



## **Independencia cognoscitiva al diseñar experimentos de Biología con un cuadro introducido por secuencia de apertura**

**Cognitive independence to design Biology experiments with a chart introduced by opening sequence**

**Independência cognitiva ao projetar experimentos de Biologia com um quadro introduzido pela sequência de abertura**

**Dayly García García<sup>1</sup>**



<http://orcid.org/0000-0003-2851-0611>

**Yusimí Guerra Véliz<sup>1</sup>**



<http://orcid.org/0000-0002-1711-5686>

**Julio Leyva Haza<sup>1</sup>**



<http://orcid.org/0000-0002-6616-7095>

<sup>1</sup> Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.



[daylyg@uclv.cu](mailto:daylyg@uclv.cu); [yusimig@uclv.cu](mailto:yusimig@uclv.cu); [haza@uclv.cu](mailto:haza@uclv.cu)

**Recibido:** 17 de marzo 2021.

**Aceptado:** 06 de septiembre 2021.

### **RESUMEN**

El trabajo experimental en estudiantes de Licenciatura en Educación Biología se realiza siguiendo guías reproductivas,

que obstaculizan el cumplimiento de las exigencias del modelo del profesional. Esto demanda un profesor capaz de resolver, con independencia, problemas de la práctica escolar, incluido el trabajo experimental. Una posible solución puede ser la aplicación de un recurso didáctico que facilite el diseño de experimentos de forma independiente. El objetivo de este trabajo fue evaluar la independencia cognoscitiva de estudiantes de Licenciatura en Educación Biología, en el diseño de experimentos, usando como recurso didáctico un cuadro que se introduce a partir de una secuencia de apertura. La intervención se realizó en una muestra de 10 estudiantes de primer año del curso 2016-2017. Se empleó un diseño estadístico de bloques completos al azar para comparar la independencia cognoscitiva, al completar las partes del cuadro y a los estudiantes entre sí. Como resultado, se constató una marcada tendencia a la ejecución que disminuyó gradualmente, mientras aumentaba la independencia y motivación. Se observaron diferencias significativas en el logro de la independencia, en el completamiento de las partes del cuadro y entre los estudiantes, para cuya atenuación se realizó un trabajo diferenciado.

**Palabras clave:** didáctica del experimento; enseñanza de las ciencias; recurso didáctico; experimento; solución de problemas.

### **ABSTRACT**

The experimental work in students of the Bachelor of Biology Education is carried out following reproductive guidelines, which hinder the fulfillment of the requirements of the professional model. This demands a teacher capable of independently solving problems of school practice, including experimental work. A possible solution may be the application of a didactic resource that facilitates the design of experiments independently. The objective of this work was to evaluate the cognitive independence of

students of Bachelor of Biology Education, in the design of experiments using as a didactic resource a chart that is introduced from an opening sequence. The intervention was carried out in a sample of 10 first-year students from the 2016-2017 academic year. A randomized complete block statistical design was used to compare cognitive independence in completing parts of the chart and students against each other. As a result, there was a marked tendency towards execution that gradually decreased, while independence and motivation increased. Significant differences were observed in the achievement of independence in the completion of the parts of the chart and among the students, for whose attenuation a differentiated work was carried out.

**Keywords:** didactics of experiment; science teaching; teaching resource; experiment; problem solving.

#### RESUMO

O trabalho experimental em alunos do Curso de Licenciatura em Ensino de Biologia é realizado seguindo orientações reprodutivas, que dificultam o cumprimento dos requisitos do modelo profissional. Isso exige um professor capaz de resolver, de forma independente, problemas da prática escolar, inclusive trabalhos experimentais. Uma possível solução pode ser a aplicação de um recurso didático que facilite o desenho de experimentos de forma independente. O objetivo deste trabalho foi avaliar a independência cognitiva de alunos do Bacharelado em Biologia da Educação, na concepção de experimentos, utilizando como recurso didático uma tabela que é introduzida a partir de uma sequência de abertura. A intervenção foi realizada numa amostra de 10 alunos do primeiro ano do ano letivo 2016-2017. Um desenho estatístico de blocos completos randomizados foi usado para comparar a independência cognitiva, completando as partes da tabela e os

alunos uns contra os outros. Como resultado, houve uma tendência acentuada para o desempenho que diminuiu gradualmente, enquanto a independência e a motivação aumentaram. Diferenças significativas foram observadas no alcance da independência, no preenchimento das partes da tabela e entre os alunos, para cuja atenuação foi realizado um trabalho diferenciado.

**Palavras-chave:** experimento didático; ensino de ciencias; recurso didático; experimento; resolução de problemas.

## INTRODUCCIÓN

En la práctica pedagógica de la formación de profesores de Biología, se observa que los estudiantes presentan insuficiencias en el desarrollo de habilidades relacionadas con el trabajo práctico y experimental. Una de las insuficiencias consiste en la manifestación, en ellos, de la tendencia a la ejecución (García, Leyva & Guerra, 2017).

Por otro lado, en la enseñanza de la Biología para la formación de profesores, son muchos los docentes que arrastran a las disciplinas del nivel universitario, métodos y estilos propios de la educación media, lo que convierte el proceso de su enseñanza en un acto repetitivo que, en el mejor de los casos, aumenta el volumen de contenidos a aprender por el estudiante, pero no aporta estrategias de aprendizaje que lleven a la toma de decisiones y a la independencia cognoscitiva (Zilberstein & Olmedo, 2014).

Lo anterior entra en contradicción con el modelo del profesional de la carrera Licenciatura en Educación, Biología, donde se aspira a formar un profesional de perfil amplio, capaz de resolver con independencia los disímiles problemas

que se le presenten en el eslabón de base, la escuela. Esto coincide con la necesidad de contribuir a capacitar a nuestros estudiantes para ser competentes científicamente en el mayor número de situaciones, lo que requiere redefinir algunas acciones que acontecen en el aula (Márquez & Sardà, 2009).

Según las búsquedas bibliográficas realizadas por los autores del presente trabajo, en el desarrollo de la didáctica del experimento en las clases de ciencias, es posible identificar dos tendencias en correspondencia con el rol del estudiante: el trabajo experimental como "recetas de cocina" y las prácticas de indagación.

La primera tendencia se identifica con el paradigma tradicional. Se caracteriza por el abandono del pensamiento, se concentran los esfuerzos en aprendizajes mecánicos, la reiteración de la exposición y la práctica. Se obvia el necesario protagonismo del estudiante y son cada vez más criticados. Según Tenreiro & Márquez (2006, citado por Domènech, 2013), son "trabajos de laboratorio, que muchas veces se limitan a demostraciones ilustrativas más o menos espectaculares en las que los alumnos asumen el papel de espectadores y la ejecución acrítica de "recetas de cocina", sin implicarse intelectualmente" (p.250).

Se censura, ante todo, su énfasis en la realización de mediciones, cálculos, la ausencia de aspectos fundamentales para la construcción de conocimientos científicos como la discusión de la relevancia del trabajo a realizar, el esclarecimiento de la problemática en que se inserta, la participación de los estudiantes en el planteamiento de hipótesis, el diseño de los experimentos y el análisis de los resultados obtenidos (Carrascosa et al., 2006).

La segunda tendencia se centra en el protagonismo del estudiante y su implicación intelectual. Se enmarca en concepciones que requieren la aplicación

del método de investigación científica como son: el aprendizaje por descubrimiento inductivo y el aprendizaje por investigación.

Ejemplos de los trabajos enfocados desde esta tendencia son: la investigación dirigida (Carrascosa et al., 2006), la práctica de la metodología científica (González, 2005), la transformación de los enunciados de las consignas de trabajos de laboratorio para promover habilidades intelectuales y sociales en los estudiantes y hábitos de razonamiento científico (Carp et al., 2012), la problematización de las actividades experimentales (Peres & Marques, 2013), el incremento del grado de apertura y participación del alumnado en la escritura en secuencia de trabajos prácticos de laboratorio en formato de indagación (Domènech, 2013), las actividades abiertas de indagación en el laboratorio (Crujeiras & Jiménez, 2015; González & Crujeiras, 2016) y la reformulación de las competencias científicas para obtener las competencias propias de la ciencia escolar (Vía & Izquierdo, 2016) por solo citar algunos.

Uno de los aspectos que caracteriza el aprendizaje a través de la indagación en el laboratorio es el diseño de experimentos (Crujeiras & Jiménez, 2015). Carrascosa et al. (2006) proponen el carácter abierto de las situaciones presentadas y proponen "conceder toda su importancia a la elaboración de diseños y a la planificación de la actividad experimental por los propios estudiantes" (Carrascosa et al., 2006, p.164). Eso presupone que el profesor use los recursos didácticos y estrategias de enseñanza necesarios para potenciar el trabajo independiente de los estudiantes.

Carp, et al., (2012) proponen modificar los enunciados tradicionales (indicaciones en forma de "receta") de las guías de trabajos prácticos en Química General para estimular a los estudiantes a proponer diseños

experimentales. Los nuevos enunciados están formulados de modo tal que los estudiantes "piensen sobre lo que tienen que hacer" (Carp et al., 2012, p. 169).

González (2005) hace una propuesta centrada en el uso de la metodología científica donde presentan primeramente el método que permite realizar el tipo de experimento que se estudiará, después ofrecen un ejemplo concreto de uso del método y, finalmente, proponen a los estudiantes la realización de prácticas relacionadas con dicho método, pero en forma de situaciones problemáticas que exigen el diseño de los experimentos para alcanzar la solución.

Considerando los aspectos ya analizados y que a juicio de los autores deben contribuir a la independencia cognoscitiva en el trabajo experimental de los estudiantes que se forman como futuros profesores de Biología, se propone, en primer lugar, presentar las prácticas de laboratorio tradicionales como tareas experimentales, puesto que enfrenta al estudiante a situaciones que requieren, no solo realizar un experimento, sino diseñarlo.

En segundo lugar, para la solución de tales tareas, se propuso un cuadro de diseño del experimento como procedimiento que permite materializar las acciones mentales, correspondientes a la acción denominada orientación y tiene carácter prospectivo, es decir, permite prever las acciones y operaciones necesarias, que, en el caso de la Biología, están dirigidas a observar la estructura biológica o a reproducir el fenómeno biológico objeto de estudio en las condiciones del experimento.

*Objetivo:* Evaluar la independencia cognoscitiva de estudiantes de Licenciatura en Educación. Biología, en el diseño de experimentos, usando como recurso didáctico un cuadro que se introduce a partir de una secuencia de apertura.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, en el curso 2016-2017. La población estuvo conformada por los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, Biología. La muestra se seleccionó de forma intencional, integrada por los 10 estudiantes que cursaron la asignatura de currículo propio: Habilidades para el Trabajo con el Material Biológico en el curso 2016-2017. Se aplicó el cuadro de diseño en la solución de tareas experimentales de esta asignatura.

Para lograr el objetivo propuesto, se siguió un enfoque integrador que, sobre la base del materialismo dialéctico, determinaron los métodos, técnicas e instrumentos que permitieron elaborar la propuesta y el análisis de los datos. En el diseño seguido se identifican tres grupos de métodos: teóricos, empíricos y estadísticos. A continuación, se explica cómo se aplicó cada uno de ellos.

### Métodos empíricos:

- Diseño en bloques completos al azar: para valorar la independencia cognoscitiva en el diseño del experimento como uno de los procedimientos del método de solución de tareas experimentales cualitativas de Biología.
- Observación: para la valoración cualitativa de los estudiantes en el diseño de experimentos.
- Entrevista: para el diagnóstico de los estudiantes sobre su trabajo en el laboratorio biológico docente.
- Prueba pedagógica: (cada una de las tareas usadas en los ensayos) para la evaluación de la independencia cognoscitiva de los estudiantes en cada ensayo.

Métodos estadísticos: Para el análisis e interpretación de los datos que se

obtuvieron de la aplicación práctica. De la Estadística Descriptiva: tablas y gráficos y de la Estadística Inferencial: prueba de los efectos intersujetos para factores fijos y prueba de Duncan.

A continuación, se profundiza en el método de analogía por considerarlo piedra angular de la investigación. Su uso fue posible por ser la Física y la Biología ciencias experimentales, rasgo que se manifiesta también al asumirlas como asignaturas. Debido a las diferencias entre ambas ciencias y en su enseñanza, no fue posible transferir directamente el cuadro de diseño del experimento propuesto por Leyva y Guerra (2012) para Física, sino que se propuso uno nuevo para Biología por García, Leyva y Guerra (2017), sobre la base del anterior.

Se tuvieron en cuenta, además, las orientaciones metodológicas existentes para la enseñanza de la Biología como asignatura, que contiene la concepción metodológica de las prácticas de laboratorio como parte de las actividades prácticas. En ellas, se consideró el nivel de desarrollo alcanzado por los estudiantes, de modo que las nuevas exigencias en cuanto a las acciones y operaciones permitieran un nivel superior de desarrollo en los conocimientos y habilidades, pero con las llamadas "recetas de cocina" no es posible todo lo anterior.

Por tal motivo, en la formación de docentes de Biología, se necesita que se les prepare para realizar tareas experimentales que exijan la aplicación de los conocimientos, mayor independencia cognoscitiva y el desarrollo del pensamiento lógico. En el cuadro de diseño del experimento para resolver tareas experimentales de Biología, como recurso didáctico, se mantienen aspectos tradicionales de las prácticas de laboratorio como forma de organización del proceso de enseñanza, pero se les incorporan nuevas concepciones para evitar la ejecución

inmediata del estudiante en la solución de este tipo de tarea.

El cuadro de diseño del experimento corresponde a la función de la acción denominada orientación. Se conceptualizó cada uno de los componentes de dicho cuadro del siguiente modo: sistema experimental: como 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: como el conjunto de medios técnicos y las exigencias a estos y al sistema experimental, necesarios para la observación del fenómeno o la estructura; la técnica operatoria: consistente en 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 y llevar a cabo el experimento (García, Leyva & Guerra, 2017).

Para determinar el contenido de los componentes del cuadro de diseño del experimento, se propusieron los factores que intervienen en su selección y concreción. Estos son: estructura a observar (EO) fenómeno a reproducir (FR), selección y preparación de la muestra biológica (SPMB), efecto o característica que revela el fenómeno o la estructura biológica (ECRFE) y la forma de procesamiento de los datos (FPD) (García, Leyva & Guerra, 2017).

Estructura a observar: la exigencia de la tarea experimental puede estar dirigida al estudio de una estructura biológica o de un fenómeno biológico. En el primer caso, debe especificarse la estructura y que quede sin llenar la fila correspondiente al factor: fenómeno a reproducir. En el segundo caso (esto queda determinado por el factor anterior), como el fenómeno siempre está ligado a determinada estructura, entonces se determinará también dicha estructura.

La determinación de la estructura a observar da contenido al sistema experimental pues, una vez declarada, deben tenerse en cuenta sus dimensiones para elegir el instrumento y otros accesorios adecuados para su observación. Ello da contenido al sistema de observación. Este factor también da contenido a la técnica operatoria, pues se deben declarar las acciones correspondientes en cuanto al uso y operación del sistema experimental para lograr la observación de dicha estructura.

Fenómeno a reproducir: para poder detectar las propiedades de un fenómeno biológico en el laboratorio, es necesario reproducirlo experimentalmente, de modo que dichas propiedades se manifiesten. En tal sentido, se debe determinar el equipamiento del sistema experimental que depende, en última instancia, del equipamiento de que se disponga en el laboratorio y prescribe los elementos mínimos esenciales para reproducir el fenómeno. Este factor también da contenido a la técnica operatoria, pues determina las operaciones a realizar con el sistema experimental y su orden para reproducir dicho fenómeno.

Selección y preparación de la muestra biológica: en correspondencia con la exigencia de la tarea, se seleccionará el objeto 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 posible 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. Ello determina el contenido de la técnica operatoria en cuanto al sistema operacional que permite satisfacer la demanda expresada en la oración anterior.

Efecto o característica que revela el fenómeno o la estructura biológica: los fenómenos biológicos se manifiestan mediante cambios en la estructura biológica o en las funciones que ella realiza, por tanto, para notarlos es necesario variar las condiciones de la muestra biológica. Para eso, se debe 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 única muestra a las diferentes condiciones.

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. Con esto, se da también contenido a la técnica operatoria, pues se deben enlistar las operaciones a seguir durante la observación o experimentación que permiten obtener la información necesaria para la solución de la tarea experimental.

Forma de procesamiento de los datos: este factor determina el modo en que se recogerán los datos (información necesaria), en dependencia de que se precise describir una estructura (una observación en condiciones óptimas) o comparar dos o más estados diferentes de un fenómeno. Estos estados pueden estar determinados por la descripción del efecto de un fenómeno (observación de antes y después) o el estudio de una secuencia de estados (observación de una serie de estados incluyendo el inicial y el final). Todo esto determinará la cantidad y el modo en que deben realizarse las observaciones, especifica quién resuelve la tarea y se plasma en la técnica operatoria.

Dado el modo en que los factores determinan el contenido de los componentes del diseño del experimento, es muy útil presentarlo en forma de 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 que los determinan. La tabla consta de cinco filas y cinco columnas.

Para cada tarea experimental concreta que se resuelva y en correspondencia con sus condiciones y exigencias, es necesario especificar los factores que determinan los componentes del diseño del experimento. Es para ello que se ha habilitado la segunda columna y se identifica con la frase: concreción de los factores (CF), (ver tabla 1). Este es el cuadro del que dispone el estudiante. En él, quedan veinte celdas vacías que están disponibles para ser llenadas según lo necesite y con ello diseñar el experimento.

**Tabla 1** - Diseño del Experimento

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

Para conformar el cuadro de diseño del experimento, el estudiante debe usar el sistema de conocimientos y habilidades que posee sobre útiles, medios técnicos, técnicas de montaje de preparaciones biológicas, así como las competencias específicas de Biología, relacionadas con la aplicación de dichos conocimientos a la solución de problemas y, en particular, al trabajo práctico experimental (Ruíz et al., 1987).

Para las celdas en blanco que, de acuerdo con el enunciado de la tarea experimental, deben ser llenadas, se coincide con Coquidé et al. (1999, citado por Séré, 2002) en que: Haría falta, de vez en cuando, ir más allá y esforzarse en dejar que los estudiantes elijan el nivel de observación en función del problema planteado: organismo, órgano,

célula, molécula. Las limitaciones debidas a la variabilidad de los seres vivos o a la irreversibilidad de las experiencias deberían ser dejadas al juicio de los estudiantes o, al menos, debidamente discutidas. (p.361)

Como método didáctico de intervención se usó una secuencia de apertura experimental, según Domènech (2013), para facilitar el aprendizaje gradual en el uso del cuadro de diseño del experimento. Al respecto, se consideró la siguiente hipótesis científica: si se aplica una secuencia de apertura experimental para usar el cuadro de diseño del experimento como estrategia de aprendizaje para la solución de tareas experimentales cualitativas de Biología, se obtendrán avances progresivos en la independencia cognoscitiva de los estudiantes para la solución de dichas tareas.

Para indagar sobre la validez de la hipótesis científica, se definieron como variable independiente el cuadro de diseño del experimento y como variable dependiente la independencia cognoscitiva de los estudiantes para diseñar experimentos, usando dicho cuadro.

El sistema de tareas experimentales de Biología estuvo compuesto por 12 tareas. Las tareas 2, 8, 11 y 12 de Biología Molecular y Celular; la 1, 3, 6, 7, 9 y 10 de Botánica; la 4 de Anatomía y Fisiología Humana y la 5 de Microbiología. Se incluyeron más tareas de Botánica y Biología Molecular y Celular porque son estas las asignaturas que dan comienzo al mapa curricular de la carrera en segundo y tercer semestre.

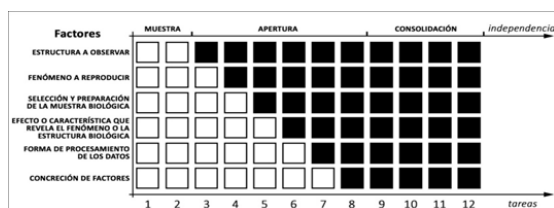
La secuencia de apertura experimental se estructuró considerando que, en dependencia de la complejidad de la tarea y del grado de independencia alcanzado por los estudiantes, algunos de los elementos de los componentes y algunos de los factores pueden ser dados en el enunciado de la tarea experimental,

en mayor o menor cuantía, y el resto debe ser encontrado en el proceso de diseño del experimento.

Mientras más elementos se ofrecen en el enunciado, más cerrada es la tarea y viceversa. Según Domènech (2013), "a mayor apertura, más investigadora es la práctica y mayores son el protagonismo y el ejercicio científico del alumnado y moviliza diferentes habilidades científicas como construir hipótesis, diseñar experimentos o extraer conclusiones" (p.252).

Se consideró, además, que la forma generalizada en que los estudiantes deben actuar al conformar el diseño del experimento consiste en determinar los componentes para cada uno de los factores, identificando previamente la forma en que cada factor se concreta en correspondencia con las condiciones y la exigencia de la tarea dada. Por esa razón, la secuencia de apertura experimental se refirió solo a los factores y no a los componentes del diseño del experimento, la aplicación de los primeros significa la determinación de los segundos.

La secuencia de apertura experimental propuesta se ilustra en la figura 1.



**Fig. 1-** Secuencia de apertura experimental para el cuadro de diseño del experimento

La intervención quedó dividida en tres fases: muestra, apertura y consolidación. En la figura 1, los cuadros sin rellenar representan la muestra y los que están totalmente coloreados, la apertura y la consolidación.

En la fase de muestra, el profesor ofreció al estudiante el modo en que el factor dado y su concreción determinan los componentes del diseño del experimento. La fase de apertura comenzó cuando el estudiante, por primera vez, realizó cada una de estas acciones de modo independiente. Esta fase se extendió desde la tarea 3 hasta la 8 porque en cada tarea se realizó la apertura de un factor y finalmente su concreción. Las fases de muestra y apertura se superpusieron, solo las dos primeras tareas fueron completamente de muestra. Para diferentes factores y su concreción, la fase de muestra continuó hasta la tarea 8, al mismo tiempo que otros factores que fueron quedando abiertos al estudiante.

Lo mismo ocurrió con la fase de consolidación; esta comenzó inmediatamente después de la apertura del factor dado o de su concreción, lo cual ocurrió en la tarea 4 y se estableció completamente para todos los factores y su concreción, es decir, para la totalidad del cuadro de diseño del experimento, a partir de la tarea 9. Con la secuencia de apertura, se garantizó un tránsito gradual de la fase de muestra a la de consolidación.

Es necesario considerar que la consolidación ocurrió de manera diferente para cada estudiante, por consiguiente, la ayuda del profesor en el proceso de transición gradual de la dependencia a la independencia fue diferente para cada estudiante.

Durante la intervención, se realizó la evaluación cualitativa del desempeño del estudiante al conformar el diseño del experimento de cada tarea resuelta. En las tareas 9 y 12, se le otorgó a cada estudiante una calificación por cada factor y su concreción; con estas calificaciones, se realizó un análisis estadístico a partir de un diseño de bloques completos al azar (Ochoa, 2014) que permitió valorar el desarrollo alcanzado en la independencia



cognoscitiva de los estudiantes en el diseño de experimentos. Se decidió designar con el término "ensayo" la evaluación cuantitativa realizada en las tareas 9 y 12 para evitar confusiones con la evaluación cualitativa realizada en todas las tareas.

Se aplicaron, además, después de la solución de cada tarea, a modo de retroalimentación, la entrevista abierta para indagar acerca de la motivación de los estudiantes hacia el uso del cuadro de diseño del experimento, así como la técnica de lo positivo, lo negativo y lo interesante.

Los 10 estudiantes de la muestra se caracterizaron por tener un aprovechamiento académico medio. Aunque todos aprobaron los exámenes de ingreso a la educación superior, mostraron pocos hábitos de estudio y nunca se habían enfrentado a la solución de tareas experimentales que requirieran el diseño del experimento. Solo dos estudiantes graduados del curso de nivel medio de profesores de Biología-Química habían realizado prácticas de laboratorio de modo sistemático, pero siguiendo el estilo tradicional de una guía reproductiva con pasos ordenados a ejecutar. La información anterior se obtuvo de la entrega pedagógica, la revisión del expediente del estudiante y la entrevista abierta, cuyas preguntas estaban dirigidas a los siguientes aspectos: si habían realizado trabajo práctico experimental con anterioridad, cómo había sido y con qué frecuencia.

Se siguió un diseño estadístico de bloques completos al azar (Ochoa, 2014) compuesto por 6 variedades (5 factores del cuadro de diseño y la concreción de los factores) y 10 bloques (cada uno de los estudiantes). Se midió la independencia cognoscitiva de cada estudiante en el llenado de cada factor del cuadro de diseño y su concreción. Los resultados de la medición se recogieron en una tabla de 6 x 10 en la que la celda  $C_{ij}$  contiene la calificación de la

independencia cognoscitiva en el factor  $i$  del estudiante  $j$ . Las mediciones se efectuaron en una escala ordinal con los valores 2 (mal), 3 (regular), 4 (bien) y 5 (excelente) y se tomaron como datos para realizar las pruebas de hipótesis.

Los objetivos específicos para valorar el desarrollo de la independencia cognoscitiva en el diseño de experimentos fueron los siguientes:

1. Comparar los factores del cuadro de diseño y su concreción entre sí, con respecto al logro de la independencia cognoscitiva de los estudiantes al determinar los componentes del diseño del experimento.
2. Establecer grupos homogéneos para los factores del cuadro de diseño y su concreción, determinados por las diferencias encontradas en el primer objetivo, con el propósito de diseñar acciones didácticas en el trabajo con los factores del cuadro de diseño y su concreción según el grupo homogéneo en que se ubiquen.
3. Comparar los estudiantes entre sí con respecto al logro de la independencia cognoscitiva alcanzada al trabajar con el cuadro de diseño del experimento para trazar una estrategia de atención a las diferencias individuales de los estudiantes.

Las hipótesis para cumplir el primer objetivo fueron:

H0: No existen diferencias en la independencia cognoscitiva de los estudiantes, entre los factores del cuadro de diseño y su concreción.

H1: Existen diferencias en la independencia cognoscitiva de los estudiantes, entre los factores del cuadro de diseño y su concreción o, al menos, existe diferencia en uno de ellos.

Para probar estas hipótesis, se usó la prueba de los efectos intersujetos para factores fijos que indagó acerca de la existencia de diferencias entre los integrantes del factor fijo correspondiente. En este caso, el factor fijo se refirió a los factores del cuadro de diseño y su concreción: estructura a observar, fenómeno a reproducir, selección y preparación de la muestra biológica, efecto o característica que revela el fenómeno o la estructura biológica, forma de procesamiento de los datos y concreción de los factores.

Para el segundo objetivo, las hipótesis fueron:

H0: Los factores del cuadro de diseño y su concreción pertenecen al mismo grupo homogéneo (no hay diferencias entre la independencia cognoscitiva de los estudiantes, al trabajar con los factores del cuadro de diseño del experimento y su concreción, pertenecientes a un mismo grupo homogéneo).

H1: Los factores del cuadro de diseño y su concreción pertenecen a diferentes grupos homogéneos (hay diferencias entre la independencia cognoscitiva de los estudiantes, al trabajar con los factores del cuadro de diseño del experimento y su concreción, pertenecientes a distintos grupos homogéneos).

Para probar estas hipótesis, se usó la prueba de Duncan que dividió los factores del cuadro de diseño del experimento y su concreción en grupos homogéneos según la media de la independencia cognoscitiva de los estudiantes en el factor del cuadro de diseño o su concreción correspondiente.

Para el tercer objetivo, las hipótesis fueron:

H0: No existen diferencias entre los estudiantes en cuanto a la independencia

cognoscitiva, el trabajar con el cuadro de diseño del experimento.

H1: Existen diferencias entre los estudiantes o, al menos, existe diferencia en uno de ellos, en cuanto a la independencia cognoscitiva, al trabajar con el cuadro de diseño del experimento.

Para probar estas hipótesis, se usa la misma prueba que para el primer objetivo. En este caso, el factor fijo es cada estudiante etiquetado del 1 al 10. El nivel de significación para todas las pruebas estadísticas fue  $\alpha=0,05$ .

## RESULTADOS

La presentación y análisis del cuadro de diseño del experimento con los estudiantes se realizó en una sesión de clases de 90 minutos. Se presentó el cuadro de diseño del experimento (tabla 1) a los estudiantes y se explicó su estructura.

En la misma sesión de clases, se presentó la tarea experimental 1 y se discutió con los estudiantes el modo de diseñar un experimento que permitiera arribar a la solución, utilizando la tabla 1. Con las propuestas de los estudiantes y la dirección del profesor, se fueron completando aquellas celdas en blanco de la tabla 1, necesarias para conformar la solución. Para cada propuesta, se pidió al estudiante que argumentara su inclusión y ubicación en la celda concreta.

Mediante la evaluación del desempeño de los estudiantes, se pudo constatar que, en la etapa de muestra, las mayores dificultades se concretaron en la inseguridad para proponer el contenido de las celdas del cuadro de diseño del experimento.

En el diseño de los experimentos de las primeras tareas correspondientes a la

apertura, se observó una marcada tendencia a la ejecución, que se manifestó en incluir los mismos elementos usados anteriormente por el profesor en otras tareas resueltas en la etapa de muestra. Cuando se les preguntaba al respecto, por lo regular, no podían identificar la función de lo propuesto para el experimento que se estaba diseñando.

Para salvar esta dificultad, fue preciso debatir con los estudiantes aspectos, no solo de contenido biológico, sino también de carácter didáctico y lógico. En todo momento, durante la fase muestra y hasta alcanzarse la consolidación, se emplearon preguntas que sirvieron de guía para el diseño del experimento.

En calidad de ejemplo, se transcribe a continuación una parte del diálogo entre el docente (D) y algunos estudiantes (E) al realizar el diseño de un experimento para la tarea 3:

D: ¿Para qué usarás el microscopio?

E1: Para observar las células.

D: Pero, ¿qué vas a observar de la célula?

E1: Su estructura.

D: ¿Qué células vas observar?

E2: Las de las hojas y el tallo de una planta.

D: ¿Bastarán solo con células de las hojas y el tallo?

E1: Bueno, se pueden usar la de las flores.

E9: Pueden observarse hojas, tallos o flores de diferentes plantas.

Estas preguntas guiadas fueron de gran ayuda durante la solución de las tareas

en que se realizaba la apertura y comenzaba la consolidación.

En las discusiones, algunos de los estudiantes plantearon que el procedimiento para completar el cuadro de diseño del experimento les resultaba complejo puesto que se enfrentaban a él por primera vez, que les resultaba más fácil realizar la práctica de laboratorio con una guía estructurada donde debían seguir los pasos ya establecidos por el profesor. Otros reconocían que debían esforzarse mucho para lograr el diseño, consideraban que este constituía un reto para ellos, que los motivaba a pensar y encontrar soluciones novedosas.

Para la tarea 3, relacionada con la observación de la variedad estructural de los tejidos de una planta, se necesitaron dos sesiones de trabajo, dada su complejidad y las múltiples formas en que se podía diseñar el experimento. Por esta razón, se incorporaron debates colectivos al final para discutir los resultados alcanzados, usando diferentes diseños del experimento. Esto contribuyó a que los estudiantes actuaran de un modo más consciente, pues en los debates finales se exigía exponer argumentos sobre cada parte del diseño experimental realizado.

A la altura de la solución de la tarea 5, ya los estudiantes mostraban una mayor independencia, realizaban la selección del instrumental, preparaban las muestras y demás elementos del cuadro de diseño del experimento, en correspondencia con el contenido de la tarea presentada y de la solución que esta requería, usaban sus conocimientos previos de modo creativo y buscaban información para poder completar el cuadro de forma independiente. La motivación aumentó de forma considerable, los estudiantes se mostraban entusiasmados con sus logros en el diseño del experimento. Comenzaron a pedir que se les comunicara el tema de cada tarea con antelación para profundizar en los

contenidos biológicos de carácter teórico necesarios para el diseño experimental, a fin de venir mejor preparados. Cabe destacar que, aunque se les dio a conocer el tema de cada tarea con antelación, no se les reveló el enunciado para evitar que trajeran el experimento ya diseñado, lo que entorpecería la observación del proceso por los investigadores.

Estos resultados fueron consolidando paulatinamente la independencia cognoscitiva de los estudiantes en la solución de tareas experimentales de Biología.

Con el objetivo de evaluar cuantitativamente por primera vez la independencia cognoscitiva alcanzada por los estudiantes en el trabajo con el cuadro de diseño del experimento, se procedió a calificar sus resultados en la tarea 9 (primer ensayo). La tabla 2 recoge estas calificaciones.

La prueba de los efectos intersujetos para el factor fijo: factores del cuadro de diseño y su concreción arrojaron una significación de  $0,000 < 0,05$ , lo cual indica que existen diferencias altamente significativas en la independencia cognoscitiva. Es decir, no para todos los factores y su concreción se ha alcanzado el mismo grado de independencia cognoscitiva.

La prueba de Duncan para la determinación de grupos homogéneos para factores del cuadro de diseño del experimento y su concreción arroja la formación de tres grupos significativamente diferentes. El primer grupo (concreción de los factores, efecto o característica que revela el fenómeno o la estructura y selección y preparación de la muestra biológica) presenta los peores promedios entre 2,20 y 2,40. En el segundo grupo, se ubican la forma de procesamiento de los datos y la estructura a observar, con un promedio de 4,00 y 4,20 respectivamente. En el tercer grupo, se ubica el fenómeno a

reproducir y, nuevamente, la estructura a observar con promedios de 4,60 y 4,20.

**Tabla 2** -Independencia cognoscitiva de los estudiantes en el primer ensayo.

Factores	Primer ensayo					
	EO	FR	SPMB	ECRFE	FPD	CF
Est. 1	4	4	2	2	4	2
Est. 2	4	5	2	2	4	3
Est. 3	3	5	2	2	4	3
Est. 4	4	4	2	2	4	2
Est. 5	5	5	3	3	5	2
Est. 6	4	4	2	2	4	2
Est. 7	5	5	3	3	5	2
Est. 8	4	5	3	2	3	2
Est. 9	5	5	3	2	3	2
Est. 10	4	4	2	2	4	2

Estos resultados sugieren el grado de dificultad que presentan los factores y su concreción para ser determinados de manera independiente por los estudiantes con los que se realizó la intervención.

Con el primer grupo, se decidió rediseñar e intensificar las acciones didácticas, por ser al más afectado. Con los grupos 2 y 3, se decidió continuar con la aplicación de las acciones didácticas previamente diseñadas.

La primera acción consistió en reforzar el trabajo con el primer grupo de factores del cuadro de diseño del experimento, a través de preguntas guiadas y debatir los resultados alcanzados en los diseños realizados por los estudiantes para ilustrar las diversas variantes y llamar la atención sobre los errores más frecuentes.

La prueba de los efectos intersujetos para el factor fijo: estudiante, arrojó un valor de significación de  $0,008 < 0,05$ , lo que indica que el estadígrafo cae en la zona de rechazo y revela que existen

diferencias significativas entre los estudiantes.

El análisis de los promedios por estudiante mostró valores en el intervalo cerrado desde 2,17 a 3,83. A partir de estos resultados, se trazó la segunda acción didáctica para las tareas 10 y 11: intensificar la atención individualizada a cada estudiante según el factor en que presentó dificultad. Se trabajó, además, de manera intensiva con los estudiantes: 8, 3, 10, 6, 4 y 1 que tenían los peores promedios en ese mismo orden. Con estos estudiantes, se planificaron consultas semanales con atención diferenciada según la dificultad presentada.

Como resultado final del primer ensayo, se concluyó que existían diferencias significativas en la independencia cognoscitiva en el trabajo con el cuadro de diseño del experimento, tanto entre los estudiantes como entre los factores del cuadro de diseño y su concreción.

Al finalizar la intervención, se realizó el segundo ensayo con el mismo objetivo que el primero para valorar posibles avances o retrocesos. Este correspondió a la tarea 12 (final). Los datos obtenidos se ofrecen en la tabla 3.

**Tabla 3-** Independencia cognoscitiva de los estudiantes en el segundo ensayo

Segundo ensayo						
Factores	EO	FR	SPMB	ECRFE	FPD	CF
Est. 1	5	4	5	4	4	4
Est. 2	4	5	4	5	5	4
Est. 3	3	5	4	5	4	4
Est. 4	4	4	4	4	5	4
Est. 5	5	5	5	5	5	5
Est. 6	5	4	4	4	4	4
Est. 7	5	5	5	5	5	5
Est. 8	5	5	5	4	4	4
Est. 9	5	5	4	4	4	4
Est. 10	4	4	3	3	3	4

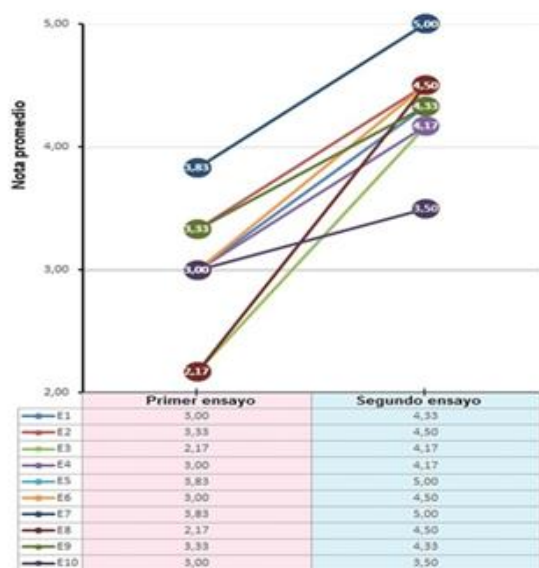
La prueba de los efectos intersujetos para el factor fijo: factores del cuadro de diseño del experimento y su concreción

arrojaron una significación de  $0,751 > 0,05$ , lo cual indica que no se rechaza  $H_0$  y significa que no existen diferencias significativas en la independencia cognoscitiva, en el trabajo con los factores del cuadro de diseño y su concreción.

La prueba de Duncan no arroja la formación de grupos diferentes, lo cual es lógico, al no existir diferencias significativas en la independencia cognoscitiva en el trabajo con los factores del cuadro de diseño y su concreción. Además, las medias en la independencia cognoscitiva, en todos los casos, están por encima de 4,30.

Desde el punto de vista didáctico, estos resultados son favorables por lo que se consideró como un indicador del logro de la independencia cognoscitiva en el diseño del experimento. Es decir, se consideró que ya los estudiantes dominan el procedimiento para el trabajo con el cuadro de diseño del experimento.

La prueba de los efectos intersujetos para el factor fijo estudiante devolvió un valor de significación de  $0,001 < 0,05$ , lo que indica la existencia de diferencias entre los estudiantes. Sin embargo, en todos los casos, los resultados son favorables con respecto al primer ensayo (ver figura 2), por lo que con este ensayo, se decidió culminar esta fase de la investigación.



**Fig. 2** - Promedios por estudiante en el primer y segundo ensayos.

La evaluación cualitativa totalizadora, por su parte, evidenció la diversidad de formas usadas por los estudiantes para llenar el cuadro de diseño, sobre todo en la parte referida a la selección y preparación de las muestras biológicas, pues elegían muestras diferentes y/o las preparaban de maneras diferentes. También se observaron diferencias en la exhaustividad de la información, pues mientras que algunos solo anotaban unos pocos aspectos relevantes, otros hacían descripciones detalladas. Se observó, además, que algunos estudiantes (sobre todo el 5 y el 7 y, en algunas ocasiones, el 9) proponían soluciones novedosas, manifestando una independencia cognoscitiva a un nivel superior.

Se constató, además, el mantenimiento de la motivación de los estudiantes hacia la realización de las tareas experimentales. Esto también se corroboró en la entrevista abierta, cuyas preguntas estaban dirigidas a indagar sobre su motivación y sobre el proceso de solución.

Además, se constató que, si la tarea involucraba fenómeno y estructura, a los estudiantes les resultaba mucho más difícil completar el cuadro. Así mismo, si la tarea exigía más de una muestra, los estudiantes consideraban que la solución se hacía muy larga y tenían duda de si debían hacer un cuadro para cada muestra o si podían ponerlo todo en uno solo. Siempre se les aclaró que, si la exigencia de la tarea involucraba varias muestras, todas iban en el mismo cuadro y que las diferencias se daban en la técnica operatoria y el procesamiento de los datos.

Al finalizar cada tarea experimental, se aplicó, además, la técnica de lo positivo, negativo e interesante. Los estudiantes señalaron como negativo las dificultades para completar el cuadro al aplicar los conceptos de sistema experimental y sistema de observación. Para salvar esta dificultad, la profesora comenzó a escribir en la pizarra, a partir de la tercera tarea, las definiciones de dichos conceptos. Después de la tarea 6, esta dificultad disminuyó.

También, como negativo, los estudiantes 8 y 10 manifestaron que, para completar el cuadro, tenían que escribir, pensar y trabajar más, por lo que preferían las prácticas con la guía reproductiva. En este aspecto, fue importante la actuación del resto del grupo que logró comprometer a estos estudiantes, razón por la cual sus calificaciones son buenas.

Como positivo, manifestaron que se sentían capaces de diseñar su propio experimento y le confirieron valor al cuadro como recurso didáctico para su futura labor profesional. Lo interesante se refirió al valor del cuadro para guiar y posibilitar el diseño del experimento de forma individualizada.

## DISCUSIÓN

Durante la inclusión del cuadro de diseño del experimento dentro del proceso de enseñanza aprendizaje, se encontraron algunas barreras en los estudiantes como: la tendencia a la ejecución, la falta de argumentos en la elección de los elementos del diseño y la apreciación del diseño como un proceso difícil. Los autores suponen que las causas radican en que los estudiantes nunca se habían enfrentado al diseño de experimentos de manera independiente.

La inseguridad para proponer el contenido de las celdas del cuadro de diseño del experimento constatado en la etapa de muestra puede explicarse por el hecho de que el estudiante nunca se ha enfrentado a diseñar experimentos de modo independiente. En la enseñanza secundaria y preuniversitaria, las prácticas se realizan de la forma tradicional, a través de una guía, con los pasos a seguir, tipo "receta" (Carrascosa et al., 2006; Carp et al., 2012; Tenreiro & Marqués, 2006, citado en Domènech, 2013).

La marcada tendencia a la ejecución, que se manifestó en el completamiento del cuadro sin un análisis previo, concuerda con Crujeiras & Jiménez (2015), cuyos resultados arrojaron que el estudiante trata de resolver la tarea por ensayo error, en vez de planificar un diseño. Ello evidenció la necesidad de introducir preguntas que propicien el análisis por el estudiante. (Domènech, 2013) (Crujeiras & Jiménez, 2015)

En algunos casos, fue necesario dedicar más tiempo que el planificado inicialmente al diseño del experimento (como en la tarea 3), ya que, al actuar por ensayo error, el estudiante emplea mucho tiempo proponiendo diseños que después debe desechar. Resultados similares fueron obtenidos por Crujeiras & Jiménez (2015).

El aumento paulatino de la independencia de los estudiantes en el diseño de experimentos y los resultados satisfactorios alcanzados en el segundo ensayo coinciden con los resultados obtenidos por Domènech (2013), quien también usa una secuencia de apertura que requiere el diseño de experimentos.

El diseño independiente de experimentos por los estudiantes constituye uno de los retos actuales en la enseñanza de las ciencias puesto que el estudiante "presenta dificultades para relacionar los contenidos científicos con el experimento que se debe realizar" Crujeiras & Jiménez (2015). Un recurso didáctico como el cuadro propuesto es de gran utilidad, tanto para el profesor como para el estudiante. El primero, le permite orientar la actividad del estudiante y exponer la lógica del diseño del experimento y el segundo, le posibilita plasmar en un papel o en el ordenador el diseño del experimento que de otro modo puede quedar a nivel mental.

Para vencer las barreras detectadas, fue preciso resolver 12 tareas en las que los estudiantes se enfrentaron paulatinamente al proceso de diseño. La secuencia de apertura experimental fue de gran ayuda por combinar la enseñanza del profesor a través de las muestras y ayudas con el aprendizaje cada vez más independiente del estudiante en la apertura y la consolidación.

El diseño de bloques completos al azar fue útil para realizar dos cortes evaluativos (dos ensayos) a partir de los cuales se trazaron acciones didácticas.

Desde el punto de vista cuantitativo, se pudo constatar que las mayores dificultades en el diseño del experimento están en la concreción de los factores, efecto o característica que revela el fenómeno o la estructura y selección y preparación de la muestra biológica. Por ello, se recomienda al docente que decida usar el cuadro de diseño del

experimento como recurso didáctico y elaborar acciones didácticas específicas para este grupo de factores. Se propone, además, usar preguntas guiadas durante la apertura y el tránsito a la consolidación y discutir los resultados al final del diseño con el grupo de estudiantes.

También, desde el punto de vista cuantitativo, se detectaron diferencias entre los estudiantes en correspondencia con las particularidades individuales de su aprendizaje, lo que evidenció que diferentes estudiantes necesitan atenciones pedagógicas diferenciadas y tiempos diferentes de entrenamiento en el uso del cuadro de diseño. La detección de dichas diferencias puede ser útil desde el punto de vista didáctico para identificar las dificultades y trazar estrategias individualizadas.

Aunque en la intervención realizada fue necesario emplear 12 tareas experimentales para alcanzar la independencia cognoscitiva deseada, la cantidad de tareas puede variar en dependencia de las particularidades de cada grupo de estudiantes.

La investigación realizada ofreció resultados positivos sobre la validez de la hipótesis científica planteada, aunque sería útil aplicar el cuadro de diseño del experimento en otras asignaturas de la especialidad, en la formación de profesores de Biología. Se sugiere, además, implementar su enseñanza usando una secuencia de apertura análoga a la de esta investigación para valorar su variabilidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carp, D., García, D., & Chiacchiarini, P. (2012). Trabajos prácticos de laboratorio sin receta de cocina en cursos masivos. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 3(1), 167-173.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3877565>
- Carrascosa, J., Pérez, D., Vilches, A., & Valdés, P. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23, 157-181.  
[https://www.researchgate.net/publication/285649791\\_Papel\\_de\\_la\\_actividad\\_experimental\\_en\\_la\\_educacion\\_cientifica](https://www.researchgate.net/publication/285649791_Papel_de_la_actividad_experimental_en_la_educacion_cientifica)
- Crujeiras, B., & Jiménez, M. (2015). Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: Articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 33(1), 63-84.  
<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v33-n1-crujeiras-jimenez>
- Domènech, J. (2013). Secuencias de apertura experimental y escritura de artículos en el laboratorio: Un itinerario de mejora de los trabajos prácticos en el laboratorio. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 31(3), 249-262.  
<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/285787>
- García, D., Leyva, J. & Guerra, Y. (2017). Cuadro de diseño del experimento para resolver tareas experimentales de Biología. *Revista Varela*, 17(48), 364-378.  
<http://revistavarela.uclv.edu.cu/index.php/rv/article/view/157/338>
- González, L., & Crujeiras, B. (2016). Aprendizaje de las reacciones químicas a través de actividades



- de indagación en el laboratorio sobre cuestiones de la vida cotidiana. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 34(3), 143-160.  
<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v34-n3-gonzalez-crujeiras>
- González, R. (2005). Curso de prácticas de laboratorio de química general para la carrera de física. *Revista Pedagogía Universitaria*, 10(2).  
<http://edunivlms.reduniv.edu.cu/items/show/24548>
- Leyva, J. & Guerra, Y. (2012). El cuadro de 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.
- Márquez, C., & Sardà, A. (2009). Evaluar la competencia científica. *Aula de innovación educativa*, 186, 13-15.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3085585>
- Ochoa, R. (2014). Análisis estadístico con el SPSS. La Paz: Bolivia.  
<https://docplayer.es/10532912-Analisis-estadistico-con-el-spss.html>
- Peres, F., & Marques, C. (2013). Problematización de las actividades experimentales en la formación y la práctica docente de los formadores de profesores de Química. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(3), 67-86.  
<https://ddd.uab.cat/record/112933>
- Ruíz, F., Zilberstein, J., Prieto, G., Ménez, N., & Miedes, E. (1987). *Manual del laboratorio de biología*. Pueblo y Educación.
- Séré, M. (2002). La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 20(3), 357-368.  
<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21824>
- Via, A., & Izquierdo, M. (2016). Aprendizaje por competencias (I). Identificación de los perfiles de las competencias adquiridas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 34(3), 73-90.  
<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v34-n3-via-izquierdo>
- Zilberstein, J., & Olmedo, S. (2014). Las estrategias de aprendizaje desde una didáctica desarrolladora. *Atenas*, 3(27), Article 27.  
<http://atenas.umcc.cu/index.php/atenas/article/view/117>

**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

**Contribución de los autores:**

Los autores han participado en la redacción del trabajo y análisis de los documentos.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-  
NoComercial 4.0 Internacional  
Copyright (c) Dayly García García, Yusimí Guerra Véliz, Julio Leyva Haza