

Propuesta metodológica en las prácticas de laboratorio y su incidencia en los esquemas de conocimiento

Methodological proposal in laboratory practices and its impact on knowledge schemes

Proposta metodológica nas práticas laboratoriais e seu impacto nos esquemas de conhecimento

Verónica Jeaneth Navarro Sánchez¹
Universidad del Zulia
veronica.j.navarro.s@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9358-5794>

Germain Andrés Montiel Cubillan²
Universidad del Zulia
germainmontiel@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3992-4836>

Diego Arturo Díaz Revilla³
Universidad del Zulia
diego24256@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8273-0714>

Como citar:

Navarro, V., Montiel, G. & Díaz, D. (2022). *Propuesta metodológica en las prácticas de laboratorio y su incidencia en los esquemas de conocimiento. Código Científico Revista de Investigación*, 3(1), 83-105.

Recibido: 15/02/2022

Aceptado: 10/04/2022

Publicado: 30/06/2022

¹ Licenciada en Educación, mención Matemática y Física. Asesora académica en estas áreas a nivel de educación secundaria. Investigadora en la enseñanza de la Matemática y la Física con el uso de las TIC.

² Licenciado en Educación, mención Matemática y Física. Magister en Ciencias Aplicadas. Doctor en Ciencias de la Educación. Profesor ordinario de La Universidad del Zulia, jefe de la Cátedra de Física. Tutor y asesor de tesis e investigaciones libres. Coordinador de la Unidad de Diseño y Evaluación del Sistema de Educación a Distancia (SEDLUZ) de la Universidad del Zulia. Vicerrectorado Académico.

³ Licenciado en Educación, mención Matemática y Física. Investigador en la enseñanza de la Matemática y la Física

Resumen

El objetivo de este trabajo fue determinar la incidencia de una propuesta de práctica de laboratorio en los esquemas de conocimiento de los estudiantes de Física III, pertenecientes a la Licenciatura en Educación mención Matemática y Física de la Universidad del Zulia. Dicha propuesta se estructuró en cuatro apartados: (i) Planteamientos iniciales, (ii) Actividades en el laboratorio, (iii) Actividades en el laboratorio virtual y (iv) Situaciones de transferencia. Asimismo, en la propuesta se considera la elaboración de una V epistemológica de Gowin en sustitución del informe tradicional, con el fin de identificar el avance en los esquemas de conocimiento. El diseño de este trabajo fue cuasi-experimental con pre-test y post-test. En general, se observó que a través la propuesta metodológica hubo un avance en el desarrollo de los esquemas conceptuales, especialmente de las metas y anticipaciones, seguido de los invariantes operatorios y de la posibilidad de inferencia.

Palabras clave: Prácticas de laboratorio, laboratorio virtual, Física, esquemas de conocimiento

Abstract

The aim of this paper was to determine the incidence of a laboratory practice's proposal in the knowledge scheme of Physics III students, who belong to the Degree in Mathematics and Physics Education of the Universidad del Zulia. This proposal was structured in four sections: (i) Initial questionings, (ii) Laboratory activities, (iii) Virtual laboratory activities and (iv) Transfer of learning. In addition, in the proposal it is considered the elaboration of a Gowin's epistemological Vee in substitution of the traditional laboratory report, in order to identify progress in students' knowledge scheme. The research design was quasi-experimental with pre-test and post-test. In general, it was observed through the methodological proposal there was a progress in conceptual schemes, specially of goals and anticipations, followed by operational invariants and possibilities of inference.

Key words: Laboratory practices, virtual laboratories, Physics, knowledge scheme

Resumo

O objetivo deste trabalho foi determinar a incidência de uma proposta de prática laboratorial nos esquemas de conhecimento de alunos de Física III, pertencentes ao Bacharelado em Educação com menção em Matemática e Física da Universidade de Zulia. Esta proposta foi estruturada em quatro seções: (i) Abordagens iniciais, (ii) Atividades no laboratório, (iii) Atividades no laboratório virtual e (iv) Situações de transferência. Da mesma forma, a proposta considera a elaboração de um Gowin V epistemológico em substituição ao relato tradicional, a fim de identificar o avanço nos esquemas de conhecimento. O desenho deste trabalho foi quase experimental com pré-teste e pós-teste. De maneira geral, observou-se que por meio da proposta metodológica houve um avanço no desenvolvimento de esquemas conceituais, principalmente metas e antecipações, seguidos de invariantes operacionais e possibilidade de inferência.

Palavras-chave: Práticas de laboratório, laboratório virtual, Física, esquemas de conhecimento

Introducción

Las prácticas de laboratorio son, sin duda alguna, actividades propias de la enseñanza de la ciencia, las cuales han sido, por mucho tiempo, los únicos espacios de experimentación de estudiantes y profesores (Barberá y Valdés, 1996; Rosado y Herreros, 2005). El laboratorio tradicional tiene algunas ventajas, en tanto que permiten a los estudiantes manipular directamente el experimento, es motivante, interactivo, y permite desarrollar habilidades cognitivas (Barbosa y Andreu, 2000; Kofman et al., 2000).

Sin embargo, se debe tener en cuenta que éstas no constituyen una panacea de la enseñanza de las ciencias (Barberá y Valdés, 1996). Los resultados de algunas investigaciones reflejan que, en general, los estudiantes obtienen pocos, si algunos, beneficios de estas actividades (Clakson y Wright, 1992), en tanto que no generan ambientes propicios para la formación de conceptos científicos (Barberá y Valdés, 1996).

Desde una perspectiva constructivista, las prácticas de laboratorio representan una experiencia idónea para promover un desarrollo conceptual, haciendo que los estudiantes tengan la oportunidad de cambiar sus creencias, las cuales muchas veces no coincide con el conocimiento científico sobre los fenómenos (Barberá y Valdés, 1996). En este sentido, es importante aclarar que muchas veces estas creencias constituyen un obstáculo de aprendizaje el cual, bajo una perspectiva conductista, difícilmente puedan detectarse (Carrascosa, 2005). Por tal motivo, se hace imprescindible que los estudiantes logren aprendizajes significativos, que puedan romper con sus esquemas mentales preestablecidos.

En este orden de ideas, como lo indica Amaya (2009), ¿cómo pueden las prácticas de laboratorio lograr un aprendizaje significativo? El autor parte del hecho que todo aprendizaje significativo, que emerge como elemento básico en la construcción de conceptos, se encuentra asociado a un hecho real o a una representación de dicha realidad. De esta manera, una práctica de laboratorio puede asumirse como un espacio donde se puede comprobar la teoría,

posibilitando al estudiante acercarse con algunas de las condiciones de dicha realidad. Más aún, si se conciben los conceptos como pilares que sustentan la interacción, y la reconstrucción de éstos como el ajuste a las condiciones de la realidad, entonces los entornos de realidad representan la base para dicho ajuste.

Cabe destacar que, para Amaya (2009), los entornos de realidad abarcan tanto aquellos espacios físicos y tangibles como *los entornos de realidad virtual*. Esto se debe a que el entorno de simulación se programa de tal manera que responde de forma similar a como lo haría un experimento cualquiera, en tanto que se adapta a las condiciones de la realidad. Así, las simulaciones estimulan al estudiante a re-contextualizar sus conceptos, posibilitando un entorno que permita explorar su estructura conceptual existente y crear nuevos conceptos o cambiar los que ya posee en caso de alguna incongruencia. En este sentido, el uso de simuladores (herramientas tecnológicas digitales) se encuentra acorde con los principios del nuevo modelo pedagógico conectivista de Siemens (2010) y Downes (2008).

Uno de los entornos de simulación muy utilizados últimamente para las prácticas de Física lo constituyen los laboratorios virtuales. De esta manera, una forma de lograr aprendizajes significativos en el estudiante es a través de prácticas de laboratorio que cuenten con una metodología adecuada, cuyo propósito sea que el estudiante reflexione sobre los fenómenos físicos involucrados, más allá de las técnicas y los procedimientos. En este sentido, el objetivo de este trabajo fue determinar la incidencia de la propuesta metodológica para las prácticas de laboratorio de la cátedra Física III en los esquemas de conocimiento de los estudiantes de dicha asignatura.

Dicho análisis se llevó a cabo con los estudiantes pertenecientes a la cátedra de Física III (que comprende las unidades de Electricidad y Magnetismo), de la Licenciatura en Educación, mención Matemática y Física, de la Facultad de Humanidades y Educación de la

Universidad del Zulia del VI semestre. En particular, la propuesta estuvo dirigida al diseño de un guion de laboratorio acerca de los instrumentos de medición en electricidad.

Desarrollo

1. Elementos del guion de laboratorio

Para la elaboración del guion de laboratorio, se ha decidido seguir la estructura de las “fichas de actividades basadas en el aprendiz”, también conocidas como FABA propuestas por Arrieta y Delgado (2011). Las fichas propuestas por las autoras se estructuran en tres partes, a saber: (i) el propósito, el cual propone situaciones problemáticas novedosas para el estudiante, en las cuales éstos deben predecir el comportamiento del fenómeno físico y argumentar su respuesta; (ii) las actividades, las cuales permiten que los estudiantes interactúen con el objeto de estudio, proveyendo de las orientaciones para que ellos mismos puedan construir significados y; (iii) las situaciones de transferencia, en la cual se presentan situaciones que los estudiantes deben responder en función de los conocimientos adquiridos a través de la práctica de laboratorio o de investigación en diversas fuentes incluida la Internet, que es una herramienta de gran valor en los tiempos actuales (Arrieta y Delgado, 2011).

Propósito

Indicar el propósito de la práctica de laboratorio en el guion permitió la ubicación por parte de los estudiantes del fenómeno a estudiar, reflejando algunos datos históricos, además de las aplicaciones que posee esa temática en la vida cotidiana. Luego de realizar la lectura, los estudiantes pudieron compartir sus experiencias previas sobre el tema y reconstruir significados a través de la actividad social y en las experiencias externas compartidas con sus compañeros (Vygostki, 1979).

Planteamientos iniciales

Primero que todo, debe destacarse la importancia de revisar las ideas previas que tiene el estudiante con respecto al tema a trabajar. Esto se hace con el objeto de identificar

concepciones erróneas que éste traiga consigo y que están establecidas en su estructura cognitiva. Dichas ideas previas suelen ser muy resistentes al cambio, por lo que se requiere el uso de estrategias y situaciones novedosas que dejen en evidencia la inconsistencia de estos planteamientos para modelar fenómenos físicos (Arrieta y Marín, 2006).

Por este motivo, en esta propuesta metodológica, la primera parte del guion de laboratorio debe consistir en unos planteamientos iniciales de carácter cualitativo, de preferencia que representen situaciones problemáticas propias de la vida real, las cuales luego los estudiantes puedan realizar experimentalmente y comprobar si sus ideas logran describir el fenómeno físico observado. Se consideró que para el trabajo de laboratorio los estudiantes se organizaran en grupo de cuatro como máximo, para garantizar la participación de todos los integrantes.

La mejor manera de saber si un estudiante ha logrado un aprendizaje significativo es a través de problemas novedosos que le sean pocos familiares (Ausubel, 1980). Asimismo, se debe procurar que estos problemas sean cualitativos, ya que éstos constituyen una estrategia eficaz para verificar si se han logrado aprendizajes significativos (Lucero y Concari, 2006).

En este sentido, se sugiere que los planteamientos iniciales estén bien diseñados, de forma que los estudiantes observen sus incongruencias entre sus ideas previas y los fenómenos físicos y puedan reajustar sus ideas para hacerlas más próximas a los conceptos científicos. Una vez terminada la práctica de laboratorio, los estudiantes deben estar en la capacidad de responder los planteamientos iniciales, no sólo basados en lo que observaron en el laboratorio, sino además argumentando sus respuestas en función de la teoría implicada. De esta manera se pondría en evidencia si los estudiantes han logrado un aprendizaje significativo superando sus ideas previas y logrando la formación de conceptos científicos.

En este sentido, se recomienda que los estudiantes escriban una respuesta inicial, la cual deja en evidencia sus ideas o conocimientos previos, y que luego escriban una respuesta

posterior, a través de la cual se contrastan sus ideas iniciales con el fenómeno observado y se cambian o amplían los conceptos para lograr una formación de conceptos adecuada.

Actividades en el laboratorio

Una vez que los estudiantes dieron una respuesta inicial para los planteamientos, se realizaron los experimentos por parte de cada grupo. Esta parte es imprescindible, en tanto que la creación o modificación del conocimiento, son procesos íntimamente relacionados con la interacción esquema – situación. Las actividades en el laboratorio se caracterizan por analizar el fenómeno utilizando los sentidos, a través de la observación directa, la manipulación de instrumentos de laboratorio y la medición, ya sea directa o indirecta (Piaget, 1977; Ubaque, 2009). Según Ubaque (2009), las actividades de laboratorio reales se pueden dividir en tres categorías, a saber: demostrativo en el aula, laboratorio y casero.

- ✓ El demostrativo en el aula es aquel arquetipo de experimento, que usualmente posee un montaje muy complejo, por lo cual, sólo el docente tiende a manipular el aparataje o instrumentos a utilizar, debido a que requiere un nivel de conocimiento técnico y teórico avanzado, que los estudiantes en esa etapa no poseen. Este modelo de experimento auxilia la comprensión del fenómeno, posibilitando de esa forma vislumbrar la relación teórico-práctica de la Física.
- ✓ El experimento de laboratorio, es aquel que ejecutan los estudiantes en su sitio de estudio bajo la supervisión del docente, lo cual posibilita la comparación de las diversas hipótesis generadas por los integrantes de los grupos, así como el consenso y aceptación de las divergencias en el momento de la socialización y análisis de los resultados.
- ✓ Los experimentos caseros forman parte de una de las actividades más enriquecedoras y próximas a la verdadera esencia de la Física, ya que son actividades que en general se practican fuera de la clase. Este tipo de experimentos representan una opción

factible para trabajar y evidenciar alguna temática en Física, debido a la simplicidad con la cual el estudiante los puede realizar. Asimismo, son muy provechosos, ya que concede evidenciar el fenómeno físico, cuando la institución no posee el aparataje e instrumentos para la ejecución de la práctica.

Sin embargo, aunque son muchas las ventajas que brinda el trabajo en el laboratorio, éste también tiene ciertos inconvenientes, entre los cuales cabe destacar: (i) lo costoso que resultan los instrumentos necesarios para poder llevar a cabo algunas prácticas y, (ii) la limitación de espacio y tiempo en el laboratorio, debido a la masificación del estudiantado y la necesidad de orientación y supervisión por parte del docente (Rosado y Herreros, 2000; Rosado y Herreros, 2004; Gil et al., 2000; Boix et al., 2002; González et al., 2001). Por tales motivos, en este trabajo se propone anexar una actividad de simulación o laboratorio virtual.

Actividades en el laboratorio virtual

Un laboratorio virtual es un sistema computacional que guarda mucha similitud con un laboratorio real. Los experimentos deben realizarse paso a paso, visualizando los fenómenos, registrando observaciones o datos y realizando cálculos, gráficos y análisis (Rosado y Herreros, 2005).

El uso de los laboratorios virtuales trae consigo algunas ventajas, entre las cuales está la interactividad, ya que el estudiante puede entrar en contacto con los elementos y manipularlos, desarrollando habilidades cognitivas y prácticas, lo cual facilita el planteamiento de problemas y aplicación del conocimiento sobre su entorno, acercándose así al método científico (Infante, 2014). La autora también señala entre las ventajas la flexibilidad y el fácil acceso en tanto que se pueden conseguir variedad de laboratorios virtuales en la web, así como también la optimización de recursos y costos.

Por otra parte, los laboratorios virtuales fomentan el auto – aprendizaje y el trabajo colaborativo en los estudiantes (Ospino y Machado, 2018), en tanto que la construcción del

conocimiento en el uso de esta herramienta se basa en los principios del modelo pedagógico conectivista. Asimismo, Ospino y Machado (2018) establecen que los laboratorios virtuales actúan como mecanismo motivacional, estimulando la producción de nuevos conocimientos. Según los autores otra ventaja, además de reducir costos, es la seguridad que tiene el estudiante al realizar la práctica, sobre todo en aquellas que implican riesgos potenciales, como es el caso de manejar elementos eléctricos. Esto a su vez implica un mejor aseguramiento de los equipos reales y que éstos no se deterioren por manipulaciones inadecuadas.

Por su parte, Carrión et al. (2020) establecen que los laboratorios virtuales son ventajosos debido a su potencial para simular fenómenos que son difíciles de observar en la realidad. A pesar de las distintas bondades que se han señalado, es importante destacar que la idea no es sustituir el laboratorio tradicional. Se propone utilizar los laboratorios virtuales como un complemento, con el fin de conseguir una formación un poco más personalizada, elaborando actividades que estimulen un aprendizaje significativo y que consideren el uso de las TIC (Rosado y Herreros, 2005).

Situaciones de transferencia

Representan situaciones que los estudiantes deben responder en base a los conocimientos adquiridos luego de realizar las actividades del guion o en base a información conseguida a través de diversas fuentes. Se tratan de situaciones interesantes para los estudiantes, en tanto que están relacionadas con las aplicaciones del objeto estudiado en cuestiones de la vida cotidiana y en los problemas que aquejan a la sociedad actual (Montiel, 2017).

Para verificar si los estudiantes han alcanzado un aprendizaje significativo y han resuelto sus preconcepciones erróneas, deben diseñarse ciertos cuestionamientos finales que

exijan a una transformación del conocimiento adquirido, que requieran su transferencia a nuevas situaciones problemáticas (Ausubel, 1980).

2. La V epistemológica de Gowin

Además de las actividades propuestas en el apartado anterior, se propone incluir la realización de la V epistemológica de Gowin en el informe de laboratorio. Ésta, en su idea original, estaba dirigida al análisis de la producción del conocimiento. No obstante, también puede concebirse como un instrumento holístico que permite establecer una conexión entre los aspectos teóricos y metodológicos propios de la investigación (Gowin, 1981; Hilger et al., 2011).

Es de importancia destacar que esta estrategia no sólo le permite al estudiante sintetizar y organizar sus ideas, sino que también representa un espacio de reflexión a través del cual pueden mejorar su comprensión respecto al tema trabajado (Hilger et al., 2011). En este sentido, el uso de la V de Gowin promueve un aprendizaje significativo, en tanto que relaciona eventos, conceptos, teorías, registros, resultados, entre otros, haciendo que el estudiante tome conciencia en cuanto al valor del conocimiento obtenido (Gowin, 1981; Gowin, 2005).

3. Teoría de los campos conceptuales de Vergnaud

A partir de las respuestas dadas por los estudiantes en el informe de laboratorio y en la V de Gowin, se pretenden analizar sus esquemas conceptuales alcanzados, para así poder analizar el impacto de la nueva metodología propuesta. Esto se debe a que, bajo la perspectiva de la teoría de los campos conceptuales, el uso de las V de Gowin puede facilitar el proceso de desarrollo de los esquemas cognitivos en los estudiantes, debido a que enlaza conocimientos, creando conexiones entre eventos, conceptos, teorías y resultados; además de permitir que el educando discierna sobre la importancia presente y futura del valor del conocimiento producido (Montiel, 2017).

Un campo conceptual hace referencia a un conjunto de situaciones problemáticas que exigen el manejo de diversos conceptos. En este sentido, situaciones y conceptos mantienen una relación directa, ya que sin las situaciones entonces los conceptos carecen de sentido, pero sin conceptos no pueden comprenderse las situaciones (Moreira, 2010).

En este sentido, cabe destacar que mientras más situaciones maneje una estudiante, éste estará más próximo a desarrollar un campo conceptual. Más aún, estará en la capacidad de afrontar situaciones cada vez más complejas (Moreira, 2010; Escudero y Jaime, 2007).

De esta manera, los elementos de los esquemas de conocimiento son: (i) las metas y anticipaciones, las cuales hacen referencia a los objetivos a alcanzar; (ii) las reglas de acción, las cuales están asociadas a un patrón bajo el cual se acciona para generar la búsqueda de información y control de los resultados (iii) los invariantes operatorios, referentes al conocimiento contenido en los esquemas conceptuales y conformados a su vez por los conceptos en acción y teoremas en acción y (iv) la posibilidad de inferencia, la cual comprende un razonamiento o reflexión que permite extrapolar las reglas de acción y los invariantes operatorios a nuevas situaciones (Vergnaud, 1990, 1994, 1996a, 1996b y 1998, Escudero y Jaime, 2007).

Metodología

Diseño

Este trabajo tuvo un diseño cuasi-experimental con pre-test y post-test. En este tipo de diseño se manipula, al menos, una variable independiente para observar su efecto con una o más variables dependientes. Su diferencia entre éstos y los experimentos puros está en el grado de confiabilidad que se pueda tener sobre la configuración inicial de los grupos. Esto se debe a que en los diseños cuasi-experimentales los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están formados antes del experimento (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

Los diseños cuasi-experimentales se utilizan cuando no se dispongan de otros estudios más eficaces, tal es el caso de grupos aislados organizados naturalmente, por ejemplo, los estudiantes de un salón de clases. Para este tipo de situaciones resulta provechoso realizar experimentos con un grupo único (Stanley y Campbell, 1995).

Entorno

Se trabajó con los estudiantes del VI semestre, pertenecientes a la cátedra de Física III, sección única (que comprende las unidades de Electricidad y Magnetismo). Los estudiantes se organizaron en cuatro grupos para realizar la actividad de laboratorio. Los estudiantes en cuestión pertenecen a la Licenciatura en Educación, mención Matemática y Física, de la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad del Zulia, Maracaibo – Venezuela.

Intervenciones

A continuación, se muestran las imágenes referentes al guion de laboratorio utilizado:

Figura 1: Guion de laboratorio.

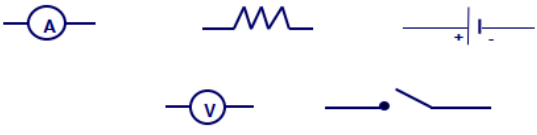
PRÁCTICA 2
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN EN ELECTRICIDAD

Propósito

En Física, medir es comparar magnitudes físicas de objetos y sucesos del mundo real con un patrón establecido, pero ¿todos los instrumentos podrán medir las mismas magnitudes? ¿Cómo se miden las magnitudes eléctricas? ¿Cómo podemos medir voltios, amperios, resistencias? Las mediciones eléctricas se realizan con aparatos especialmente diseñados según la naturaleza de la corriente; es decir, si es alterna, continua o pulsante. Esta práctica pretende responder estas y otras interrogantes de este tipo, que se presentan con frecuencia y así familiarizarnos con los instrumentos de medición en electricidad.

Planteamientos

1. Diariamente estamos en contacto con dispositivos eléctricos, como computadoras, teléfonos, hornos microondas, bombillos, entre otros ¿Qué rama de la Física crees que se encarga de estudiar sus componentes y funcionamiento? ¿Qué componentes incluyen estos dispositivos? Menciona algunos ejemplos.
2. En alguna ocasión habrás observado en el interior de diversos aparatos eléctricos un dispositivo cuyo nombre es resistencia ¿Cuál crees que es su función?
3. Los siguientes dibujos representan un símbolo eléctrico de diversos elementos de un circuito. Indica su nombre.



4. En electricidad, existen diversos instrumentos de medición ¿Sabrías reconocer a qué magnitud está asociado cada uno? Completa la siguiente tabla:

Nota: Elaboración propia


Figura 2: Guion de laboratorio.

Instrumento	Magnitud que mide
Voltímetro	
Ohmímetro	
Galvanómetro	
Amperímetro	
Miliamperímetro	

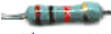
¿Cuál son las similitudes y diferencias entre estos instrumentos? ¿Qué puedes medir con cada uno? ¿Por qué es importante conocer su funcionamiento? Menciona algunas aplicaciones.

Actividades

1. A continuación, se muestra el código de colores correspondientes a las resistencias de carbón:



Colores	1ª Cifra	2ª Cifra	Multiplicador	Tolerancia
Naranja		0	0	
Marrón	1	1	$\times 10$	
Rojo	2	2	$\times 10^2$	
Naranja	3	3	$\times 10^3$	
Amarillo	4	4	$\times 10^4$	
Verde	5	5	$\times 10^5$	
Azul	6	6	$\times 10^6$	
Violeta	7	7	$\times 10^7$	
Gris	8	8	$\times 10^8$	
Blanco	9	9	$\times 10^9$	
Dorado			$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
Plata			$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$
Sin color				$\pm 20\%$



1era Banda Marrón - 1
2da Banda Negro - 0
3era Banda Naranja - $\times 10^3$
4ta Banda Dorado - $\pm 5\%$

Por lo cual el valor nominal en ohmios es $10 \times 10^3 \Omega \pm 5\% = 10000 \Omega \pm 5\%$

Nota: Elaboración propia

Figura 3: Guion de laboratorio.

Utilizando el código de colores especificado, determina el valor nominal (o valor teórico) de cada una de las resistencias que te serán entregadas. Complete la tabla tomando en cuenta el color de cada banda.

Luego, utilizando el multímetro mide el valor de cada resistencia y compáralo con el valor obtenido con el código de colores. ¿Cuál es la sensibilidad de su escala de Ohm? Aplica teoría de errores y saca tus conclusiones.

Nº de Resistencia	Valor experimental	Valor teórico
Resistencia # 1		
Resistencia # 2		
Resistencia # 3		
Resistencia # 4		
Resistencia # 5		

2. Mide el voltaje de las pilas que te serán entregadas haciendo uso de un voltímetro. ¿Cuál es la sensibilidad de su escala? Compara el voltaje obtenido con el valor nominal. Aplica teoría de errores y saca tus conclusiones.

Nº de Pila	Valor teórico del voltaje	Valor experimental del voltaje
Pila # 1		
Pila # 2		

Repite la experiencia anterior con el tomacorriente de tu laboratorio. Mide su voltaje y compáralo con su valor estipulado.

	Valor teórico del voltaje	Valor experimental del voltaje
Toma corriente		

3. Observa el funcionamiento del amperímetro, miliamperímetro y galvanómetro. Determina la sensibilidad de sus escalas.

4. En las actividades anteriores trabajaste con resistencias de carbón. Sin embargo, la resistencia no es exclusiva para dicho material. En esta actividad observarás que la resistencia de un conductor depende de diversos factores, como lo son sus características físicas y geométricas. Para poder analizar mejor esta idea, visita el laboratorio virtual disponible en:

Nota: Elaboración propia

Figura 4: Guion de laboratorio.

<http://labovirtual.blogspot.com/search/label/Factores%20que%20afectan%20a%20la%20resistencia%20de%20un%20conductor>

a. Selecciona una resistencia de cobre, coloca la temperatura en 20°C y el área de sección transversal en 0,5 mm². Toma cinco valores distintos para la longitud y llena la siguiente tabla:

Longitud (cm)					
Ohmios (Ω)					

Nota: Para visualizar el valor de la resistencia selecciona en el Ohmímetro el botón "x10⁻³". Así, todos los datos que registres estarán en un orden de 10⁻³. Si la aguja no cae en ninguna marca del medidor, puedes hacer click sostenido en el botón "2". Si observas que la aguja cae exactamente en la marca, observa el valor obtenido y divídelo entre dos. El botón "x2" funciona de manera análoga.

b. Mantén la resistencia de cobre, la temperatura de 20°C y asigna una longitud fija de 10,5 cm. Toma los cinco valores disponibles para el área de sección transversal y llena la siguiente tabla:

Área (mm ²)	0,5	1	2	5	10
Ohmios (Ω)					

c. Mantén la resistencia de cobre, con una longitud de 10,5 cm y un área transversal de 2 mm². Toma cinco valores distintos para la temperatura y llena la siguiente tabla:

Temperatura (°C)					
Ohmios (Ω)					

d. Ahora mantén la longitud en 7,5 cm, el área de sección transversal en 2 mm² y la temperatura en 20°C. Llena la siguiente tabla:

Material	Cu	Fe	W	Pb
Ohmios (Ω)				

e. ¿Qué puedes concluir sobre la influencia de estos factores en la resistencia de un conductor? ¿Qué expresión matemática se puede establecer entre ellos?

Nota: Elaboración propia

Figura 5: Guion de laboratorio.

Situaciones de transferencia

1. Establezca una diferencia entre los instrumentos analógicos y digitales.
2. ¿Cómo es la resistencia interna de un voltímetro? y ¿Cómo es la resistencia interna de un amperímetro?
3. ¿Por qué es importante conocer los diversos factores que afectan la resistencia de materiales conductores? ¿Qué aparatos los utilizan?
4. ¿Qué precauciones deben tenerse en cuenta al momento de utilizar instrumentos de medición en electricidad?

Nota: Elaboración propia

Análisis de datos

Como pre-test se consideraron las respuestas de los estudiantes a los planteamientos iniciales, mientras que el post-test estuvo representado mediante la V de Gowin. Cabe destacarse que tanto ésta, como los planteamientos iniciales, permiten el desarrollo de esquemas conceptuales. En este sentido, se pudo evidenciar el estado de los esquemas conceptuales de los estudiantes antes del desarrollo de la práctica y después, lo que dio cuenta sobre la evolución que éstos lograron gracias a la propuesta metodológica.

Asimismo, las respuestas de los estudiantes fueron organizadas en tres categorías: Adecuado (A), Medianamente adecuado (M) e Inadecuado (I), donde Adecuado corresponde a haber desarrollado plenamente el componente del esquema conceptual al cual se refiere, Medianamente adecuado corresponde a tener una idea básica o noción con respecto al componente del esquema conceptual implícito, e Inadecuado para aquellas respuestas que contradicen o no se relacionan con el esquema conceptual analizado. Al final del trabajo se anexaron los instrumentos utilizados para el análisis de los datos en la sección de Apéndices. A continuación, se muestran las tablas utilizadas para el análisis de los datos.

Tabla 1: *Tabla para el análisis de datos.*

PRE-TEST			
Ítem	Valor del Planteamiento 1	Valor del Planteamiento 2	Valor del Planteamiento 4
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

Nota: Elaboración propia

Tabla 2: *Tabla para el análisis de datos.*

POST-TEST										
Ítem	Cuestión central	Objetivos	Teoría	Principios y leyes	Conceptos-clave	Evento u objeto de estudio	Registros	Datos	Afir. de conocimiento	Afir. de valor
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										

Nota: Elaboración propia

Tabla 3: *Tabla para el análisis de datos.*

Pre-test				
Esquema	Planteamiento 1	Planteamiento 2	Planteamiento 4	Categoría final
M y A				
RA				
IO				
PI				

Nota: Elaboración propia

Tabla 4: *Tabla para el análisis de datos.*

Post-test											
Esquema	Fen. Int.	Cuestión Central	Objetivos	Teoría	Principios y leyes	Conceptos-clave	Evento u objeto de estudio	Registro y datos	Afir. de conocimiento	Afir. de valor	Categoría final
M y A	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RA	-	-	X	-	-	-	X	X	-	-	-
IO	-	-	-	X	x	X	-	X	X	-	-
PI	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-

Nota: Elaboración propia

Resultados

Se pudo observar que, al aplicar la propuesta metodológica, los grupos lograron un avance en el desarrollo de los esquemas conceptuales.

Para el primer grupo se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 5: *Esquemas conceptuales del Grupo 1.*

Esquema conceptual	Pre-test	Post-test
Metas y anticipaciones	M	A
Reglas de acción	M	M
Invariantes operatorios	M	A
Posibilidad de inferencia	M	A

Elaboración propia

Es evidente que hubo una gran mejoría en casi todos los campos conceptuales. En cuanto al segundo grupo, a continuación, se muestra un cuadro con sus resultados.

Tabla 6: *Esquemas conceptuales del Grupo 2.*

Esquema conceptual	Pre-test	Post-test
Metas y anticipaciones	M	A
Reglas de acción	M	M
Invariantes operatorios	M	M
Posibilidad de inferencia	M	A

Elaboración propia

Al igual que en el caso anterior, se presentó una mejora en los campos conceptuales alcanzados. Con respecto al tercer grupo, los resultados fueron los siguientes.

Tabla 7: Esquemas conceptuales del Grupo 3

Esquema conceptual	Pre-test	Post-test
Metas y anticipaciones	M	A
Reglas de acción	M	M
Invariantes operatorios	M	A
Posibilidad de inferencia	M	M

Elaboración propia

En este caso, también hubo una mejora en comparación con los resultados iniciales. Finalmente, para el cuarto grupo, los resultados fueron los siguientes.

Tabla 8: Esquemas conceptuales del Grupo 4.

Esquema conceptual	Pre-test	Post-test
Metas y anticipaciones	M	A
Reglas de acción	M	M
Invariantes operatorios	M	M
Posibilidad de inferencia	M	M

Elaboración propia

En cuanto a este grupo, se pudo observar que no tuvo tanta mejoría en cuanto a los esquemas conceptuales con respecto al estado inicial. Sin embargo, se evidencia que al momento de realizar el pre-test todos los equipos estaban situados en la misma categoría en todos los componentes de los esquemas conceptuales. De esta manera, puede decirse que este grupo no se encontraba en desventaja con respecto al resto de los equipos, lo cual hubiese afectado de manera negativa en los resultados.

En general, se observó que a través la propuesta metodológica los grupos lograron un avance en el desarrollo de los esquemas conceptuales, especialmente de las metas y anticipaciones, seguido de los invariantes operatorios y de la posibilidad de inferencia.

Asimismo, se resalta la relevancia del laboratorio virtual, en tanto que éste permitió no sólo que los estudiantes realizaran un experimento inviable en un laboratorio real (incluso uno muy bien equipado) (Yamamoto y Barbeta, 2001), sino que además les dio la oportunidad de establecer una relación matemática entre las magnitudes físicas implicadas, lo que conduce a una generalización hecha de manera intuitiva que facilitó posteriormente la introducción del tópico en cuestión. De igual forma, la experiencia virtual contribuye a una mejor relación entre conceptos tanto de forma cualitativa como cuantitativa y una mejor comprensión del modelo físico.

Conclusiones

El uso de herramientas tecnológicas como los simuladores de laboratorio, la realidad virtual aumentada entre otros, en áreas como Matemática, Física, Química y otras Ciencias Exactas y Naturales permiten no sólo el desarrollo de los ingredientes de los esquemas de conocimiento según la teoría de los Campos Conceptuales de Vergand (1990, 1996a), sino que además consiente aplicar otras modalidades de enseñanza fuera de las tradicionales como lo son las modalidades: e-learning, b-learning y m-learning; lo cual genera un salto de calidad de los modelos pedagógicos tradicionales al modelo pedagógico conectivista. Por lo tanto, se destaca el uso de los simuladores de laboratorio, ya que por su impacto visual y características de animación estimulan a los estudiantes a estar inmersos en una “práctica de laboratorio” simulando el ambiente real de laboratorio.

El uso de la V de Gowin como alternativa a la estructura del informe de laboratorio tradicional permite mejorar a comprensión teórico-práctica, y así la evolución de los

ingredientes de los esquemas de conocimiento, pero además estimula la acción de investigación tanto pedagógica como en Ciencias Naturales.

Resulta curioso el hecho de que ningún grupo logró desarrollar de manera adecuada el componente referido a las reglas de acción. Más aún, en cuanto a este componente ningún grupo presentó mejora alguna. Es posible que esta parte necesite ser reforzada en la V de Gowin, por lo que se sugiere añadir en ésta apartados adicionales que le den a los grupos la posibilidad de reflexionar sobre las reglas de acción implícitas a la hora de realizar las prácticas de laboratorio.

Cabe destacar que el laboratorio virtual no es una herramienta exclusiva del tema tratado (instrumentos de medición en Electricidad), sino que en Internet existen una gran cantidad de laboratorios virtuales ya diseñados disponibles a todos los usuarios para el tratamiento de las ciencias en general (Física, Química, Biología y simulaciones matemáticas, entre otros). Asimismo, los laboratorios virtuales en las Ciencias Naturales permiten el aumento de la cantidad y calidad de nodos en la red de aprendizaje, lo cual se encuentra en concordancia con los preceptos teóricos del modelo pedagógico conectivista de Siemens (2010) y Downes (2008).

Referencias bibliográficas

- Amaya, G. (2009). Laboratorios reales versus laboratorios virtuales, en la enseñanza de la Física. *El Hombre y la Máquina*, 33, Julio-Diciembre. Consultado el 31/01/21. Disponible en: <http://ingenieria.uao.edu.co/hombreymaquina/revistas/33%202009-2/Articulo%208%20HyM%2033.pdf>
- Arrieta, X.; Delgado, M. (2011). Fichas de actividades prácticas para la enseñanza y el aprendizaje de la Física. Venezuela: Colección Textos Universitarios. Ediciones del Vicerrectorado Académico. Universidad del Zulia
- Arrieta, X.; Marín, N. (2006). Las prácticas habituales de laboratorio de Física y la transferencia de conocimiento. *Encuentro Educativo* 13(3), 401-413.
- Ausubel, D. (1980). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Editorial Trillas.

- Barberá, O.; Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: Una revisión. *Enseñanza de las ciencias*, 14(3), 365-379. Consultado el 29/01/21. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v14n3/02124521v14n3p365.pdf>.
- Barbosa, J.; Andreu, T. (2000). Asignaturas prácticas de laboratorio: una experiencia de evaluación en la facultad de Química de la Universidad de Barcelona. I Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación, Barcelona, España, Universidad de Barcelona, pp. 47.
- Boix, O.; Fillet, S.; Bergas, J. (2002). Nuevas posibilidades en laboratorios remotos de enseñanzas técnicas. Congreso Virtual CIVE.
- Carrascosa J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 2(2), 183-208.
- Carrión, F.; García, D.; Erazo, C.; Erazo, J. (2020). Simulador virtual PhET como estrategia metodológica para el aprendizaje de Química. *CIENCIAMATRIA*, 6(3), 193-216. Consultado el 15/11/21. Disponible en: <https://cienciamatriarevista.org.ve/index.php/cm/article/view/396/523>.
- Clackson, S.; Wright, D. (1992). An appraisal of practical work in science education. *School Science Review*, 74(266), pp. 39-42.
- Downes, S. (2008). *The Future of Online Learning: Ten Years On*. Canadá: National Research Council Canada
- Escudero, C.; Jaime, E. (2007). La comprensión de la situación Física en la resolución de situaciones problemáticas. Un estudio en dinámica de las rotaciones. *Revista electrónica de Enseñanzas de las Ciencias* 6(1).
- Gil, L.; Blanco, E.; Aulí, J. (2000). Software educativo orientado a la experimentación, I Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación, Barcelona, España, Universidad de Barcelona, pp. 118.
- González, F.; Anido, L.; Vales, J.; Fernández, M.; Nistal, M.; Rodríguez, P.; Pousada, J. (2001). Internet access to real equipment at computer architecture laboratories using the Java/CORBA paradigm, *Computers & Education*, 36(2), pp. 151-170.
- Gowin, B.; Álvarez, M. (2005). *The art of educating with V diagrams*, Cambridge University Press., New York.
- Gowin, B. (1981). *Educating*. Ithaca, Cornell University Press, New York.
- Hernández, R.; Fernández, C.; Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. Quinta edición. México D.F., México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. DE V.C.
- Hilger, T.; Medeiros, A.; Moreira, M. (2011). Relación de los estudiantes en las clases experimentales de Física General con la Uve epistemológica de Gowin, en contraposición al informe tradicional. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 5(1), 256-266.

- Infante, C. (2014). Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 19(62), pp 917-937.
- Kofman, H.; Tozzi, E.; Lucero, P. (2000). La unidad experimento-simulación en la enseñanza informatizada de la Física, *Revista de Enseñanza y Tecnología*, mayo-agosto
- Lucero I., Concari S. (2006). Los problemas cualitativos y el aprendizaje significativo (documento en línea). Consultado el 26/04/21. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2001/9-Educacion/D-006.pdf>
- Montiel, G. (2017). Lineamientos para el desarrollo de esquemas de conocimiento en Física, en el marco de la aplicación de la V de Gowin. Trabajo especial de grado para optar al título de Doctor en Ciencias de la Educación en la Universidad Nacional Experimental “Rafael María Baralt”.
- Moreira, M. (2010). ¿Por qué conceptos? ¿Por qué aprendizaje significativo? ¿Por qué actividades colaborativas? ¿Por qué mapas conceptuales? *Revista Currículum*, 23, 9 – 23.
- Ospino, M.; Machado, E. (2018). Efecto de la implementación de un laboratorio virtual de Física aplicando el software Cocodrilo para el desarrollo de las competencias en Ciencias Naturales. Tesis realizada en la Universidad De La Costa CUC, Facultad de Humanidades, Maestría en Educación.
- Piaget, J. (1977). *Epistemología genética*. Solpin, Argentina.
- Rosado, L.; Herreros, J. (2000). Laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física y materias afines, *Didáctica de la Física y sus nuevas Tendencias*, Madrid, UNED, pp. 415-603.
- Rosado, L.; Herreros, J. (2004). *Internet y Multimedia en Didáctica e Investigación de la Física*. Tratado teórico-práctico para profesores y doctorandos, Madrid, UNED.
- Rosado, L.; Herreros, J. (2005). Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física. *Recent Research Developments in Learning Technologies*, 1-5. Consultado el 29/01/21. Disponible en: <http://www.academia.edu/download/44904152/286.pdf>
- Siemens, G. (2010). *Conociendo el conocimiento*. Traducción al español por Emilio Quintana, David Vidal, Lola Torres y Victoria Castrillejo. Madrid, España: Nodos Ele.
- Stanley, J.; Campbell, D. (1995). *Diseños experimentales y cuasi-experimentales en la investigación social*. Buenos Aires: Amorrortu editores.
- Ubaque, K. (2009). “Experimento: Una herramienta fundamental para la enseñanza de la Física”. *Revista Góndola*. ISSN 2145-4981. Vol. 02, No 01. Pp 35-40. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá-Colombia.
- Vergnaud. G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10 (23), 133-170.

- Vergnaud, G. (1994). Multiplicative conceptual field: what and why? En Guershon, H. and Confrey, J. (Eds.), *The development of multiplicative reasoning in the learning of mathematics* (pp. 41-59). Albany, N.Y.: State University of New York Press.
- Vergnaud, G. (1996a). A trama dos campos conceptuais na construção dos conhecimentos. *Revista de GEMPA, Porto Alegre*, 4, 9-19.
- Vergnaud, G. (1996b). Algunas ideas fundamentales de Piaget en torno a la didáctica. *Perspectivas*, 26(10), 195-207.
- Vergnaud, G. (1998). A comprehensive theory of representation for mathematics education. *Journal of Mathematical Behavior*, 17(2), 167-181.
- Vygotski, Lev (1979). “El desarrollo de los procesos psicológicos superiores”. Barcelona. Grijalbo. pp. 7-200
- Yamamoto, I.; Barbeta, V. (2001). Simulações de Experiências como Ferramenta de Demonstração Virtual em Aulas de Teoria de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 23 (2), 215 – 225.

Apéndice

INSTRUMENTO (Pre-test)

- 1.- ¿Focaliza el problema? **(M y A)**
- 2.- ¿Reconoce los datos o situaciones explícitas de la situación planteada? **(M y A)**
- 3.- ¿Identifica el área de conocimiento pertinente? **(M y A)**
- 4.- ¿Delimita el problema? **(RA)**
- 5.- ¿Explica el proceso para obtener la solución a la situación planteada? **(RA)**
- 6.- ¿Maneja la relación entre el conocimiento científico sobre termodinámica y los conceptos en acción utilizados? **(IO)**
- 7.- ¿Maneja la relación entre el conocimiento científico y los teoremas en acción utilizados? **(IO)**
- 8.- ¿La respuesta generada es pertinente científicamente? **(PI)**
- 9.- ¿Generaliza y reconoce problemas similares a partir de los resultados? **(PI)**

INSTRUMENTO (Post-test)

- 1.- ¿Identifica el nombre de la práctica de laboratorio a realizar? (**Fenómeno de Interés -> M y A**)
- 2.- ¿Redacta a través de preguntas los problemas y situaciones que está intentando resolver al realizar la práctica de laboratorio? (**Cuestión central -> M y A**)
- 3.- ¿Tiene claro los objetivos que motivan la experimentación? (**Objetivos -> RA**)
- 4.- ¿Identifica la teoría macro que rige la investigación? (**Teoría -> IO**)
- 5.- ¿Reconoce el conjunto articulado de conceptos y proposiciones? (**Principios y leyes -> IO**)
- 6.- ¿Tiene claridad sobre cuáles son los conceptos físicos importantes que implica la cuestión? (**Conceptos-clave -> IO**)
- 7.- ¿Describe los materiales utilizados en la práctica de laboratorio y su aplicación? (**Evento u objeto de estudio - RA**)
- 8.- ¿Plasma adecuadamente los datos: crudos, organizados, procesados y parametrizados? (**Registros y datos -> RA e IO**)
- 9.- ¿Le da respuesta a los problemas y situaciones que está intentando resolver al realizar la práctica de laboratorio? (**Afirmaciones de conocimiento -> PI e IO**)
- 10.- ¿Plantea de forma clara la importancia del conocimiento producido? (**Afirmaciones de valor -> PI**)