

## **CUADRO DE DISEÑO DEL EXPERIMENTO PARA RESOLVER TAREAS EXPERIMENTALES DE BIOLOGÍA**

### ***EXPERIMENT DESIGN CHART TO SOLVE EXPERIMENTAL TASKS IN BIOLOGY***

#### **AUTORES**

Dayly García García [daylyg@uclv.cu](mailto:daylyg@uclv.cu)

Profesor Auxiliar. Departamento de Ciencias Naturales. Facultad de Educación Media.  
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Villa Clara. Cuba.

Julio Leyva Haza [haza@uclv.cu](mailto:haza@uclv.cu)

Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor Titular. Centro de Estudios de Educación. Universidad  
Central "Marta Abreu" de Las Villas. Villa Clara. Cuba.

Yusimí Guerra Véliz [yusimig@uclv.cu](mailto:yusimig@uclv.cu)

Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor Titular. Departamento de Ciencias Exactas. Facultad  
de Educación Media. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Villa Clara. Cuba.

#### **RESUMEN**

En la práctica pedagógica se observa que los estudiantes presentan insuficiencias en cuanto al desarrollo de habilidades de experimentación para el trabajo práctico. Se manifiesta en ellos la tendencia a la ejecución que, por afectar su independencia cognoscitiva, es considerada relevante. Una causa de esta dificultad, identificada en la bibliografía, consiste en la realización del trabajo práctico por medio de las llamadas "recetas de cocina". Teniendo en cuenta que toda experimentación requiere, como fase clave para su realización, del diseño del experimento, los autores concentraron su acción investigativa en esta etapa y como resultado proponen un andamiaje didáctico que han llamado *cuadro de diseño del experimento*. Se utilizó el procedimiento teórico-experimental de modelación de la actividad para la elaboración del cuadro. Se realizaron: un experimento de modelo y un pre-experimento pedagógico, para probar la funcionalidad y pertinencia del cuadro de diseño del experimento, con lo que se logró atenuar la

tendencia a la ejecución y elevar el grado de desempeño independiente del estudiante al resolver tareas experimentales de Biología.

## **ABSTRACT**

We find in pedagogical practice, that the students have inadequacies in developing experimental skills for practical work. They show a tendency towards execution, which affect them cognitive independence. This is considered relevant. One cause of this difficulty, identified in the literature, is the practical work carried out by means of so-called "cooking recipes". The authors concentrated their research action on the experimental design, because it is a key phase for any experimental work. As a result, they propose didactic scaffolding that they have called *experiment design box*. The authors used the theoretical-experimental procedure of modelling the activity to conform the experiment design box. An experiment of model and a pedagogical pre-experiment were carried out to test the functionality and pertinence of the experiment design box, which was able to attenuate the tendency to execution and to raise the degree of independent performing of the student when they solve experimental tasks of Biology.

## **PALABRAS CLAVE**

Enseñanza de las ciencias, enseñanza de la biología, experimento de laboratorio, laboratorio de ciencia.

## **KEY WORDS**

Science education, biology education, laboratory experiment, science laboratory.

## **INTRODUCCIÓN**

Una de las características distintivas de la era de la información consiste en la disponibilidad de acceso al conocimiento. En eras anteriores este era privilegio de los individuos ya formados, de los profesores e investigadores y de las bibliotecas que atesoraban una limitada cantidad de libros. Hoy la mayor parte de los conocimientos están a la distancia de un clic. Ya no siempre es necesario asistir a instituciones educacionales para asimilar nuevos conocimientos. Esto supone un desafío para los investigadores en pedagogía.

En “La educación encierra un tesoro” (Delors et al., 1999) se declara como uno de los cambios fundamentales, el aprendizaje durante toda la vida. Para los docentes eso significa el paso de centrar la atención en los conocimientos, al desarrollo de habilidades para la actividad de estudio que garanticen la asimilación independiente por los estudiantes de los conocimientos necesarios en el momento necesario (independencia cognoscitiva). Es por eso que “el cambio educativo no solo requiere de modificaciones curriculares, sino también de la reflexión de los docentes sobre sus propias concepciones sobre el aprendizaje y la enseñanza” (Vilanova, Basilisa, Chaparro, & Natal, 2016, p.2).

Con relación a la enseñanza de la Biología, al menos en Cuba, se detectan carencias en: la preponderancia del aprendizaje memorístico, la prioridad del conocimiento teórico, el descuido de la actividad valorativa y práctica, así como la falta de significatividad del aprendizaje. Los procesos de enseñanza-aprendizaje se convierten en actos repetitivos que, en el mejor de los casos, aumentan el volumen de contenidos a aprender por el alumno, pero no aportan estrategias de aprendizaje que lleven a la toma de decisiones y a la independencia cognoscitiva (Díaz & Hernández, 1999; Monereo, 2007; Zilberstein & Olmedo, 2014).

En cuanto al trabajo experimental en específico, en la práctica pedagógica se observa que los estudiantes presentan insuficiencias en el desarrollo de habilidades para su realización. Una de las insuficiencias consiste en la manifestación en ellos la tendencia a la ejecución. La tendencia a la ejecución es la “inclinación exagerada de los alumnos hacia la transformación práctica del problema realizando series ininterrumpidas de operaciones de diversa naturaleza y por el paso muy rápido, sin previo análisis, a ofrecer la respuesta del problema”(Labarrere, 1996, p.26).

Una de las causas de tal insuficiencia es referida al predominio de las llamadas “recetas de cocina” en las que prevalece la ejecución por parte del alumno, soslayándose el análisis y búsqueda de vías de solución que afecta su independencia cognoscitiva en la aplicación de los conocimientos. Esta forma de concebir el laboratorio docente de Ciencias Naturales ha sido ampliamente documentada en numerosas publicaciones que coinciden en catalogarlo como tradicional y argumentan su deficiencia para el logro de los objetivos del presente siglo con numerosas razones.

AL respecto, Carp, García, & Chiacchiarini (2012), plantean que “(...) produce, como consecuencia negativa, el reforzamiento del aprendizaje memorístico y la disociación entre teoría y práctica”, mientras que Jiménez, Llobera & Llitjós (2006) consideran que “(...) durante la práctica los estudiantes pasan más tiempo determinando si han conseguido o no los resultados correctos que planificando y organizando el experimento” (p. 61).

Por otra parte, se censura el “énfasis, casi exclusivo, en la realización de mediciones y cálculos, y se plantea la ausencia de muchos de los aspectos fundamentales para la construcción de conocimientos científicos tales como: la participación de los estudiantes en el planteamiento de hipótesis y el diseño de los experimentos, el análisis de los resultados obtenidos, entre otros (Carrascosa, Gil Pérez, Vilches, & Valdés, 2006).

Todos los especialistas citados en el párrafo anterior, así como la mayoría de otros que se refieren al trabajo experimental, coinciden en reconocer en el diseño del experimento un procedimiento imprescindible para alcanzar el resultado previsto. Coinciden también en reconocer su complejidad para quien idea el diseño. Algunos de los aspectos operativos que determinan tal complejidad son:

- Dominio del trabajo con los medios técnicos que pueden ser usados.
- Conocimiento de las sustancias que pueden favorecer los procesos o estructuras que se investigan, y realizarlas sobre otras cuyas influencia o presencia no es deseada.
- Establecer el ente específico de la realidad a tomar como muestra para reproducir u observar fenómenos o estructuras de modo que favorezcan los resultados de la experimentación que se desean obtener.
- Establecer las acciones a realizar con ese ente para cumplir los propósitos de la tarea.
- Tomar en consideración diversas circunstancias que puedan favorecer o entorpecer el curso del experimento.

Por otro lado, al meditar acerca de la naturaleza psicológica de las acciones que componen el diseño del experimento, es posible identificar que casi todas son de naturaleza abstracta, mental. Idear y retener mentalmente toda la información relativa a la determinación del diseño del experimento es otro argumento acerca de su complejidad.

Como consecuencia, todavía muchos docentes persisten en conducir los trabajos prácticos según la forma tradicional, al considerar a sus alumnos incapaces de enfrentarse con éxito al reto que el diseño del experimento supone. Según nuestra apreciación, es aquí que tienen su génesis las prácticas de laboratorio ejecutadas en forma de “recetas de cocina”. Lawoski (1990) describió esas prácticas de laboratorio como “ejercicios rutinarios diseñados para consumir los mínimos recursos, sean éstos equipamiento, personal, espacio o tiempo” (p.548).

La investigación llevada a cabo por los autores tuvo como objetivo proponer un andamio didáctico, al que se le identificó con el nominativo de *cuadro de diseño del experimento*, que puede atenuar la tendencia a la ejecución observada en el desempeño de los estudiantes durante el diseño del experimento en los trabajos prácticos de Biología. El resultado que aquí se presenta, es continuación de una investigación anterior realizada por dos de los autores de este artículo referido a este mismo aspecto, pero en Física (Leyva & Guerra, 2012). Se pudo verificar preliminarmente que el cuadro de diseño del experimento significó un avance en el desempeño de los estudiantes de la muestra en cuanto a su independencia cognoscitiva.

## MARCO TEÓRICO

Al confrontar el planteamiento de Labarrere (1996) acerca de que uno de los factores que propicia la tendencia a la ejecución es la naturaleza mental de las acciones, con las particularidades psicológicas del diseño del experimento podemos entender la causa de la tendencia a la ejecución observada en esta etapa.

El diseño del experimento es un sistema de acciones jerárquicamente organizado, en el que, desde el punto de vista funcional, se distinguen acciones de orientación, ejecución y control valorativo. Talízina (1988), en sus investigaciones, las denominó: *partes funcionales de la acción integral* y fueron obtenidas por ella al analizar los sistemas de acciones como microsistemas de dirección. Posteriormente, las investigaciones de Labarrere (1996) lo llevaron a proponer su configuración final que es la referida al inicio de este párrafo.

Desde este punto de vista, la tendencia a la ejecución puede ser analizada como un desequilibrio entre las partes funcionales de la acción integral consistente en la prevalencia de la ejecución por sobre las otras dos.

En consecuencia, una solución a la tendencia a la ejecución manifiesta en los estudiantes a la hora de realizar el trabajo experimental debe concebir acciones didácticas que garanticen el equilibrio de las partes funcionales de la acción integral; en particular la atención a la orientación. Ello exige que el diseño del experimento no sea concebido sobre la marcha de la ejecución de las acciones experimentales, ni por medio del ensayo-error, sino que se realice previo a la ejecución y se le dedique el tiempo y las reflexiones necesarias.

El cuadro de diseño del experimento corresponde a la función de orientación y tiene carácter prospectivo; es decir, permite prever las acciones y operaciones necesarias para observar las estructuras biológicas o para reproducir el fenómeno biológico objeto de estudio en las condiciones del experimento.

Por otro lado, la teoría de la actividad sugiere que en las etapas iniciales de la asimilación de habilidades mentales complejas, como la investigada por los autores, se haga uso del procedimiento didáctico de *materialización de las acciones* (Talízina, 1988). Ese procedimiento consiste en la desagregación de una parte de las acciones puramente mentales y su transformación en acciones externas (acciones manipulativas con objetos). Cuadros, tablas, diagramas, esquemas, bocetos, dibujos, notas, etc., son ejemplos de andamios didácticos para la materialización de las acciones mentales.

Finalmente, en la bibliografía, cada vez son más numerosas las voces que proclaman el uso de métodos centrados en el alumno y específicamente la indagación (Hodson, 1994; Izquierdo, Sanmartí & Espinet, 1999; Reigosa, Carlos, Jiménez, & Pilar, 2000; Viennot, 2011). Es así que:

El alumno, que antes era sujeto receptor y destinatario de la acción docente, ahora es el protagonista, los docentes representan el papel de mediadores, las estrategias se han convertido en puntos de reflexión y diseño para desempeñar un papel clave en todo el proceso vinculadas con los medios, recursos y contextos (Sevillano, citado por Moreno, 2011, p.29).

Es importante apuntar que el protagonismo del estudiante que acompaña a la indagación no debe ser interpretado como el desentendimiento por parte del profesor; todo lo contrario, la atención y la labor del profesor se hace más intensa. Este debe elaborar el andamio didáctico, pero no lo presentará ya hecho al estudiante, sino que mediante sucesivos procesos de indagación que él

estímule y el suministro de niveles de ayuda a los estudiantes, estos últimos sean capaces de arribar al cuadro de diseño del experimento y consolidarlo.

## **METODOLOGÍA**

La metodología seguida para proponer el andamio didáctico para contribuir al equilibrio entre las partes funcionales de la acción integral, así como la materialización de las acciones de diseño del experimento, quedó establecida en tres etapas.

Etapa 1: Modelación teórica: al aplicar el método de analogía tomando como referencia el cuadro de diseño del experimento para las tareas experimentales de Física (Leyva & Guerra, 2012) y la generalización inductiva de las regularidades del experimento biológico docente para elaborar el andamio didáctico para el diseño del experimento de Biología.

Etapa 2: Experimento de modelo (Boguslavski, 1976): al utilizar el cuadro de diseño del experimento en la solución del sistema de tareas experimentales de una disciplina biológica, con el propósito de hacerle pruebas y enmiendas para garantizar su funcionalidad, como andamio para el tratamiento didáctico del diseño del experimento al resolver tareas experimentales de Biología.

Etapa 3: Experimento pedagógico: al aplicar el cuadro de diseño del experimento en el proceso de enseñanza aprendizaje para probar su pertinencia como andamio didáctico que aplican los alumnos para materializar las acciones de naturaleza mental en la solución de tareas experimentales de Biología.

### **La modelación teórica**

La aplicación de la analogía como método, fue posible gracias al reconocimiento de los avances alcanzados en la didáctica de la Física tanto en la solución de tareas teóricas, como de las experimentales y al hecho de ser la Física y la Biología, ciencias experimentales (Rusavin, 1990) (rasgo que se manifiesta también al asumirlas como asignaturas).

En la elaboración del cuadro de diseño del experimento se mantuvieron aquellos aspectos tradicionales de las prácticas de laboratorio de Biología que, a juicio de los autores, resultaron pertinentes y se les incorporaron nuevas concepciones para evitar la ejecución inmediata del

estudiante en la solución de la tarea experimental (tendencia a la ejecución). Sin embargo, debido a las diferencias entre Física y Biología, y su enseñanza, no fue posible transferir directamente el cuadro de diseño del experimento propuesto por (Leyva & Guerra, 2012) para Física, sino que se elaboró uno nuevo que asume los aspectos del cuadro de diseño del experimento físico, que son comunes también al experimento biológico.

Los cambios realizados al cuadro de diseño del experimento físico se propusieron a partir de una generalización inductiva de las regularidades del experimento docente en Biología. Con ese propósito se analizaron las orientaciones metodológicas para la enseñanza de la Biología (Portela et al., 2001; Rodríguez et al., 1990; Salcedo, Hernández, del Llano, Mc Pherson & Daudinot, 2002; Salcedo et al., 1992; Zilberstein et al., 1991), que contienen la concepción didáctica de las prácticas de laboratorio.

## **PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **La modelación teórica del cuadro de diseño del experimento**

El cuadro de diseño del experimento de tareas experimentales de Física fue elaborado tomando en consideración “las condiciones en que se debe reproducir el fenómeno, el modo en que serán medidas las magnitudes y los instrumentos de medición que se usarán para ello” (Leyva, 2002). Estas consideraciones responden al carácter cuantitativo de las tareas experimentales de Física y permitieron establecer tres componentes del diseño del experimento: sistema experimental, sistema de medición y técnica operatoria.

En el caso de la Biología, fue necesario tomar en consideración las regularidades del experimento biológico docente y su carácter predominantemente cualitativo, de modo que los componentes del cuadro de diseño del experimento para Biología se concretan en: sistema experimental, sistema de observación y técnica operatoria.

**Sistema experimental:** es el conjunto de objetos biológicos naturales, sustancias y útiles necesarios para reproducir el fenómeno o preparar la estructura biológica para su estudio.

**Sistema de observación:** es el conjunto de medios técnicos y las exigencias a estos y al sistema experimental, necesarios para la observación del fenómeno o la estructura.

**Técnica operatoria:** es el conjunto de operaciones que se llevan a cabo con el sistema experimental y el sistema de observación para reproducir el fenómeno o preparar la estructura biológica para su estudio.

Para determinar el contenido de los componentes del cuadro de diseño del experimento en Biología, al igual que en el cuadro de diseño del experimento físico, se definen los factores. Las regularidades del experimento biológico docente dieron lugar a cinco factores. Estos no coinciden totalmente con los introducidos para el experimento físico, y son: fenómeno a reproducir, estructura a observar, selección y preparación de la muestra biológica, efecto o característica que revela el fenómeno o la estructura biológica, forma de procesamiento de los datos.

**Fenómeno a reproducir:** para detectar las propiedades del fenómeno involucradas en la tarea, es necesario reproducirlo experimentalmente, de modo que dichas propiedades se manifiesten. En tal sentido, se determinará el equipamiento del sistema experimental que depende, en última instancia, del equipamiento de que se disponga y prescribe los elementos mínimos esenciales para reproducir el fenómeno.

**Estructura a observar:** la exigencia de la tarea experimental puede estar dirigida al estudio de un fenómeno o de una estructura. En el primer caso debe determinarse el fenómeno a reproducir. Como el fenómeno siempre está ligado a determinada estructura, entonces se determinará también dicha estructura. En el segundo caso solo se determina la estructura quedando sin llenar la fila correspondiente al factor: fenómeno a reproducir.

**Selección y preparación de la muestra biológica:** en función de la exigencia de la tarea, se seleccionará el espécimen biológico concreto y la parte de este (muestra) que satisfagan dos requerimientos, el primero: que contenga la estructura biológica involucrada en la solución de la tarea, y el segundo: que sea más factible su observación.

Se determinará, además, la preparación a que debe ser sometida la muestra para que se manifieste mejor el fenómeno a reproducir o la estructura a observar establecidos por los factores anteriores.

**Efecto o característica que revela el fenómeno o la estructura biológica:** los fenómenos biológicos se manifiestan mediante cambios en la estructura o en las funciones que realizan las estructuras, por tanto, para observar esos cambios es necesario variar las condiciones de la

muestra biológica. Para eso es necesario determinar, en primer lugar, cuáles serán esas condiciones y, en segundo lugar, si para observar los cambios es necesario preparar varias muestras que se someten a condiciones diferentes o se somete una misma muestra a las diferentes condiciones determinadas. Para cambiar las condiciones se pueden necesitar medios técnicos adicionales a los determinados por los otros factores y serán incluidos en el sistema de observación.

**Forma de procesamiento de los datos:** este factor determina el modo en que se recogerán los datos en dependencia de que se necesite describir una estructura (una observación en condiciones óptimas) o comparar dos o más estados diferentes de dicha estructura. Estos estados pueden estar determinados por la descripción del efecto de un fenómeno en una estructura (observación de antes y después) o el estudio de un proceso (observación de una secuencia de un proceso). Todo ello determinará que se realicen una o varias observaciones (imágenes fijas) o que se observe un proceso (secuencia de un proceso).

Tanto los componentes como los factores determinan el contenido del diseño del experimento necesario para la solución de cada tarea experimental específica a resolver.

Dado el modo en que los factores determinan el contenido de los componentes del cuadro de diseño del experimento, es muy útil presentar dicho cuadro en una tabla de doble entrada pues un mismo factor da contenido a más de un componente. Por las columnas se colocan los componentes de diseño del experimento y por las filas los factores (ver tabla 1). En dependencia de las condiciones y exigencias de cada tarea específica que se resuelva es necesario concretar los nombres de los factores, entonces la segunda columna se dedica a ello (ver tabla 1).

Para completar el cuadro de diseño, el alumno, debe usar el sistema de conocimientos que posee sobre útiles, medios técnicos, técnicas de montaje de preparaciones biológicas, así como habilidades específicas de la Biología relacionadas con la aplicación de dichos conocimientos, en particular las habilidades relacionadas con el trabajo práctico experimental (Ruíz, Zilberstein, Prieto, Ménez, & Miedes, 1987).

El diseño del experimento comienza a decidirse con la concreción del fenómeno y/o la estructura. Por eso, las dos primeras celdas que se completan son las que corresponden a la concreción de los

factores: fenómeno a reproducir y/o estructura a observar, en correspondencia con la exigencia de la tarea específica que se resuelve.

Tabla 1  
 Cuadro de diseño del experimento

Componentes		Sistema experimental	Sistema de observación	Técnica operatoria
Factores	Concreción de los factores			
Fenómeno a reproducir				
Estructura a observar				
Selección y preparación de la muestra biológica				
Efecto o característica que revela el fenómeno o la estructura biológica				
Forma de procesamiento de los datos				

Fuente: elaboración propia.

El llenado de estas celdas no sigue un orden predeterminado, sino que se va completando según la individualización del método a través del cual el alumno acomete la solución de la tarea. Incluso, a cada celda puede volverse una y otra vez para agregar información o para realizar enmiendas a la ya existente. Una vez que se considera concluido el completamiento del cuadro de diseño, se debe pasar a la ejecución del experimento.

Como ya se ha dicho, la función del cuadro de diseño del experimento es materializar aquellas acciones que generalmente ocurren a nivel mental, por ello su uso durante la solución de una tarea no es obligatorio, sino que está en dependencia del grado de desarrollo alcanzado en la habilidad de diseñar experimentos de Biología por quien resuelve la tarea. En tal sentido, es un andamio que el alumno usa como estrategia de aprendizaje.

### **El experimento de modelo para verificar la funcionalidad del cuadro de diseño del experimento**

Para cumplir con la segunda etapa de la metodología seguida en la investigación; es decir, el experimento de modelo, se eligió la formación de docentes de Biología. Esto estuvo determinado por el criterio de que es la forma más compleja que en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la

Biología se presenta la solución de tareas experimentales. Se escogió específicamente la disciplina Biología Molecular y Celular (BMC) porque con ella comienza el estudio de las disciplinas biológicas y los contenidos que se abordan son precedentes para el estudio y comprensión del resto de dichas disciplinas (MINED, 1990). Además, parte de su sistema de conocimientos está presente en todos los niveles educacionales en los que el futuro docente habrá de desempeñarse.

Fueron resueltas por los investigadores la totalidad de las tareas experimentales (38) que son parte del sistema de tareas de la disciplina BMC. Durante el experimento de modelo fueron realizados completamientos y enmiendas del cuadro de diseño del experimento obtenido de la modelación teórica. Esto se fue haciendo hasta comprobar que, una vez completado el cuadro de diseño del experimento y alcanzada la solución de cada tarea, este incluye toda la información que se necesita.

Con el experimento de modelo se garantizó la funcionalidad teórica del cuadro de diseño del experimento. Siendo este un andamio didáctico para enseñar a diseñar los experimentos necesarios para resolver las tareas experimentales de la disciplina BMC.

### **El experimento pedagógico para verificar la pertinencia del cuadro de diseño del experimento**

En la tercera etapa se realizó el pre-experimento pedagógico con pretest - intervención - postest. Cada test tuvo como objetivo, resolver una tarea experimental de BMC. Se tomó como variable independiente el cuadro de diseño del experimento para la solución de tareas experimentales de Biología y como variable dependiente el grado de desarrollo alcanzado por los alumnos en la habilidad de diseño del experimento durante la solución de tareas experimentales de Biología.

La medición de la variable dependiente consistió en medir en una escala ordinal en los niveles bajo, medio y alto el grado de desarrollo alcanzado por los alumnos en la habilidad de diseño del experimento.

Para el pre-experimento se tomó como muestra el grupo que cursó el segundo semestre de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Biología, en la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba, en el curso 2015-2016. La muestra se conformó con diez alumnos. La asignatura elegida fue Biología Molecular y Celular 1. Durante los últimos años, esta carrera

ha tenido la particularidad de que en cada semestre existe un grupo único por lo que no fue posible realizar un experimento verdadero. El experimento pedagógico permitió comprobar la pertinencia del cuadro de diseño del experimento:

1. Como estrategia de aprendizaje para diseñar el experimento que es parte de la solución de las tareas experimentales de Biología.
2. Para materializar las acciones de naturaleza mental. Esto derivó en la atenuación de la tendencia a la ejecución en los alumnos que participaron en el preexperimento y la elevación de su independencia en la solución del tipo de tareas a que se refiere esta investigación.

## CONCLUSIONES

Con el cuadro de diseño del experimento se atenúa la tendencia a la ejecución que prevalece en las prácticas de laboratorio. El cuadro, como andamio didáctico que materializa las acciones de naturaleza abstracta (mental), hace que se convierta en una estrategia de aprendizaje para el alumno al enfrentar la solución de tareas experimentales de Biología. Esta particularidad hace posible que la solución de este tipo de tareas se haga más asequible, da la posibilidad de resolver un mayor número de ellas y, lo más importante, que el proceso de búsqueda de la solución se realice de modo planificado e independiente.

Los resultados obtenidos permiten considerar que: tanto los componentes como los factores del cuadro de diseño del experimento, son válidos para cualquier tarea experimental de Biología.

El cuadro de diseño del experimento enriquece la didáctica de la Biología, pero teniendo en cuenta las debilidades del pre-experimento en pedagogía, todavía es necesario seguir un proceso de sistematización en la práctica hasta consolidar el resultado de esta investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Boguslavski. (1976). *El materialismo dialéctico e histórico*. Moscú: Progreso.

Carp, D., García, D., & Chiacchiarini, P. (2012). Trabajos prácticos de laboratorio sin receta de cocina en cursos masivos. *Avances en ciencia e ingeniería*, 3(1), 167-173.

Carrascosa, J., Gil Pérez, D., Vilches, A., & Valdés, P. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(2), 157-181.

- Delors, J. et al. (1999). La educación encierra un tesoro. *Informe a la UNESCO de la comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI*. España: Santillana.
- Díaz, F., & Hernández, G. (1999). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México: Mc Grau-Hill.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12(3), 299-313.
- Izquierdo, M., Sanmartí, N., & Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias*, 17(1), 45-59.
- Jiménez, G., Llobera, R., & Llitjós, A. (2006). La atención a la diversidad en las prácticas de laboratorio de Química: los niveles de abertura. *Investigación didáctica*, 24(1), 59-70.
- Labarrere, A. F. (1996). *Pensamiento. Análisis y autorregulación de la actividad cognoscitiva de los alumnos*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Lawoski, J. J. (1990). Entry-level Science courses: the weak link. *Journal of Chemical Education*, 67(7), 541-555.
- Leyva, J. (2002). *La estructura del método de solución de tareas experimentales de Física como invariante del contenido*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Universidad de Ciencias Pedagógicas "Félix Varela", Santa Clara, Cuba.
- Leyva, J & Guerra, Y. (2012). El cuadro del diseño del experimento para resolver tareas experimentales cuantitativas de física. Una vía para la educación científica de los estudiantes. *Revista Varela* 2(32), 1-19.
- MINED. (1990). *Licenciatura en Educación. Carrera Biología*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Monereo, C. (2007). Hacia un nuevo paradigma del aprendizaje estratégico: el papel de la mediación social, del self y de las emociones. *Revista de investigación educativa*, 5(3), 239-265.
- Moreno, O. T. (2011). Didáctica de la Educación Superior: nuevos desafíos en el siglo XXI. *Perspectiva educacional. Formación de profesores*, 50(2), 26 - 54.

- Portela, et al. (2001). *Biología 4. Parte I*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Reigosa, C., Carlos, E., Jiménez, A., & Pilar, M. (2000). La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 18(8), 275-284.
- Rodríguez, R., et al. (1990). *Orientaciones metodológicas. Biología 4. Onceno grado*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Ruíz, F., Zilberstein, J., Prieto, G., Ménez, N., & Miedes, E. (1987). *Manual de laboratorio de Biología*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Rusavin, G. I. (1990). *Métodos de la investigación científica*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Salcedo, et al. (1992). *Metodología de la enseñanza de la Biología*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Salcedo, I., Hernández, J., del Llano, M., Mc Pherson, M., & Daudinot, I. (2002). *Didáctica de la Biología*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Talízina, N. (1988). *Psicología de la enseñanza*. Moscú: Progreso.
- Viennot, L. (2011). Els molts reptes d'un ensenyament de les Ciències basat en la indagació: ens aportaran múltiples beneficis en l'aprenentatge? *Inquiry Based Science Education*, 18, 22-36.
- Vilanova, L., Basilisa, M., Chaparro, M., & Natal, M. (2016). La formación de profesores de ciencias: descripción y análisis de posibles relaciones entre las representaciones sobre el aprendizaje de docentes y estudiantes universitarios de profesorado. *Perspectiva educacional*, 56, 1-23.
- Zilberstein, J., & Olmedo, S. (2014). Las estrategias de aprendizaje desde una didáctica desarrolladora. *Revista Científica Pedagógica Atenas*, 3(27).
- Zilberstein, J., Rodríguez, R., Herrera, R., Portela, R., Carol, M., Valdespriet, M.... Villafaña, A. (1991). *Orientaciones metodológicas. Biología 5. Duodécimo grado*. La Habana: Pueblo y Educación.