o superplasticidad se produce por deslizamiento de un grano sobre otro, tal como sucede con los granos de arena o de sal y no por deslizamiento de planos atómicos, asistidos por dislocaciones.

Las aleaciones tienen mayor efecto superplástico que sus componentes puros, pues al combinarse los átomos de los dos metales, hay una mejor acomodación entre ellos, esto contribuye positivamente a las propiedades mecánicas de los metales.

## BIBLIOGRAFÍA

TORRES VILLASEÑOR, G. 1997. Metales que se comportan como plásticos. Revista Investigación y Ciencia, No. 248.

SHACKELFOR, J, F. 1998. Introducción a la ciencia de los materiales para ingenieros, 4 Ed. Prentice Hall. España.

SIEGEL, W. R (1997). Creación de materiales nanofásicos. En: Revista Investigación y Ciencia. No. 245

[www.Metalunivers.com/1pm/PmO2/Pmo2](http://www.Metalunivers.com/1pm/PmO2/Pmo2)

## Acuerdos de la comunidad

La siguiente tabla recoge sufijos y prefijos de algunos grupos característicos importantes en la nomenclatura sustitutiva. Para mayor información se puede consultar [http://www.acdlabs.com/iupac/nomenclature/93/r93\\_296.htm](http://www.acdlabs.com/iupac/nomenclature/93/r93_296.htm)

Clase de compuesto	Fórmula	Prefijo	Sufijo
Alcoholes, Fenoles	$\text{—OH}$	Hidroxi	ol
Alcoholatos, Fenolatos	$\text{—O}^-$	óxido	olato
Aldehídos	$\text{—CHO}$	formil	carbaldehid
	$\text{>(C)HO}$	oxo	al
Cetonas	$\text{C)=O}$	oxo	ona
Ácidos carboxílicos (C)OOH	$\text{COOH}$	carboxi	ácido carboxílico
		ácido oico	
Carboxilatos	$\text{—COO}^-$	carboxilato	carboxilato
	$\text{—(C)OO}^-$		oato
Ésteres (de ác. carboxílicos)	$\text{—COOR}$	R-oxicarbonilo	R- - - carboxilato
			R- - - oato
Amidas	$\text{—CO —NH}_2$	carbamoilo	carboxamida
Aminas	$\text{—NH}_2$	amino	amina
Éteres	$\text{—OR}$	R—oxi	

## PROYECTOS ESCOLARES DE BIOTECNOLOGÍA\*

CAROLINA ESPITIA GÓMEZ\*\*

### Justificación

Se ha tenido la oportunidad de visitar algunos colegios bogotanos en donde se manifiesta apatía y falta de interés por adquirir nuevos conocimientos o entender explicaciones científicas de hechos y procesos naturales. Esta situación permite reflexionar sobre la práctica pedagógica y propicia la incorporación de nuevas estrategias que despierten en el estudiante, la curiosidad y el entusiasmo por el conocimiento científico.

El análisis del problema objeto de la presente investigación, tiene su razón de ser por sus lazos indisolubles con numerosos campos del conocimiento, como la historia, la sociología, la psicología y la filosofía de las ciencias, entre otras; además de las propias disciplinas científicas. En consecuencia, se deben propiciar condiciones para facilitar la creatividad y la experimentación, por parte de los estudiantes, induciéndolos a construir su propio aprendizaje.

La enseñanza de las ciencias y específicamente de la Biotecnología, como campo de sa-

ber, experimentación e investigación educativa, pretende que los contenidos y recursos didácticos tengan un significado lógico-potencial para el estudiante, lo que obliga a retomar, adaptar y aplicar estrategias didácticas que orienten las prácticas de laboratorio (uso y experimentación), y diseños didácticos (lúdica), partiendo de las necesidades e intereses del estudiante.

### Marco Conceptual

Hoy en día la educación ofrece la posibilidad de crear un ambiente favorable y una actividad pedagógica que permitan mejorar la calidad educativa. Sin embargo, es importante profundizar y buscar estrategias de aplicación y evaluación de la práctica pedagógica. Estas permiten orientar el desarrollo de la autonomía, la singularidad, la apertura y la trascendencia en los estudiantes, en la medida en que generen juicio crítico, creatividad, libertad de opción, sociabilidad y que permitan desarrollar potencialidades y valores científicos, morales, éticos, religiosos, culturales y otros que orienten a los estudiantes a diseñar su proyecto de vida; por consiguiente, una de las tareas sería el diseño de modelos que les permitan a los estudiantes aprender las cosas por sí mismos con la ayuda del material que se les presente.

Proyecto de práctica Pedagógica y Didáctica II, desarrollado en el I.P.N. en 2003.  
Estudiante del Departamento de Química de la U. P N.

## Antecedentes

La enseñanza tradicional de las ciencias presenta los objetivos tan solo de manera descriptiva y declarativa, más dirigidos a lo que el profesor debe realizar, que a las acciones que el alumno debe ejecutar; sin establecer las habilidades que debe desarrollar en los educandos, asignándoles, a estos, el papel de entes pasivos en el proceso de enseñanza, se les exige la memorización de la información transmitida llevándolos a reflejar la realidad objetiva como algo estático.

En la escuela tradicional no contaban, ni el maestro ni el alumno con un material auxiliar. Por tal razón Pavlov, Watson y Skinner, mostraron a los pedagogos tradicionales la conveniencia de utilizar y adecuar los recursos didácticos a sus modelos pedagógicos. Esta enseñanza conservó sus propósitos, sus objetivos y su secuenciación, presentándose una variación importante exclusivamente en sus recursos didácticos.

## Delimitación y formulación del problema

En el seminario de biotecnología hay que resaltar que muchos de los temas que se tratan, por ejemplo en química, tienden a volverse tediosos, por más que el profesor tenga la intención de desarrollar una buena clase no va a ser suficiente, pues a los estudiantes les falta motivación hacia la química desde sus primeros cursos; por lo tanto, es necesario diseñar algunas estrategias que lleven a realizar un seminario de biotecnología con un nivel alto.

## Objetivos

Proponer actividades pedagógicas para la orientación del proceso educativo que influ-

yan en el desarrollo de las potencialidades del estudiante.

- Relacionar las diferentes prácticas de laboratorio.
- Tomar como soporte la investigación planteada en el aula de clase para verificar la importancia de la aplicación de las estrategias pedagógicas.

## Metodología

Este trabajo es descriptivo y a población objeto del presente estudio está constituida por estudiantes del grado décimo del Instituto Pedagógico Nacional, aunque la observación también se realiza con estudiantes del grado once y algunos instrumentos se aplicarán a este curso para detectar las posibles fallas en la elaboración de los proyectos escolares en biotecnología.

Teniendo como base la observación directa de la problemática, se diseñarán formatos que incluyan una serie de preguntas cortas y precisas, sobre las situaciones percibidas en el desarrollo del seminario de biotecnología y en el campo de la práctica pedagógica, describiendo e interpretando lo que ocurre en la interacción entre estudiantes, docentes y participantes de la investigación.

## Resultados y análisis

Se aplicó una encuesta a los 28 estudiantes de grado décimo que cursan el seminario de biotecnología, de los cuales 26 la respondieron.

En las respuestas a la primera pregunta se manifiesta el interés que tienen por el seminario de biotecnología, puesto que este es el énfasis que escogieron, así mismo se nota que el seminario no entra a competir con las otras asignaturas que cur-

san durante este año, esto se concluye por que el puntaje obtenido es considerablemente alto en comparación con los de las demás asignaturas.

Asignatura	No. Estudiantes	%
Biología	12	46.1
Filosofía	3	11.5
Trigonometría	3	11.5
Ed. Física	2	7.7
Sistemas	1	3.8
Música	1	3.8
Desarrollo Humano	1	3.8
Química y Física	1	3.8
No responde	2	7.7

Para la segunda pregunta, se concluye que la mayoría de los estudiantes piensa que el seminario de Biología es bueno, que no tiene nada que envidiarle al de otros colegios en cuanto a la experimentación, de igual manera que tiene un buen reconocimiento en la ciudad. También evalúan a sus profesores y los consideran eficientes, dinámicos y muy capaces de formarlos con unas buenas bases en biología.

Respuesta	No. Estudiantes	%
SI	24	92.3
NO	2	7.7

Con la tercera y cuarta pregunta se pretendía averiguar si recordaban los temas que habían visto durante el año y la trascendencia que tuvieron durante su año escolar. Ellos identificaron plenamente los temas que fueron más de su agrado y los que se le facilitaron, se observa que los temas que más les llamaron la atención, por su fácil manejo y entendimiento, fueron los temas de biología por otra parte, los temas que consideran se les dificultaron fueron los de química; esto puede ser consecuencia de la relación y trato con los profesores, ya que este es determinante en el momento de ser escuchados y atendidos.

TEMÁTICA	No. ESTUDIANTES	%
Cultivo In Vitro	19	73
Genética	5	19.2
Microbiología	1	3.8
Biología Molecular	1	3.8

En la quinta pregunta se opta por recoger algunas sugerencias para el desarrollo del seminario en el próximo año, esto con el fin de mejorar la calidad y el nivel de los estudiantes.

TEMÁTICA	No. ESTUDIANTES	%
Ciclo de Krebs	9	34.6
Bioquímica	8	30.8
Genética	5	19.2
Ninguna	2	7.7
Limnología	1	3.8
Fitoquímica	1	3.8

En la sexta pregunta se pretende dar vía a las labores que las nuevas tecnologías se han llevado a cabo en el IPN, pero también es importante resaltar que es preocupante que la mayoría realiza todas sus consultas en Internet y está desplazando los libros que dentro de sus características más importantes tiene la que puede ser consultado en cualquier sitio, más manual y fácil de transportar.

SEMINARIO	No. ESTUDIANTES	%
Está bien	11	42.3
Explicaciones	5	19.2
Más prácticas	5	19.2
Salidas	2	7.7
Más profesores	1	3.8
No responde	1	3.8
No sabe	1	3.8

HERRAMIENTAS	No. ESTUDIANTES	%
Internet	10	38.47
Elementos de laboratorio	7	26.9
Bibliografía	3	11.6
Apuntes	2	7.7
No responde	2	7.7
Clases personales	1	3.8
Audiovisuales	1	3.8

## Conclusiones

Se determinan fallas en el seminario de biotecnología, sobre todo en la parte de química, ya que las bases que tienen no son las mejores.

Se logra recoger información acerca de lo que piensan los estudiantes de sus profesores y de su clase, siendo positiva en los dos aspectos; los estudiantes se muestran conformes.

Una de las conclusiones más relevantes es la dificultad que presentan los estudiantes en el aprendizaje de bioquímica, es necesario evaluar qué parámetros están influyendo para que este conocimiento sea difícil de adquirir.

Por último, se debe propiciar para la recuperación de la lectura de los libros de ciencias y evaluar el uso que están haciendo de Internet en la búsqueda de información.

## BIBLIOGRAFÍA

BETANCOURT, M., PUCHE, M<sup>a</sup>, E. 1997. Reflexionando sobre nuestras concepciones. M.E.N. Santa fe de Bogotá.

CHARRIA, M., FANDIÑO, G., MARINO, G. 1997. Las disciplinas y la formación integral. M.E.N. Santa fe de Bogotá.

DE ZUBIRÍA SAMPER, J. 1994. Los Modelos Pedagógicos. Tratado de Pedagogía Conceptual. Santa fe de Bogotá. Fundación Alberto Merani.

DÍAZ, F. HERNANDEZ, G. 1998. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una Interpretación Constructivista. Ed. McGraw-Hill. México.

FLÓREZ, R. 1994. Hacia una pedagogía del conocimiento. Santa fe de Bogotá. Ed. McGraw-Hill. México.

FORERO, G. 2002. Nuevos horizontes pedagógicos. Vol. III. Impreso Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja.

GALLEGO, D. 2002. Inteligencia emocional. Ed. Códice Ltda. Colombia. .

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. Tesis y otros trabajos de grado. Santa fe de Bogotá. 1999.

## ENCUESTA A LOS ESTUDIANTES

Por favor, responda todas las preguntas de forma sincera, recuerde que solo es una encuesta y por tanto no representa una calificación para usted.

1. De las asignaturas que cursó este año ¿cuál fue la que más le gusto? ¿Por qué?
2. ¿Le agrada como su profesor (a) orienta el seminario de Biotecnología? Por qué?
3. ¿Cual es la temática de Biotecnología que más se le ha facilitado, por qué?
4. ¿Cual es la temática de Biotecnología que más se le ha dificultado, por qué?
5. ¿Cómo cree que debería ser orientado el seminario de Biotecnología? ¿Por qué?
6. ¿Qué herramientas de apoyo utiliza para el desarrollo del Seminario de Biotecnología? Por qué?

## Comentario Bibliográfico

# ADQUISICIÓN Y RETENCIÓN DEL CONOCIMIENTO: UNA PERSPECTIVA COGNITIVA

Ausubel, David P. Cognición y desarrollo humano. Paidós Ibérica S. A ( 2002) Buenos Aires.

Para quienes ejercen la profesión docente en cualquier campo o disciplina, el aprendizaje se constituye en el principal objeto de reflexión. Así mismo, las problemáticas sobre cómo transferir los aportes de las diversas teorías del aprendizaje al contexto específico del trabajo en el aula o, si se quiere, cómo elaborar teoría sobre el aprendizaje al interior de las propias aulas, constituyen temas de interés permanente para la comunidad de educadores.

Continuando con el trabajo inicialmente adelantando en compañía de los profesores Novak y Hannessian, el profesor Ausubel presenta en esta obra una ampliación y profundización acerca de la teoría del aprendizaje verbal significativo, según la cual la adquisición y retención de los conocimientos transmitidos verbalmente son el producto de un proceso activo, integrador e interactivo entre la materia de instrucción y las ideas pertinentes de la estructura cognitiva del estudiante con las que, a su vez, las nuevas ideas pueden enlazar de diversas maneras.

En la obra, el profesor Ausubel realiza una síntesis de la teoría de la asimilación sobre el aprendizaje y la retención de carácter significativo y aclara, entre otros aspectos, la naturaleza del significado, los efectos de las variables de la estructura cognitiva en la adquisición, retención y transferencia de conocimientos y, adicionalmente, explica el efecto de la práctica y los factores motivacionales en el aprendizaje y la retención de carácter significativo.

Como aspecto interesante, el profesor Ausubel aclara en esta obra el papel de la memoria en los procesos de aprendizaje y, además, reflexiona sobre la transferencia de conocimientos a través del lenguaje verbal, muy común en los centros de educación secundaria y universitaria, señalando su importancia para la retención de carácter significativo basada en la recepción.

Espere el N° 43 de...  
**PPDQ**  
Boletín