

## **Aprendizaje por descubrimiento y su eficacia en la enseñanza de la Biotecnología**

Learning by discovery and its effectiveness in teaching the Biotechnology

**Mariana Eleizalde (1)**

mariana.eleizalde@gmail.com

**Nereida Parra (1)**

bionereida@gmail.com

**Carolina Palomino (1)**

carolina.palomino@ciens.ucv.ve

**Armando Reyna (2)**

areyna@inmunobiologia.net.ve

**Iselen Trujillo (3)**

iselen03@yahoo.com

(1) Universidad Central de Venezuela

(2) Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez

(3) Centro de Estudios de Agroecología tropical.

Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez

### **RESUMEN**

*La enseñanza de las ciencias ha sido tema de discusión entre partidarios del aprendizaje por repetición y del aprendizaje por descubrimiento. Existen pocos estudios que comparan los efectos de ambos tipos de enseñanza en estudiantes universitarios. El estudio evalúa la eficacia del aprendizaje por descubrimiento en estudiantes universitarios de ciencia. Se diseñó y realizó un taller enmarcado en el tema de las aplicaciones de la biotecnología, siguiendo un diseño experimental con aplicación de pre-test, desarrollo del taller y aplicación de pos-test. El estadístico t-student permite señalar la efectividad del método, lo cual sugiere aplicar estrategias de enseñanza para favorecer el aprendizaje por descubrimiento de la biotecnología en estudiantes universitarios*

**Palabras clave:** *Aprendizaje por descubrimiento; enseñanza de la biotecnología.*

## **ABSTRACT**

*The teaching of science has been the subject of discussion between supporters of rote learning and discovery learning. There are few studies comparing the effects of both types of education in university students. The study evaluates the effectiveness of discovery learning in students of science. We designed and conducted a workshop framed the issue of biotechnology applications, according to a experimental design with pre-test application, development and implementation workshop the post-test. t-student statistic can indicate the effectiveness of the method, which suggests teaching strategies to encourage learning by discovery of biotechnology in university students.*

**Key words:** *Learning by discovery; the teaching of biotechnology*

## **INTRODUCCIÓN**

La educación es el medio que hace posible el desarrollo de los individuos, mejora sus facultades morales, intelectuales y físicas. La educación no crea facultades en el educando, sino que favorece su desenvolvimiento (Ausubel, *et. al.*, 1990). En el campo educativo se consideran diferentes métodos para favorecer distintos tipos de aprendizaje, según la teoría que se considere como fundamento, la diferenciación de los tipos de aprendizaje, considera diferentes procesos: el aprendizaje repetitivo o memorístico, y el aprendizaje significativo (Martínez y Zea, 2004), bien sea por recepción (Ausubel., *et.al.*,1990) o por descubrimiento (Bruner, 1972).

De acuerdo con las teorías cognoscitivas del aprendizaje, la tarea del educador es favorecer entre sus estudiantes el aprendizaje significativo, asociado con niveles superiores de comprensión de la información y ser más resistente al olvido. En este aspecto, el papel del docente es ayudar a transformar los esquemas de pensamiento, que permita al ciudadano la adquisición de un conjunto de competencias básicas, tales como; la capacidad de opinar, participar, cooperar, criticar, crear y producir intelectualmente (Martínez y Zea 2004).

Según lo planteado por Ausubel, *et. al* (1990), un aprendizaje es significativo cuando el estudiante puede relacionar la nueva material de aprendizaje con conocimientos previos existentes en su estructura cognitiva. Por otro lado, para que la tarea sea potencialmente significativa, las ideas expresadas simbólicamente deben estar relacionadas con lo que el alumno conoce o tenga sentido cognitivo para él. Este proceso interno, en la mente de la persona, produce una modificación en su estructura cognitiva, en la información recién adquirida y en aquella con la cual se vincula (Good y Brophy, 1995).

Por otro lado, Bruner (1966) plantea el concepto de aprendizaje por descubrimiento para alcanzar un aprendizaje significativo, sustentado en que a través del mismo los maestros pueden ofrecer a los estudiantes más oportunidades de aprender por sí mismos. Así pues, el aprendizaje por descubrimiento, es el aprendizaje en el que los estudiantes construyen por si mismos sus propios conocimientos, en contraste con la enseñanza tradicional o transmisora del conocimiento, donde el docente pretende que la información sea simplemente recibida por los estudiantes (Sprinthall y Sprinthall, 1996; Santrok, 2004).

Según Pozo y Gómez, (1998), el aprendizaje por descubrimiento es especialmente efectivo en la enseñanza de las ciencias, según resultados reportados en diversos estudios, en los cuales los estudiantes, que emplean estrategias que favorecen el aprendizaje por descubrimiento, obtienen mejores resultados que aquellos donde enseñanza se basa en la transmisión de información (Bittinger, 1968; Meconi, 1978; Santrok, 2004).

Aquellos educadores, que apoyan el aprendizaje por descubrimiento, consideran que es un método congruente con las formas de aprendizaje de las personas y permite a los estudiantes avanzar, en la medida que asimilan la nueva información (Woolfork, 1999).

Una de las características más relevantes del aprendizaje por descubrimiento, es que el contenido a ser aprendido, no se facilita en su forma final, sino que tiene que ser descubierto por el sujeto, lo que requiere

un rol activo de parte del estudiante (Martínez y Zea, 2004), que le permitirá aplicar lo aprendido a situaciones nuevas (Bruner, 1966). Existen distintas formas de descubrimiento, desde un descubrimiento “puro”, casi autónomo, hasta un descubrimiento guiado, orientado por el profesor. En el contexto de los procesos de enseñanza y aprendizaje en las aulas, se utiliza mayoritariamente este último (Shulman y Keislar, 1974; Wollfork, 1999).

Los procedimientos de la enseñanza por descubrimiento guiada, implica proporcionar a los estudiantes oportunidades para manipular activamente objetos y transformarlos por la acción directa, así como actividades para buscar, explorar y analizar. Estas oportunidades, no solo incrementan el conocimiento de los estudiantes acerca del tema, sino que estimulan su curiosidad y los ayudan a desarrollar estrategias para aprender a aprender, descubrir el conocimiento, en otras situaciones (Good y Brophy, 1995). Considerando que no hay una real comprensión, hasta que el alumno aplique dicho conocimiento en otras situaciones, el aprender implica describir e interpretar la situación, establecer relaciones entre los factores relevantes, seleccionar, aplicar reglas, métodos, y construir sus propias conclusiones (Bruner, 1980).

Por otra parte, en el área del conocimiento, la ciencia y la tecnología son protagonistas de los cambios que se vienen produciendo en los últimos tiempos. La vida cotidiana, los medios de comunicación, entre otros, median la interacción de la sociedad con diferentes productos tecnológicos y con conocimientos científicos (Malacarne, 2005). Actualmente, la tendencia mundial es lograr un entendimiento global de la ciencia aplicada, lo que plantea que en el campo educativo sea necesario proporcionar procesos de integración que les permita a los estudiantes acceder al mundo y participar en él (Vázquez, *et. al.*, 2008).

En el campo de las políticas públicas, la ciencia, tecnología e innovación deben tener un papel central. La seguridad alimentaria y ambiental deben ser objeto del debate público, dada su estrecha vinculación con los estilos de vida en la sociedad moderna, donde los productos y servicios de la ciencia y la tecnología son puestos al servicio

de los ciudadanos, quienes deben conocer acerca de los beneficios y riesgos del conocimiento científico y tecnológico (Membiela, 2002). Es allí donde la enseñanza de la biotecnología tiene un papel central para permitir a la sociedad conocer sobre sus ventajas y limitaciones.

El Desarrollo sustentable, la educación para la salud, entre otros, son temas claves en el desarrollo de la sociedad actual. Y en el campo educativo, la enseñanza en ciencias, ha iniciado una importante innovación al incorporar en la enseñanza el foque Ciencia Tecnología y Sociedad (CTS) (Martins, 2002; Correa, 2005). El uso de este enfoque en Venezuela, no ha tenido la aplicación debida, por lo que no se han disminuido las discrepancias entre las necesidades de conocimiento de la sociedad y lo que se esperan del sistema educativo (Castillo, 1986).

En Venezuela, al igual que en otros países, en relación a los procesos de enseñanza y aprendizaje en el salón de clase, existe un elevado control de los aspectos administrativos y la exigencia de un exceso de información que debe ser aprendida de manera memorística (Castillo, 1986). Al respecto, son numerosos los trabajos que discuten la manera de enseñar ciencias básicas que señalan, como características negativas, la amplitud de los tópicos, la compleja terminología científica en constante evolución y los avances tecnológicos, entre otros (Oñorbe y Sánchez, 1996; Tamayo y González, 2003).

La Biotecnología es una ciencia cuyos conocimientos se aplican en múltiples aspectos de la vida cotidiana (Malacarne, 2005) y se ha convertido en una ciencia importante para el desarrollo de los países (Negrin, *et. al.*, 2007). Por lo que las dificultades en su enseñanza repercuten en los conocimientos que sobre ella requiere la población. Con el transcurso del tiempo se evidencia un aumento del interés de quienes se dedican al campo de la ciencia y la tecnología para acercar esta ciencia a la sociedad (Vazqu ez, *et. al.*, 2008). Lo que ha llevado a reflexionar acerca del papel de la educación, los métodos para su enseñanza y sobre el denominado aprendizaje por descubrimiento como procedimiento que permita su aprendizaje significativo (Gil y De Guzmán, 1993).

En investigación en enseñanza de las ciencias, es posible identificar numerosos trabajos que reportan las dificultades de los estudiantes para aprender ciertos contenidos científicos. Estas dificultades se relacionan con factores internos como la motivación, los conocimientos previos y con factores externos, tales como, el papel del docente, el uso de estrategias de enseñanza y aprendizaje adecuadas (Carretero, 1997; Campanario y Moya, 1999; Mazzitelli, *et. al.*, 2006). Es por ello, que la formación inicial del docente debe basarse en una visión renovadora de la educación científica demandando un nuevo perfil del profesor, capaz de tomar decisiones, ser crítico e innovar en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (Angulo, 1996).

El aprendizaje significativo de contenidos científicos requiere, de parte del estudiante de educación superior de procesos que permitan cambios en las estructuras conceptuales, es allí donde son favorables las estrategias para favorecer el aprendizaje de la ciencia como producto de la interacción con el mundo (Pozo y Gómez, 1998). De allí el interés expuesto que el presente estudio, para evaluar la eficacia del aprendizaje por descubrimiento, como método de enseñanza para favorecer el aprendizaje de contenidos de la biotecnología entre estudiantes universitarios.

## **MÉTODO**

Investigación de tipo experimental con individuos de educación superior, sometidos a un determinado tratamiento de enseñanza por descubrimiento, con la intención observar su efectividad en el aprendizaje de contenidos de Biotecnología (Claret, 2005). De acuerdo a su nivel, es una investigación explicativa, que busca establecer relaciones causa-efecto, en la variable dependiente (aprendizaje estudiantil) causados por (variable independiente) la aplicación de estrategias de enseñanza (taller instruccional) sobre tópicos de Biotecnología (Claret, 2005).

El estudio se llevó a cabo considerando la población de estudiantes universitarios de la Universidad Central de Venezuela, Universidad Católica Andrés Bello, Universidad Simón Bolívar y Universidad Simón

Rodríguez, quienes cursan estudios en el área de ciencias: Química, Física, Biología, Matemáticas. Igualmente participaron estudiantes del Componente Docente de la Universidad Central de Venezuela.

De la población, se seleccionó una muestra representativa y finita de N=16 estudiantes. La misma fue seleccionada a partir de un llamado para la participación en el taller, mediante publicidad escrita (carteles) y vía electrónica (listas de correo). De un número total de 27 estudiantes que acudieron al llamado, se seleccionaron 16 estudiantes. El siguiente cuadro describe el diseño del trabajo.

**Cuadro 1.** Diseño experimental

<b>Aplicación de pre- test: Medición inicial</b>	<b>Aplicación de tratamiento: Taller</b>	<b>Aplicación del post-test: Medición final</b>
GO <sub>1</sub>	X	GO <sub>2</sub>

G= Grupo experimental O<sub>1</sub> = medición inicial O<sub>2</sub>= medición final

Como estrategia de enseñanza para favorecer el aprendizaje por descubrimiento, se diseñó y realizó un taller denominado: "La Biotecnología a nuestro alcance", que consideró:

1. Diagnóstico de conocimientos biotecnológicos (Pre-test).
2. Exposiciones teóricas orales (De los contenidos por parte de especialistas).
3. Práctica de laboratorio (Aprendizaje por descubrimiento).
4. Evaluación del conocimiento adquirido (Post-Test).

La exposición de los tópicos, durante el desarrollo del taller, estuvo a cargo de investigadores del área de la biotecnología, de instituciones como: Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez (UNESR), Universidad Central de Venezuela (UCV), Instituto de Investigaciones Agrarias (INIA) e Instituto de Estudios Avanzados (IDEA). Las clases se diseñaron como clases expositivas, donde los estudiantes tuvieron

participación activa. Cada expositor contó con recursos audiovisuales: Video-beam, computador personal y pizarra, como apoyo a las mismas

Las prácticas de laboratorio se refirieron a

- Extracción de ADN, a partir de muestras de muestras de origen animal (sangre) y vegetal (hojas de plantas).
- Reacción en cadena de la polimerasa (PCR: Amplificación de un segmento de ADN de interés a partir de cebadores que limitan una secuencia conocida).
- Propagación *in vitro* de plantas como base para el mejoramiento de las especies vegetales.

Para realizar las prácticas de laboratorio los estudiantes fueron distribuidos en equipos de 4 personas cada uno. A cada participante se le proporcionó una guía de laboratorio con las actividades a realizar así como el material químico y biológico necesario para los experimentos.

La evaluación del conocimiento adquirido se llevó a cabo mediante la aplicación de una prueba (post-test) aplicada al finalizar el taller, la misma tuvo igual contenido que el pre-test

Técnicas e instrumentos

*Prueba escrita:* cuestionario objetivo, con ítems de selección simple para evaluar los conocimientos antes y después del taller. Se eligió este instrumento porque, aún cuando las pruebas objetivas son de difícil elaboración, permiten eliminar la subjetividad y la variabilidad en la calificación de las respuestas.

*Encuesta:* para registrar información sobre las impresiones de los individuos sobre el taller y su contenido. Para su aplicación se empleó un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas.

Análisis estadísticos

Se aplicó para la determinación de la normalidad de la población (Nijad, 1994) y una prueba de contraste de hipótesis: “*t*” de student, que permite comparar las medias (X) resultantes del pre y post-test (Nijad, 1994; Murray y Larry, 2002).

## **RESULTADOS**

La investigación se basó en la siguiente premisa: la aplicación de las estrategias de aprendizaje por descubrimiento mejora significativamente el aprendizaje de estudiantes universitarios de ciencias básicas y educación, en el área de biotecnología. Se estableció como hipótesis de trabajo que, luego de recibir el tratamiento los estudiantes lograrían un rendimiento significativamente mayor (post- test) que el inicial (pre-test) Considerando el currículo de las carreras y al nivel académico de los estudiantes al momento de realizar el taller, se asumió que no conocían, a profundidad, los temas de Biotecnología que serían desarrollados en el taller. El cuadro 2 muestra las calificaciones (escala de 1-20 puntos) obtenidas por los cursantes del taller durante el pre-test y el post-test.

**Cuadro 2.** Calificaciones obtenidas antes y después del desarrollo del taller

Estudiante	Calificaciones	
	Pre-Test	Post-Test
1	18	20
2	18	20
3	16	20
4	14	14
5	11	17
6	17	18
7	15	19
8	17	16
9	17	20
10	14	19
11	9	17
12	5	17

Estudiante	Calificaciones	
	Pre-Test	Post-Test
13	10	19
14	10	18
15	15	19
16	17	20
N	16	16
Media de las calificaciones	13,93750	18,31250
Intervalo de confianza del -95 %	11,89245	17,38508
Intervalo de confianza del +95 %	15,98255	19,23992
Mínimo	5,00000	14,00000
Máximo	18,00000	20,00000
Varianza	14,72917	3,02917
Desviación Standard	3,83786	1,74045
Error Standard	0,95946	0,43511

En el cuadro 2 se observa que, la media de las calificaciones en el post-test, es significativamente superior (18,31) a la obtenida en el pre-test, con una media inicial de 13,93. Nótese que aún cuando las calificaciones iniciales fueron altas, éstas se elevaron satisfactoriamente en el post-test en la mayoría de los casos. Igualmente se pudo apreciar que los participantes n° 5, 11, 12 y 14 lograron una considerable mejoría en la calificación del post-test.

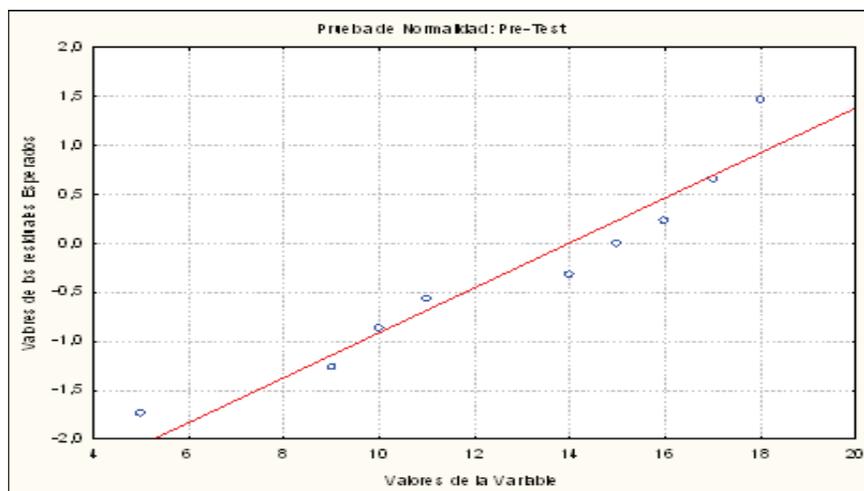
El resultado no esperado de los casos particulares de los estudiantes 4 y 8, cuyas calificaciones no tuvieron mejoría o la variación fue poco significativa, puede ser interpretado como la intervención de factores externos, que no pudieron ser controlados en el diseño experimental, entre los cuales se podrían mencionar la motivación, desinterés o falta de atención, tanto en la fase teórica como en la práctica, nivel de desarrollo cognitivo, y/o conocimientos previos (Martínez y Zea, 2004). Sin embargo, debido a lo reducida de la muestra, no se pueden realizar afirmaciones definitivas.

### Determinación de la normalidad de las calificaciones en el pre-test y post-test

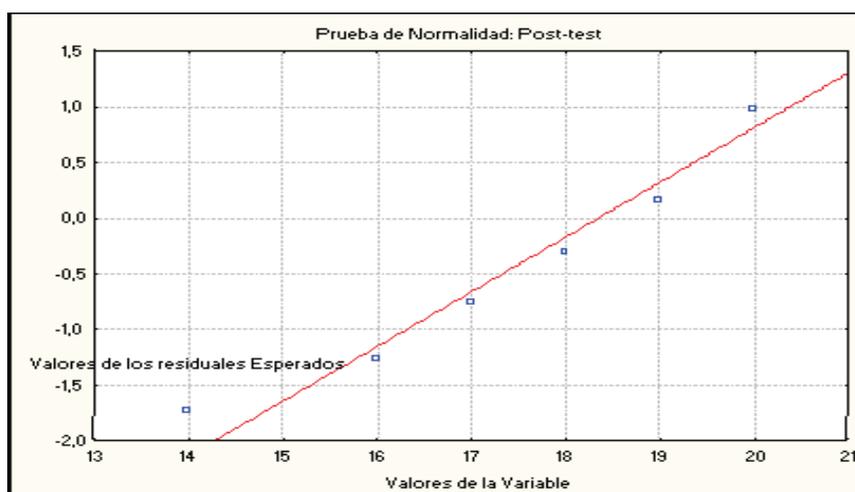
Para la elección de una prueba estadística adecuada, y dado un  $N=16$ , fue necesario determinar la normalidad de la población en estudio, mediante la comparación de los valores esperados en las calificaciones y los valores reales observados, tanto para el pre-test como para el post-test.

Los gráficos 1 y 2, muestran los valores observados de la variable dependiente (círculos), versus los valores de los residuales esperados. La línea representa los valores esperados asumiendo una distribución normal, tomando en cuenta la tendencia de los mismos.

**Gráfico 1.** Prueba de Normalidad aplicada al pre-test previo al desarrollo del taller: “La Biotecnología a nuestro alcance



**Gráfico 2.** Prueba de Normalidad del post-test posterior al taller: “La Biotecnología a nuestro alcance”.



Prueba t-student pareada para las calificaciones.

Una vez demostrada la normalidad de los datos, se procedió a aplicar la prueba paramétrica: *t de student* como procedimiento de comparación de medias, y determinar posibles diferencias significativas en las calificaciones obtenidas antes y después del tratamiento. La prueba fue aplicada con un nivel de significancia del 5 % ó  $\alpha = 0.05$  y basándose en el siguiente planteamiento de hipótesis:

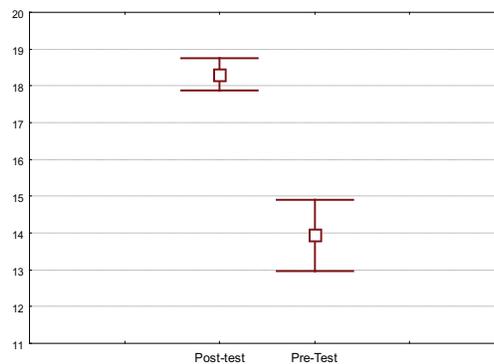
- Hipótesis Nula  $H_0$ : las calificaciones obtenidas al aplicar estrategias de aprendizaje por descubrimiento para la biotecnología aplicada, no es significativamente diferente de las calificaciones obtenidas antes de aplicar dichas estrategias.
- Hipótesis alternativa  $H_1$ : las calificaciones obtenidas al aplicar estrategias de aprendizaje por descubrimiento para la biotecnología es significativamente diferente de las calificaciones obtenidas antes de aplicar dichas estrategias.
  - $H_0: \mu \text{ pre-test} = \mu \text{ post-test}$
  - $H_1: \mu \text{ pre-test} \neq \mu \text{ post-test}$

Los datos indican la aceptación de la hipótesis alternativa, ya que el valor de la "t" teórica, es igual a cinco (5).

**Cuadro 3:** Prueba de "t" de Student para las calificaciones del pre y post-test.

	<b>Pre-Test</b>	<b>Pot-Test</b>
<b>Media de las calificaciones</b>	13,93750	18,31250
Desviación Standard	3,83786	1,74045
Población (N)	16	16
Diferencia de medias	4,375000	
Desviación estándar de diferencia de medias	3,500000	
t	5,000000	
Grados de libertad de la distribución t	15	
Probabilidad de que se acepte Ho	0,000158	

En el gráfico 3, se observa que la desviación estándar al inicio del taller (3,84) es mayor a la desviación estándar obtenida luego de la aplicación del tratamiento (1,74), lo cual se debe a la heterogeneidad de las calificaciones, y por ende a los conocimientos de los participantes en el pre-test. Sin embargo, ésta se redujo una vez culminado el tratamiento, porque los resultados se homogenizaron y se acercaron a la máxima puntuación posible (20 puntos).



**Gráfico 3.** Comparación de medias y desviación estándar del pre y post-test del taller denominado "La Biotecnología a nuestro alcance".

El diseño del taller consideró como metodología de enseñanza el uso de ejemplos cotidianos relacionados con las áreas de biología y química, para así lograr la integración de aquellas ideas, con las cuales, los estudiantes, no se encontraban familiarizados. En la fase (práctica), se continuó con la integración de ideas, pero en este caso para desarrollar protocolos experimentales. Se utilizó como estrategia de reafirmación la inferencia de resultados, antes de la culminación de cada práctica. Esta inferencia pudo llevarse a cabo sin dificultad, dado que se habían establecido las bases teóricas para cada una de las prácticas. De esta forma, se incrementó la participación activa de los estudiantes, el intercambio y corrección de ideas entre ellos y se fomentó el interés hacia los experimentos a realizar.

El modelo de inferencia en la fase práctica del taller orientó a los estudiantes en la construcción de un patrón de desarrollo de protocolos, apropiándose de los contenidos y procesos que permiten aceptarlos como verdaderos. En ese sentido, lo que se buscó fue evitar problemas comunes en la enseñanza de las ciencias, como es la tendencia de dar respuestas a preguntas que no han sido planteadas con anterioridad (Campanario y Moya, 1999). De esta manera se plantearon problemas concretos e interesantes, para hacer sus propios descubrimientos y construyendo de manera activa su aprendizaje.

Para lograr el aprendizaje significativo en la fase práctica del taller, se siguieron las etapas de la inferencia de acuerdo a Hernández, *et. al.*, (2004): focalización del problema, experimentación, contraste de resultados y aplicación del nuevo conocimiento; las cuales fueron guiadas por los asistentes de la práctica en su papel de docentes, manteniendo la participación de los estudiantes. De esta manera, el estudiante realiza un proceso similar al que ejercen los científicos en su trabajo cotidiano, el cual ha sido responsable del desarrollo de la ciencia a través de la historia. Al igual que ellos, el estudiante aborda un problema, plantea una hipótesis, desarrolla procedimientos para probar esa hipótesis, corrige, desecha o afirma su hipótesis y elabora conclusiones en base a ella.

Al aplicar esta estrategia durante el aprendizaje por descubrimiento no sólo se estimula el aprendizaje específico de la biotecnología, sino que también se introduce el desarrollo del lenguaje, ya que el estudiante requiere expresar sus ideas de forma oral y escrita en modo claro y ordenado, y no como conceptos aislados. Igualmente, al requerir la comprensión y la ejecución de procedimientos para el desarrollo de una investigación, el estudiante desarrolla su capacidad de análisis y de comprensión de la información, tanto de textos, imágenes, gráficos, tablas y esquemas, entre otros.

Los resultados obtenidos durante el análisis de las pruebas aplicadas en nuestro diseño experimental coinciden con los reportados por Hassani (1991) y O'Callaghan (1991) para el aprendizaje de las matemáticas en educación básica. Estos autores, en trabajos independientes, plantearon el cambio en la estructura y el desarrollo de las actividades de la clase de matemáticas en alumnos de 2° y 5° grado de educación básica respectivamente, reportando que el desarrollo experimental mejora el rendimiento de los alumnos en el área de las matemáticas y generar un mayor interés durante las clases.

Es importante hacer notar que, en los trabajos de Gardner (1950), Hassani (1991) y O'Callaghan, (1991), las observaciones experimentales se hicieron en niños de edad escolar, específicamente de escuela primaria, lo que hasta la fecha sucede en la mayoría de los estudios. Si se contrasta con el grupo bajo estudio del presente trabajo experimental, se podría inferir que independientemente de la edad y el nivel académico, la aplicación de estrategias de descubrimiento para el aprendizaje, genera resultados positivos, mejorando el rendimiento en las calificaciones y estimulando el interés de los estudiantes hacia el área de estudio.

El hecho de ofrecer al alumno situaciones novedosas, donde sienta libertad para la interacción con los elementos que está conociendo, estimula el aprendizaje y el enriquecimiento por iniciativa propia. Por otro lado, el aprender por medio de la interacción y experimentación proporciona seguridad y confianza en la capacidad de pensar de forma

creativa; este punto se evidenció en el taller a partir de la segunda práctica de laboratorio, en la cual los estudiantes se desenvolvían con mayor confianza en el manejo de instrumentos e incluso en el desarrollo de las secuencias de los protocolos, sin requerir, en la mayoría de los casos, de supervisión directa de los asistentes de práctica, donde era notoria la capacidad de los estudiantes para discernir sobre los resultados obtenidos. De allí, que este método, permite al estudiante su aprendizaje considerando el pensamiento constructivista, de forma tal que, logra organizar en su pensamiento el conocimiento que adquiere durante el aprendizaje.

Por otra parte, el trabajo en grupo favorece la interacción tanto con sus compañeros como con los materiales y equipos de experimentación. Esto proporciona mayor seguridad en la comprensión de los contenidos y confianza en su capacidad para enfrentar los problemas planteados en la guía práctica.

En cuanto a las ventajas para el docente, la aplicación permitió el establecimiento de una comunicación bidireccional con el alumno. Adicionalmente, el docente se motiva a la búsqueda de materiales adecuados para dirigir las estrategias de aprendizaje por descubrimiento, dedica mayor tiempo para la programación a las actividades. Lo que repercute a su vez sobre los alumnos, porque al enriquecer las experiencias se favorece el desarrollo de sus estructuras cognoscitivas y la asimilación de los contenidos programáticos en cualquier área de conocimiento.

El análisis de la información recopilada con la encuesta, sobre la percepción de los estudiantes acerca del taller y sus estrategias, señala que se incrementa el entusiasmo de los estudiantes por el conocimiento sobre la biotecnología y los hace interesarse por participar en posteriores talleres. Además, de una mejor comprensión de los contenidos teóricos desarrollados en las sesiones teóricas..

Al indagar acerca del tiempo de duración del taller, en cuanto a horas teóricas y prácticas, la mayoría de los estudiantes preferirían aumentar el

número de horas de la fase práctica, y mantener el mismo número de horas teóricas, alegando que un mayor número de horas de práctica les permitiría afianzar los conocimientos adquiridos en la teoría y comprender mejor los fenómenos ocurridos en cada experimento.

## **CONCLUSIONES**

Las estrategias de aprendizaje por descubrimiento permiten a los estudiantes de educación superior la posibilidad de relacionar contenidos teóricos y eventos prácticos de un mismo tópico, favoreciendo además una mejor organización del trabajo y eficacia en los resultados de las actividades realizadas.

El método de aprendizaje por descubrimiento parece ser adecuado para la enseñanza de la biotecnología aplicada, ya que la esencia de esta ciencia se centra en la experimentación y es precisamente esto lo que permite lograr la comprensión de los contenidos de Biotecnología tratados en este estudio.

La investigación representa una contribución para aplicar estrategias de aprendizaje por descubrimiento en estudiantes universitarios.

La importancia que tiene el conocimiento de la Biotecnología tanto para el desarrollo de las personas, la comprensión de la misma en situaciones de la vida cotidiana, el desarrollo del país, se propone el uso de las estrategias de enseñanza para facilitar el aprendizaje por descubrimiento entre estudiantes de educación superior con la finalidad de favorecer el aprendizaje y comprensión de los contenidos de esta área, además de ser una adecuada manera para favorecer la divulgación de los contenidos de la Biotecnología entre la población.

## REFERENCIAS

- Angulo, F. (1996). *La formación del profesor de ciencias: Fundamentos teóricos en una perspectiva de autorregulación metacognitiva*. Trabajo de investigación.
- Arias, F.G. (2006). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica*. Caracas: Episteme.
- Ausubel, D; Novak, J y Hanesion, H. (1990). *Psicología Educativa*. México: Trillas.
- Bittinger, M. (1968). *A Review of Discovery*. New York. The Mathematic Teacher.
- Bruner, J. (1961). *The Act of Discovery*. Harvard Educational Review. 4:21-32.
- Bruner, J. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Bruner, J. (1972). *El proceso de la educación*. México: Hispanoamericana.
- Bruner, J. (1980). *Investigación sobre el desarrollo cognitivo*. España: Pablo del Río.
- Campanario, J. y Moya, A. (1999). *¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas*. Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias. 17(2): 179-192.
- Carretero, M. (1997). *Construir y Enseñar las Ciencias Experimentales*. Argentina: Aique.
- Castillo, G. (1986). *Educación básica. El docente: su perfil y formación*. Caracas: Centro de reflexión y Planificación educativa.
- Claret, A. (2005). *Cómo hacer y defender una tesis*. Caracas: Texto.
- Correa, S. (2005). *Educación CTS en la primaria en México y la Educación para el Desarrollo Sostenible*. Enseñanza De Las Ciencias. Número Extra. VII Congreso.
- Gardner, D. (1950). *Long Term Results of infants school methods*. London: Methuen.
- Gil Pérez, D. y De Guzmán, M. (1993). *Enseñanza de las Ciencias y la Matemáticas Tendencias e Innovaciones*. España: Popular.
- Good, T. y Brophy, J. (1995). *Introducción a la Psicología del Aprendizaje*. *Psicología Educativa Contemporánea*. España: McGrawHill.

- Grupo de Enseñanza de las Ciencias Experimentales – GECE. Facultad de Educación. Universidad De Antioquia. 67-98.
- Hassani de Souki, Y. (1991). *Utilización de las estrategias del descubrimiento en el aprendizaje de las matemáticas en los alumnos de tercer grado de la Escuela Básica Felipe Guevara Rojas*. Trabajo especial de grado no publicado. Maracay Aragua. Universidad Nacional Abierta.
- Hernández J., Figueroa, M., Carulla, C., Patiño M., Tafur, M. y Duque, M. (2004). Pequeños Científicos, una aproximación sistemática al aprendizaje de las ciencias en la escuela. *Revista de Estudios Sociales*. 2(19):51-56.
- Malacarne, F. (2005). *Biotecnología*. Caracas: Venezolana.
- Martínez, E. R. y Zea, E. (2004). Estrategias de enseñanza basadas en un enfoque constructivista. *Revista Ciencias de la Educación*. 2 (24):69-90.
- Martins, I. P. (2002). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 1(1):1-13.
- Mazzitelli, C., Maturano, C., Núñez G. y Pereira, R. (2006). Identificación de dificultades conceptuales y procedimentales de alumnos y docentes de EGB sobre la flotación de los cuerpos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 3(1):33-50.
- Meconi, L.J (1978). *The mathematic gifted student and Discovery learning*. The mathematic teacher. En: Hassani de Souki, Y. (1991). *Utilización de las estrategias del descubrimiento en el aprendizaje de las matemáticas en los alumnos de tercer grado de la Escuela Básica Felipe Guevara Rojas* 22-23pp. Maracay. Aragua: Universidad Nacional Abierta.
- Membiela, P. (2002). Investigación-acción en el desarrollo de proyectos curriculares innovadores de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias* 20 (3): 443-450.
- Murray, S. y Larry J. (2002). *Estadística*. México: Mc. Graw Hill Interamericana.
- Negrín, S.; Sosa, A.E.; Ayala, M.; y otros. (2007). Enseñanza Popular de la Biotecnología. *Biotecnología Aplicada*. 1 (24):53-57.

- Nijad, H. (1994). *Métodos Estadísticos en Educación*. Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- O'Callaghan de Tang, M. (1991). *El método del descubrimiento en el aprendizaje de las matemáticas en alumnos de 2° grado*. Trabajo especial de grado no publicado. Valencia. Carabobo: Universidad nacional Abierta.
- Oñorbe, A. y Sánchez, J. (1996). Dificultades en la enseñanza-Aprendizaje de los problemas de física y química. I. Opiniones del alumno. *Enseñanza de las Ciencias*. 14 (2): 165-170.
- Piaget, J. (1960). *La Psicología de la inteligencia*. Argentina: Crítica.
- Pozo, J y Gómez, M. (1998). *Aprender a enseñar ciencia. del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. España: Morata.
- Santrok, J.W. (2004). *Psicología de la Educación*. Mexico: McGraw-Hill.
- Shulman, L. y Keislar, E. (1974). *Aprendizaje por Descubrimiento. Evaluación crítica*. México: Trillas.
- Sprinthall, N. y Sprinthall, R. (1996). *Psicología de la Educación*. España: McGrawHill.
- Tamayo, M. y Gonzáles, F. (2003). Algunas dificultades en la enseñanza de la histología animal. *Enseñanza de las Ciencias*. 2(2):1-25.
- Vázquez, S., Núñez, G., Pereira, R. y Cattáneo, L. (2008). Una estrategia integradora en la enseñanza de las ciencias naturales: aprendiendo sobre un producto regional. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 5(1): 39-46.
- Woolfork, E.A. (1999). *Psicología Educativa*. España: Pearson.