

FORMACIÓN DE HABILIDADES INVESTIGATIVAS EN FÍSICA EXPERIMENTAL MEDIANTE EXÁMENES INTEGRALES PRÁCTICOS TEÓRICOS

*Training of research skills in experimental physics through theoretical pragmatic
integral tests / Formação de habilidades investigativas em física experimental
mediante exames integrais práctico - teóricos*

Zoraida Morantes¹, Marianela Nava², Xiomara Arrieta³ y María Flores⁴

RESUMO

Existem dificuldades, relativamente aos estudantes, no desenvolvimento de habilidades investigativas de construção conceptual, procedimental e actitudinal, particularmente na área da Física, sobre as quais, o docente deve dedicar maior atenção, com vista à sua resolução. O presente artigo tem por objetivo avaliar uma situação didáctica baseada na implementação dos Exames Integrais Práctico - Teóricos (EIPT), dirigida à formação de habilidades investigativas em estudantes do laboratório de Física. Por um lado, apresentam-se os fundamentos relacionados com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1976) e com as diversas visões humanista, social e crítica do mesmo, assinaladas por Moreira (2007) e, por outro lado, complementada com as teorias de Piaget (1978) e Vygotsky (1979), os métodos de aprendizagem cooperativa (Johnson e Johnson, 1979) e investigação dirigida (Gil e Valdés, 1996). A investigação é avaliativa com enfoque misto, incluindo dados de fontes documentais e estudo de campo. Os resultados mostram que, após a implementação da situação didáctica, os estudantes conseguem adaptar o conhecimento noutros contextos, evidenciando-se, ainda, um notável avanço na obtenção de habilidades associadas com os saberes do ser, conhecer e fazer, o que leva a considerar que os EIPT favorecem a diferenciação entre os conceitos quotidianos e científicos, através de uma aprendizagem progressiva das habilidades investigativas, demonstrando que estas não se adquirem e acreditam de forma imediata, senão a medida em que o estudante trabalhe em diferentes momentos e entornos sobre distintas temáticas e situações problemáticas, fazendo uso das aprendizagens já consolidadas, tal como sugere a teoria da aprendizagem significativa.

¹ Doctora en Ciencias Humanas. Profesora Titular de la Facultad de Ingeniería de LUZ. Maracaibo, Venezuela. Correo electrónico: moranteszoraida@gmail.com.

² Doctora en Ciencias de la Educación. Profesora Titular de la Facultad de Ingeniería de LUZ. Maracaibo, Venezuela. Correo electrónico: marianelanava@gmail.com.

³ Doctora en Ciencias Humanas. Postdoctorado en Ciencias Humanas. Profesora Titular de la Facultad de Humanidades y Educación de LUZ. Maracaibo, Venezuela. Correo electrónico: xarrieta2410@yahoo.com.

⁴ Doctora en Ciencias de la Educación. Profesora Titular de la Facultad de Ingeniería de LUZ. Maracaibo, Venezuela. Correo electrónico: profemariaflores@gmail.com

Palavras-chave: Habilidades investigativas, situação didáctica, exames integrais prático - teóricos, laboratório de Física, aprendizagem significativa.

Recibido: Octubre 2017

Aceitado: Novembro 2017

RESUMEN

Existen dificultades estudiantiles en el desarrollo de habilidades investigativas de construcción conceptual, procedimental y actitudinal, particularmente en el área de la física, que el docente debe abordar para tratar de darles solución. El presente trabajo tiene por objetivo evaluar una situación didáctica basada en la implementación de los Exámenes Integrales Prácticos Teóricos (EIPT), dirigida a la formación de habilidades investigativas en estudiantes del laboratorio de física. Se fundamenta en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1976) y en las diversas visiones humanista, social y crítica del mismo, señaladas por Moreira (2007), complementada con las teorías de Piaget (1978) y Vygotsky (1979), y en los métodos de aprendizaje cooperativo (Johnson y Johnson, 1979) e investigación dirigida (Gil y Valdés, 1996). La investigación es evaluativa con diseño mixto, englobado en el manejo de fuentes documentales y estudio de campo. Los resultados muestran que luego de implementar la situación didáctica, los estudiantes logran transferir conocimientos a otros contextos, evidenciándose además, un notable avance en el logro de habilidades asociadas con los saberes del ser, conocer y hacer, lo que lleva a considerar que los EIPT, favorecen la diferenciación entre los conceptos cotidianos y científicos a través de un aprendizaje progresivo de las habilidades investigativas, reflejando que éstas no se adquieren y acreditan de forma inmediata, sino en la medida que el estudiante trabaje en diferentes momentos y entornos, sobre distintas temáticas y situaciones problemas, haciendo uso de los aprendizajes ya consolidados, tal como lo sugiere la teoría del aprendizaje significativo.

Palabras clave: Habilidades investigativas, situación didáctica, exámenes integrales prático teóricos, laboratorio de física, aprendizaje significativo.

ABSTRACT

There are many difficulties that students face when they are developing conceptual, procedural and attitudinal research skills, specifically in physics fields, which professors must address in order to solve them. Therefore, this paper is focused on the evaluation of a didactic situation based on the use of Theoretical Practical Integrals Tests (TPIT), aimed to the research training of students from the physics lab. This proposal is built over Meaningful learning theory of Ausubel (1976) and its diverse visions critic, social and human, which were indicated by Moreira (2007), and complemented by Piaget (1978) and Vygotsky (1979) theories. Also, it paper is based on cooperative learning methods (Johnson and Johnson, 1979) and directed research (Gil and Valdes, 1996). The research is evaluative with mixed design, encompassed in the management of documentary

sources and field study. Outcomes show that didactic situation implementation allowed to students to transfer knowledge to other contexts, evidencing also a remarkable advance in the achievement of skills associated with the knowledge of being, knowing and doing, which leads to consider that TIPT favor the differentiation between daily and scientific concepts, through a progressive learning of investigative skills, reflecting that these are not acquired and accredited immediately, but to the extent that student works at different times and environments, on different topics and problem situations, making use of already consolidated learning, as it is suggested by the theory of meaningful learning.

Key words: Research skills, didactic situation, Theoretical Practical Integrals Tests, physics laboratory, meaningful learning.

INTRODUCCIÓN

El trabajo educativo centrado en el desarrollo de competencias constituye un reto para los docentes, representando un cambio de paradigmas que exige diferentes formas de planear, evaluar y entender la función de las instituciones educativas, en la búsqueda de formar las capacidades adaptativas de los aprendices, articulando conocimientos, habilidades y destrezas en lo afectivo, psicomotor y cognitivo, reunidos en una única meta; todo ello orientado a mejorar los desempeños de los estudiantes para resolver diferentes situaciones problemáticas que les toque vivir y les permitan salir adelante con los valores y saberes desarrollados (Frade, 2009).

Tobón (2010), configura las competencias dentro de un modelo pedagógico focalizado en: 1) la integración de los conocimientos, los procesos cognoscitivos, las destrezas, las habilidades, los valores y las actitudes en el desempeño ante actividades y problemas; 2) la construcción de los programas de formación acorde con los requerimientos disciplinares, investigativos, profesionales, sociales, ambientales y laborales del contexto; 3) la orientación de la educación por medio de estándares e indicadores de calidad en todos sus procesos.

Desde esta óptica, en la actualidad, la Universidad del Zulia está en un proceso de cambios curriculares, asentado en el desarrollo de competencias, donde se considera la investigación como una competencia general, mediante la cual se busca fomentar en los estudiantes la capacidad para plantear procedimientos reflexivos y sistemáticos acerca de la realidad por medio de la

observación, la descripción, la explicación y la predicción. Esta visión educativa, los prepara para asumir cambios y transformaciones del entorno, con una actitud reflexiva y crítica, con valores y principios que inspiren y guíen la acción para generar conocimientos, transformar y mejorar nuestra realidad social, económica, educativa y tecnológica(Comisión Central de Currículo, 2007).

Con base en estos planteamientos, resulta oportuno destacar los trabajos de laboratorio en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales con un enfoque investigativo, en la búsqueda de promover en los estudiantes de pregrado habilidades integrales de acción cognitiva, procedimental y actitudinal, brindando a los aprendices la oportunidad de explorar, focalizar, delimitar y resolver problemas, desde diferentes aristas, inmersos en ambientes de aprendizajes oportunos para el trabajo colaborativo en grupo y en forma individual (Barrera, 2007; Gil y Valdés, 1996; Novak y Gowin, 1998; De Pro, 1998; Sierra, 2003; Arrieta et al., 2003; Cordón, 2008; Pérez y Falcón, 2009; Barolli et al., 2010; Tenaglia et al., 2011; Arrieta, 2011; Morantes et al., 2013, Morantes, 2014; Gil, 2014; Morantes et al., 2016).

Cabe destacar que, en las universidades, la función de la investigación está orientada a la búsqueda y generación de conocimiento de alto nivel más que visualizarla como una vía para iniciar a los estudiantes de pregrado en este importante proceso. Así pues, se observa una praxis investigativa sin objetivos y estrategias definidas para tal fin, en la mayoría de los cursos de Laboratorios de Física de la Facultad de Ingeniería, LUZ, limitada al conocimiento y demostración de leyes y fórmulas, y a una práctica docente acoplada a los esquemas tradicionales de enseñanza, poco afines a los intereses actuales de los aprendices, que les dificulta la trasposición del conocimiento adquirido en la resolución de problemas de la vida cotidiana, desde el contexto de la investigación (Morantes, 2014).

En este sentido, con miras a iniciar el aprendizaje sobre cómo investigar, desde la perspectiva constructivista, se formula como pregunta de investigación: ¿En qué medida una situación didáctica en el contexto de los laboratorios de física y basada en la implementación de los Exámenes Integrales Prácticos Teóricos

(EIPT) facilita el desarrollo de habilidades investigativas de construcción conceptual, procedimental y actitudinal en los estudiantes de ingeniería?

Con el propósito de dar respuesta a esta inquietud, el presente trabajo se focaliza en la evaluación de una situación didáctica basada en la implementación de los EIPT, dirigida a la formación investigativa de los estudiantes de ingeniería, desde la enseñanza de la física en el laboratorio, destacando la necesidad de una praxis educativa orientada a la adquisición progresiva de un conjunto de habilidades investigativas de construcción conceptual, procedimental y actitudinal.

La investigación centra su análisis en el aprendizaje significativo de Ausubel (1976) y en las diversas visiones humanista, social y crítica de (Moreira, 2007), complementada con las teorías de Piaget (1978) y Vygotsky (1979), fundamentada en los métodos de aprendizaje cooperativo (Johnson y Johnson, 1979) e investigación dirigida mediados por el profesor (Gil y Valdés, 1996).

FORMACIÓN INVESTIGATIVA

Desde la perspectiva de Moreno (1998) y Rivera et al. (2009) la competencia, se refiere al dominio de una práctica, sustentada por el desarrollo de alguna o algunas habilidades.

Para Silva (1998) y Tobón (2010), las habilidades están asociadas con desempeños idóneos cognitivo-afectivos y procedimentales, con una disposición natural o adquirida en un campo determinado del comportamiento, que permita desarrollarse para el logro de un objetivo, a partir de la práctica, la ejercitación y la experiencia y una vez activada facilita el aprendizaje, la ejecución o la retención de una tarea.

Por su parte, Rojas y Aguirre (2015), realizaron un análisis crítico en los antecedentes significativos sobre categorías como la formación investigativa y otras asociadas tales como competencias, capacidades, habilidades y actitudes investigativas.

Referente a las habilidades investigativas, estos autores destacan aquellas que van desde las básicas, asociadas a aspectos metodológicos, hasta las que se caracterizan por un nivel mayor de integración cercano a procesos más complejos

de la práctica investigativa, como la metacognición y/o la gestión del autoaprendizaje; coincidiendo con Machado y Montes (2009) subrayan además que, en este grupo de habilidades más complejas se ubicaría la solución de problemas profesionales, siendo ésta la habilidad de mayor grado en el ámbito de formación del profesional de la educación superior.

Al respecto de la formación investigativa, Rojas y Aguirre (2015), establecen que ésta, presenta diferencias según se trate de pregrado o postgrado. En el pregrado se busca fortalecer las competencias que no fueron tratadas en la educación primaria y media, ayudando a que el profesional cuente con las habilidades que le permitan desempeñarse de manera idónea en su rol ocupacional en el mercado de trabajo, mientras que en postgrado está orientada a formar especialistas que en su mayoría se dedicarán a la investigación.

Según Moreno (2005), la formación investigativa está dirigida a alcanzar un mejor desempeño en la práctica profesional del sujeto en formación, como herramienta para comprender y aplicar productos de investigación, o bien como mediación para internalizar estructuras de pensamiento y acción que le permitan resolver problemas y en general, lograr mejores desempeños en la vida cotidiana.

Jiménez (2006), señala que la formación investigativa puede ser entendida como aquella que desarrolla la cultura investigativa y el pensamiento crítico y autónomo, competencias de análisis y sistematización, permitiendo a los estudiantes y profesores acceder al conocimiento y a la apropiación de técnicas, métodos y protocolos propios de la actividad investigativa.

Desde la postura de Guerrero (2007), se define formación para la investigación al conjunto de acciones orientadas a favorecer la apropiación y desarrollo de los conocimientos, habilidades y actitudes necesarios para que estudiantes y profesores puedan desempeñar con éxito actividades productivas asociadas a la investigación científica, al desarrollo tecnológico y la innovación, ya sea en el sector académico o en el productivo.

Según Restrepo (2003), la formación investigativa e investigación formativa son dos conceptos que comparten semejanzas y diferencias. La primera, se asocia con actividades docentes, como cursos y discusión de informes de

Formación de habilidades investigativas en física experimental mediante exámenes integrales prácticos teóricos

investigación, así como la participación en el desarrollo de proyectos, aludiendo un proceso de enseñanza aprendizaje que involucra la investigación. La investigación formativa es formar en y para la investigación, desde actividades que incorporen y apliquen la lógica y los métodos de investigación.

En el marco de las consideraciones anteriores, en este trabajo se define la formación investigativa como el proceso formativo que involucra un conjunto de actividades y ambientes de trabajo, generados con el fin de favorecer el desarrollo de habilidades de carácter investigativas, estructuradas en un perfil (ver tabla 1), atendiendo a su naturaleza, grado de complejidad y a los saberes ser, hacer, conocer y convivir. Todo ello para la comprensión, transferencia y construcción del conocimiento científico, y la internalización de estructuras de pensamiento y acción que le permitan a los estudiantes resolver problemas y mejorar su desempeño en la vida cotidiana, en el contexto de una praxis investigativa (Moreno 2005; Jiménez 2006; Guerrero 2007, Morantes 2014; Morantes et al., 2016).

Tabla 1. Perfil de Habilidades Investigativas

| | |
|-------------------------------|---|
| De Construcción Conceptual | <ul style="list-style-type: none">▪ Cognitivas básicas▪ Cognitivas especializadas |
| De Construcción Procedimental | <ul style="list-style-type: none">▪ Dominio técnico y destrezas manuales▪ Comunicación oral y escrita |
| De Construcción actitudinal | <ul style="list-style-type: none">▪ Habilidades de responsabilidad▪ Trabajo en equipo y liderazgo▪ Creatividad▪ Valoración de la ciencia |

Fuente: Elaboración propia

EXÁMENES INTEGRALES PRÁCTICOS TEÓRICOS (EIPT)

Por situación didáctica se entiende un escenario de aprendizaje, que demanda a los estudiantes, resolver un conflicto cognitivo, articulando una secuencia de actividades que propician el desarrollo de competencias. En dicha situación se lleva a cabo una interacción de tres entidades: educador-estudiante-

medio didáctico, donde el docente le plantea al estudiante un problema contextualizado interesante, que responda a su necesidad de aprendizaje, y que pueda ser abordado a través de sus conocimientos previos. Con ello, el aprendiz puede generar hipótesis y conjeturas propias de una micro-comunidad científica, resolviendo situaciones sin la intervención directa del profesor, consolidando los saberes adquiridos (Chavarría, 2006; Frade, 2009).

Los EIPT son evaluaciones dirigidas a la vinculación de habilidades investigativas conceptuales, procedimentales y actitudinales en el marco de situaciones problema generadas por el docente, con el fin de aplicar los conocimientos previos para el logro de aprendizajes significativos progresivos, tanto de las habilidades necesarias para su consolidación, como de los conceptos científicos asociados con el fenómeno físico abordado para dar solución al problema planteado.

Tales exámenes están enmarcados en la Fase de planificación de investigaciones y Fase divulgativa y de valoración de la secuencia didáctica propuesta en el Modelo Didáctico Integrador Multimedia diseñado para el fomento de la formación investigativa en los estudiantes del laboratorio de física (Morantes et al., 2016), tal como se muestra en la figura 1.

Fase de Planificación de Investigaciones. Dentro de esta fase se programa la aplicación de dos EIPT por periodo académico, y efectuados cada dos prácticas de laboratorio, ejecutándose en forma presencial, bajo una modalidad grupal, mediados por el profesor, el cual promueve el desarrollo de un trabajo de laboratorio previamente asignado. En este sentido, el estudiante tiene un rol activo en su aprendizaje, mostrando su potencialidad cognoscitiva, la cual dependerá altamente de la calidad de la interacción social con sus pares, el profesor y de la zona de desarrollo próximo donde se desenvuelve (Vygotsky, 1979).

La intencionalidad de los EIPT es indagar, si los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales abordados en cada una de las prácticas de laboratorio realizadas con anterioridad a esta actividad, fueron aprendidos significativamente, conformando un entramado conceptual para la transferencia y

Formación de habilidades investigativas en física experimental mediante exámenes integrales prácticos teóricos

aplicación ante nuevas situaciones físicas. Para tales fines, se asignan proyectos de laboratorio, desarrollados como pequeñas investigaciones guiadas por los Diseños de Investigación Experimental (DIE), complementados con consultas presenciales y a distancia (correos electrónicos).

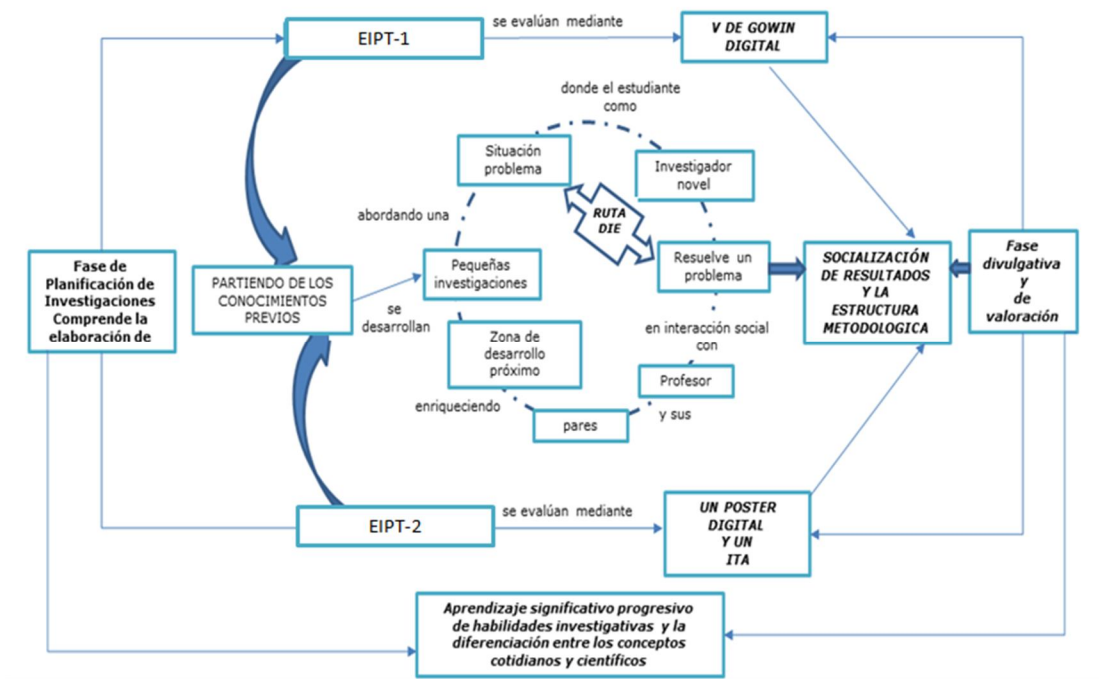


Figura 1: Secuencia Didáctica EIPT.

Fuente: elaboración propia

Los DIE como instrumentos de aprendizaje y evaluación, son utilizados para planificar y guiar las actividades de laboratorio como prácticas investigativas y comprenden un conjunto de indicaciones sistemáticas que orientan a los estudiantes como investigador novel, en los aspectos metodológicos y epistemológicos: título de la práctica de laboratorio, la pregunta y objetivos de investigación, la construcción del fundamento teórico, relaciones, control y exclusión de variables, formulación de hipótesis, tipo de investigación, el procedimiento experimental, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, resultados y análisis, conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas.

Estos instrumentos como guía de aprendizaje se presentan en dos formatos uno en PDF, que contiene la descripción de las etapas o secuencia lógica a seguir

para resolver un problema experimental, fundamentado en el método científico, y el otro en forma de plantilla en Microsoft Office Word, donde se establece la ruta investigativa. Al respecto, de este formato en Word, con fines de orientar a los aprendices, alguno de los elementos de investigación como la pregunta, los objetivos, las hipótesis, las variables o el procedimiento experimental, son formulados por el profesor, para luego ser completadas todas las fases investigativas por los aprendices de acuerdo a la situación problema a tratar (Morantes, 2014; Morantesetal., 2016).

Por cada EIPT, cada integrante de los grupos, debe presentar antes de iniciar su trabajo de laboratorio, el DIE avanzado en ciertas etapas, revisado y corregido por el profesor previamente.

Fase divulgativa y de valoración. Esta fase comprende la valoración de la evolución de las habilidades investigativas, mediante la evaluación de los EIPTa través de un proceso de socialización de resultados y de la estructura metodológica empleada por los estudiantes (oral y escrita), presentando como productos investigativos un Informe Tipo Artículo (ITA), la construcción de V de Gowin y poster digitales. Por otro lado, como un proceso de reflexión y concientización del nivel de dominio de las habilidades a desarrollar se establecen baremos de autoevaluación y coevaluación, promoviendo de esta manera, la metacognición.

Durante la aplicación de la situación didáctica, se planificó para la evaluación del EIPT-1, la elaboración de una V de Gowin digital por cada grupo de laboratorio, para efectos de valorar el aprendizaje significativo de las habilidades investigativas asociadas a esta herramienta heurística y la socialización de resultados, oral y escrita, como aprendizajes esperados.

Con este fin, se aplica un baremo con indicadores de logro relacionados con las habilidades investigativas y los elementos que conforman el diagrama V: los acontecimientos, conceptos clave, principios y leyes, teorías, registros, transformaciones, afirmaciones de conocimiento, afirmaciones de valor, preguntas centrales, así como la hipótesis, variables, objetivos, referencias y apéndices. Los últimos cinco elementos fueron incorporados en la reformulación y

Formación de habilidades investigativas en física experimental mediante exámenes integrales prácticos teóricos

construcción de la V de Gowin digital propuesta por Morantes et al. (2013), con el propósito de optimizar la integración del dominio conceptual con el metodológico, permitiendo a los aprendices enfocar conjuntamente con la pregunta de investigación, la búsqueda de información sobre los acontecimientos a estudiar, precisar los eventos, las unidades de estudio, el contexto, así como, las acciones a desarrollar (ver figura 2).

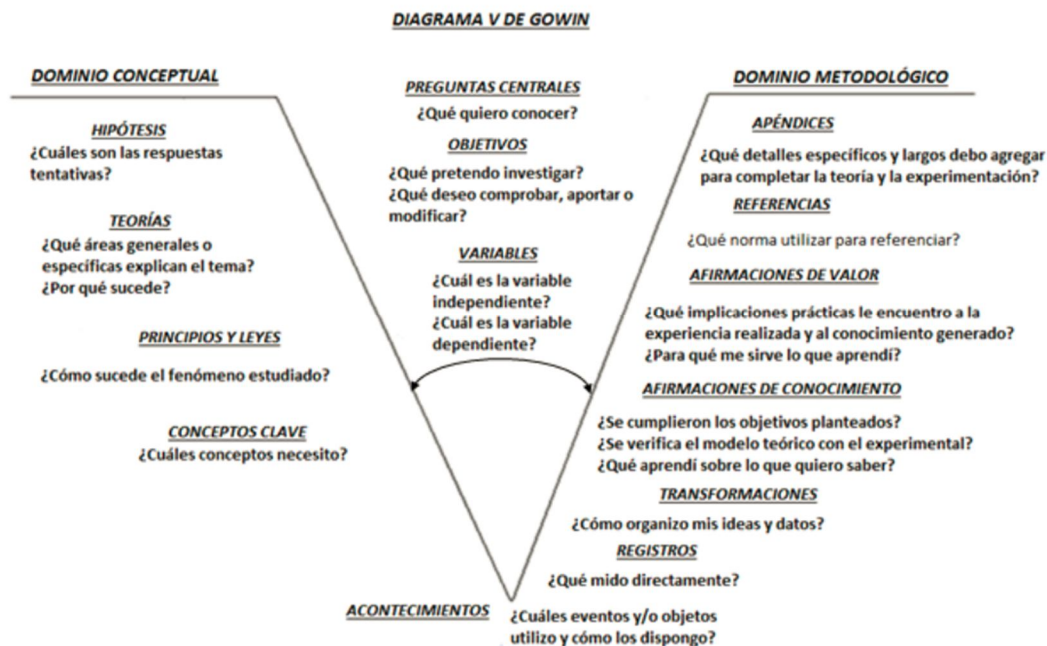


Figura 2: Diagrama V de Gowin reformulado.

Fuente: Morantes et al. (2013).

Por otro lado, se destaca para la evaluación del EIPT-2 la presentación de un ITA y la construcción de un poster digital, éste último es elaborado por los aprendices bajo modalidad grupal, siguiendo los criterios de evaluación que establece un baremo diseñado para tal fin, considerando las etapas investigativas establecidas en la Ruta DIE.

Esta herramienta heurística que sirve de ayuda visual a los aprendices, permite coordinar y evaluar en el proceso de socialización los resultados y conclusiones del trabajo de laboratorio desarrollado, demostrando un dominio de habilidades y destrezas manuales, de comunicación oral y escrita,

de responsabilidad, de trabajo en equipo y liderazgo, de creatividad y valoración de la ciencia.

Los ITA son informes de laboratorio bajo un formato que es usualmente empleado en publicaciones científicas y técnicas. Para su elaboración, se sugiere un esquema conformado por los apartados: resumen, introducción, material y método, resultados, discusión o análisis de los resultados, conclusiones y sugerencias para un trabajo posterior, agradecimiento, referencias bibliográficas y apéndices.

El modelo de informe es presentado a los estudiantes en formato Word, en el cual se caracteriza cada apartado que lo conforma, especificando los elementos esenciales que componen cada una de sus partes y subdivisiones, con ejemplos, de tal forma que sirva de orientación precisa para su preparación.

El formato puede ser utilizado como plantilla en diseño de página a dos columnas, adaptado a los criterios a considerar para la disposición de las tablas, gráficas, ecuaciones, fuente y tamaño de la letra, con la intención de guiar al aprendiz en la elaboración de éste. Su construcción se plantea también como un entrenamiento en mejorar las habilidades de redacción, análisis, síntesis y con ella la capacidad de comunicar temas científicos y técnicos en forma escrita. Dentro de la secuencia didáctica, se programó la presentación de un solo informe tipo artículo con modalidad grupal.

En la tabla 2 se presentan los proyectos de laboratorio desarrollados en los EIPT, identificando los productos de investigación presentados por los estudiantes. Resulta oportuno destacar, que los trabajos prácticos son diferentes para cada grupo; esto es, con la intencionalidad de motivar a los estudiantes la cultura del trabajo en grupo, evitar copiar resultados, optimizar el uso de equipos y materiales de laboratorio disponibles, trabajando por estaciones, así como también, abordar un mayor número de aplicaciones de los fenómenos físicos estudiados por semestre.

Tabla 2: Exámenes Integrales Práctico-Teórico: Portafolio de proyectos de laboratorio

| EIPT-1 | EIPT-2 |
|--|---|
| Productos de investigación: DIE-V de Gowin digital. Socialización de resultados oral. | Productos de investigación: Poster digital, ITA, Socialización de resultados oral y escrita. |
| Oscilaciones eléctricas: circuito RLC. | Diseño y construcción del prototipo de un microscopio. |
| <u>Vibraciones forzadas y resonancia.</u> | Diseño y construcción del prototipo de un telescopio. |
| <u>Ondas estacionarias en un tubo de resonancia abierto por ambos extremos.</u> | Diseño y construcción del prototipo de un polariscopio plano para el estudio de fotoelasticidad. |
| <u>Ondas estacionarias en una placa redonda: Figuras de Chladni</u> | Diseño y construcción del prototipo de un polarímetro para el estudio de sustancias ópticamente activas |
| <u>Ondas longitudinales estacionarias en un resorte</u> | Diseño y construcción del prototipo de un espectrómetro de red de difracción |
| <u>El sonido en una copa de agua</u> | Diseño y construcción del prototipo de una cámara oscura |
| <u>Modelo de radiación de diferentes fuentes sonoras</u> | Diseño y construcción de un proyector de imágenes. |

Fuente:elaboración propia

Cabe destacar como la labor del docente está dirigida a favorecer el aprendizaje cooperativo, la investigación en equipo, el diseño y planificación de situaciones didácticas idóneas para la formación de las habilidades investigativas establecidas, teniendo como referencia un conjunto de indicadores de logro, que permiten guiar y validar el aprendizaje a través de preguntas, sugerencias, aclaratorias, retroalimentación, lo que representa para el docente, un gran desafío en generar los contextos de aprendizaje, las actividades y el ambiente de trabajo más adecuado para ello.

De igual manera, se destaca el rol de los estudiantes, en el desarrollo de estrategias metacognitivas que le permitan gestionar su aprendizaje, construir el conocimiento mediante la investigación, consciente de su responsabilidad, participación activa y compromiso con el equipo.

METODOLOGÍA

La investigación desarrollada es de tipo evaluativa, mediante la cual se busca evidenciar la efectividad de una situación didáctica basada en los EIPTorientada a la formación de habilidades investigativas. El diseño de investigación es mixto, englobado en el manejo de fuentes documentales y un estudio de campo, realizado en el propio sitio donde se encuentra el objeto de estudio, permitiendo de esta manera, conocer más a fondo el problema y manejar los datos con mayor seguridad (Hurtado, 2010).

Se trabajó sobre un diseño evolutivo contemporáneo, estudiando el evento en su proceso de cambio durante un período académico en la asignatura Laboratorio de Física III, ubicada en el cuarto semestre de la Escuela Eléctrica, Facultad de Ingeniería.

La investigación realizada requirió de un muestreo censal, considerando el cien por ciento (100%) de la población, que incluye la totalidad de los estudiantes del curso de Laboratorio de Física III, trabajando con un total de 25 estudiantes.

Durante la investigación, se aplicó la estadística inferencial como prueba paramétrica, utilizando un análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo, con la finalidad de evaluar la evolución de las habilidades investigativas durante la aplicación de la situación didáctica, en términos de la calificación asignada en la construcción de las V de Gowin digitales (V2), los DIE, poster digital, ITA, de igual manera fueron considerados dentro de este análisis, un pre-test, un post-test, coevaluaciones y autoevaluaciones, en base al sistema de hipótesis propuesto a continuación:

H₀: no existen diferencias significativas entre las calificaciones obtenidas por los estudiantes en las diferentes estrategias de la situación didáctica aplicada y el pre-test.

Ha: existen diferencias significativas entre las calificaciones obtenidas por los estudiantes en las diferentes estrategias de la situación didáctica aplicada y el pre-test.

Adicionalmente, se aplicó una prueba de Comparaciones Múltiples de Medias (DMS) para los promedios de notas de los estudiantes en las estrategias aplicadas en la situación didáctica y los resultados del pre-test y post-test (7 cuestionarios presenciales y a distancia), para conocer si existen diferencias significativas entre los pares contrastados, considerando el sistema de hipótesis formulado.

Para este estudio se realizaron cuatro cruces: a) ITA en contraste con V2, DIE, post-test, autoevaluación 1 y coevaluación 1, b) pre-test con ITA, V2, DIE, poster digitales, pos-test, autoevaluaciones y coevaluaciones, c) estrategias con modalidad grupal (V2, poster digitales, ITA), en contraste con las evaluaciones con modalidad individual (pre-test y post-test), d) auto evaluación 1 y coevaluación 1 en contraste con sus pares autoevaluación 2 y coevaluación 2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se presenta el análisis de varianza (ANOVA) de dos factores con una sola muestra por grupo, efectuado para medir la evolución de las habilidades investigativas durante el desarrollo de la secuencia didáctica EIPT, en términos de la calificación asignada a los aprendices, teniendo como referente el sistema de hipótesis establecido en el marco metodológico.

El rechazo o no rechazo de la Hipótesis nula (H_0) según el análisis ANOVA depende directamente del valor de F, siendo F el estadístico de prueba. Como puede observarse en la tabla 3, el valor de F para Estudiante es de 6,70. Para conocer si estos resultados son significativos, el valor de F observado necesita ser al menos 1,54 (o sea, el valor crítico de F). Dado que, el valor de F obtenido es de 6,70 y es mucho mayor que el valor crítico de la F (1,54), los resultados de la prueba son significativos.

Por otro lado, se observa que el valor de F para las estrategias de la secuencia didáctica es igual a 19,02. Esto es también significativo, porque el valor

de F crítico es solamente 1,61. En otras palabras, existe una relación significativa en la calificación de los estudiantes y las estrategias.

Atendiendo a las consideraciones anteriores, y al hecho de que el valor de la probabilidad 1,56E-18 es mucho menor que 0,05, se sugiere rechazar la hipótesis nula, y aceptar que los resultados son estadísticamente significativos, lo que lleva a concluir que los estudiantes tienen promedios de notas estadísticamente diferentes al aplicar las diferentes estrategias didácticas. Esto probablemente como consecuencia de la diferenciación progresiva de las habilidades investigativas propuestas.

Tabla 3. Análisis de varianza sujeto- estrategias

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Probabilidad | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|-------------|--------------|----------------------|
| Estudiantes | 1702,123114 | 24 | 70,92179642 | 6,698778955 | 1,56708E-18 | 1,541268313 |
| Estrategias | 3825,749044 | 19 | 201,3552128 | 19,01861107 | 1,83613E-46 | 1,609395557 |
| Error | 4827,796138 | 456 | 10,58727223 | | | |
| Total | 10355,6683 | 499 | | | | |

Fuente: Morantes (2014).

Realizando el mismo análisis para una probabilidad de 1,83E-46 mucho menor que 0,05, se infiere que los promedios de notas obtenidos por los estudiantes en el pre-test, y los correspondientes a las estrategias implementadas durante la aplicación de la situación didáctica EIPT son estadísticamente diferentes a favor de la estrategia integradora, según los promedios observados.

Con la finalidad de conocer si existen diferencias significativas entre pares de estrategias contrastados, se aplicó la prueba de Comparaciones Múltiples de Medias (DMS) para los promedios de notas de los estudiantes en las estrategias que caracterizan la secuencia didáctica EIPT. Mediante esta prueba considerando la tabla 4, se selecciona cuál o cuáles pares de medias son las diferentes, a partir de los cruces establecidos y el sistema de hipótesis, declarando el Si como: existen diferencias significativas, y el No: no existen diferencias significativas.

Formación de habilidades investigativas en física experimental mediante exámenes integrales prácticos teóricos

Tabla 4: Prueba de comparaciones múltiples de medias (DMS)

| Promedio de notas | | 13,80 | 13,32 | 10,28 | 13,59 | 14,25 | 13,83 | 12,00 | 13,08 | 13,24 | 16,84 |
|-------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | DIE1 | V1 | V2 |
| 13,80 | C1 | NO | NO | SI | NO | NO | NO | NO | NO | NO | SI |
| 13,32 | C2 | NO | NO | SI | NO | NO | NO | NO | NO | NO | SI |
| 10,28 | C3 | SI | SI | NO | SI | SI | SI | NO | SI | SI | SI |
| 13,59 | C4 | NO | NO | SI | NO | NO | NO | NO | NO | NO | SI |
| 14,25 | C5 | NO | NO | SI | NO | NO | NO | SI | NO | NO | SI |
| 13,83 | C6 | NO | NO | SI | NO | NO | NO | NO | NO | NO | SI |
| 12,00 | C7 | NO | NO | NO | NO | SI | NO | NO | NO | NO | SI |
| 13,08 | DIE1 | NO | NO | SI | NO | NO | NO | NO | NO | NO | SI |
| 13,24 | V1 | NO | NO | SI | NO | NO | NO | NO | NO | NO | SI |
| 16,84 | V2 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | NO |
| 15,76 | AUTOEVA1 | SI | SI | SI | SI | NO | SI | SI | SI | SI | NO |
| 11,28 | AUTOEVA2 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | NO |
| 16,28 | COEVA1 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | NO |
| 18,40 | COEVA2 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | NO |
| 17,28 | POSTER | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | NO |
| 18,84 | ITA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| 16,04 | FORO | SI | SI | SI | SI | NO | SI | SI | SI | SI | NO |
| 16,32 | VIDEO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | NO |
| 15,66 | DEF | SI | SI | SI | SI | NO | NO | SI | SI | SI | NO |
| 7,44 | PRETEST | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |

| Promedio de notas | | 15,76 | 11,28 | 16,28 | 18,40 | 17,28 | 18,84 | 16,04 | 16,32 | 15,66 | 7,44 |
|-------------------|----------|-----------|-----------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|---------|---------|
| | | AUTOEV A1 | AUTOEV A2 | COEVA1 | COEVA2 | POSTER | ITA | FORO | VIDEO | DEFINIT | PRETEST |
| 13,80 | C1 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| 13,32 | C2 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| 10,28 | C3 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| 13,59 | C4 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| 14,25 | C5 | NO | SI | SI | SI | SI | SI | NO | SI | NO | SI |
| 13,83 | C6 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | NO | SI |
| 12,00 | C7 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| 13,08 | DIE1 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| 13,24 | V1 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| 16,84 | V2 | NO | NO | NO | NO | NO | SI | NO | NO | NO | SI |
| 15,76 | AUTOEVA1 | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO | NO | NO | SI |
| 11,28 | AUTOEVA2 | SI | NO | SI | NO | NO | NO | SI | SI | SI | SI |
| 16,28 | COEVA1 | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO | NO | NO | SI |
| 18,40 | COEVA2 | SI | NO | SI | NO | NO | NO | SI | SI | SI | SI |
| 17,28 | POSTER | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | SI |
| 18,84 | ITA | SI | NO | SI | NO | NO | NO | SI | SI | SI | SI |
| 16,04 | FORO | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO | NO | NO | SI |
| 16,32 | VIDEO | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO | NO | NO | SI |
| 15,66 | DEF | NO | SI | NO | SI | NO | SI | NO | NO | NO | SI |
| 7,44 | PRETEST | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | NO |

Fuente: Morantes (2014). Adaptado.

Cruce 1: Al cruzar los pares de media entre las estrategias ITA y DIE, V de Gowin digital V2, cuestionarios pre-test y post-test, auto evaluaciones y coevaluaciones, se comprueba que existen diferencias significativas entre las medias de las calificaciones, siendo el promedio de los ITA mayor y diferente, esto lleva a concluir que los ITA como estrategia de cierre en la secuencia didáctica, permiten revelar un desarrollo efectivo y progresivo de las habilidades investigativas, mejorando el desempeño de los estudiantes en el contexto de la actividad experimental.

Con base a estos planteamientos, se infiere que existe unaprobabilidad, de que las estrategias indicadas pueden funcionar como herramientas de aprendizaje de habilidades investigativas para la elaboración de informes redactados en formato de publicación científica, cuya construcción según experiencia de los

profesores en el aula experimental, representa un trabajo de cierta dificultad para los estudiantes, que por lo general se refleja en bajas calificaciones.

Cruce 2: El cruce de los pares de media entre las estrategias ITA, DIE, V de Gowin Digital, poster digitales, cuestionarios post-test, auto evaluaciones, coevaluaciones, con el pre-test, determina que existen diferencias altamente significativas entre las medias de las calificaciones de cada una de las estrategias y en contraste con las del pre-test, siendo el promedio del pre-test menor y diferente.

A los efectos de este resultado, se deriva que existe una probabilidad, de que la aplicación de la situación didáctica EIPT promueve la diferenciación entre los conceptos cotidianos y científicos, mediante un aprendizaje significativo progresivo de habilidades investigativas, indicando que, estas no se adquieren y acreditan de una vez, sino que se van desarrollando en la medida que el estudiante va trabajando en diferentes momentos, en varios contextos y sobre distintas temáticas, tal como lo sugiere la teoría del aprendizaje significativo.

Cruce 3: El cruce de los pares de media entre las estrategias V de Gowin Digital V2, Poster digital, ITA, aplicados bajo una modalidad grupal, en contraste con los cuestionarios pre-test y post-test bajo una modalidad individual, determina diferencias significativas entre las medias de las calificaciones, mayor y diferentes al respecto de sus pares.

Sobre la base de estos resultados, se infiere, que existe una probabilidad, de que la aplicación de las estrategias con modalidad grupal, en un ambiente de aprendizaje cooperativo, investigación dirigida y basado en problemas, promueve la zona de desarrollo próximo del aprendiz, indicando esto, que la secuencia didáctica EIPT favorece la diferenciación entre los conceptos cotidianos y científicos de una praxis investigativa.

Cruce 4: El cruce de los pares de media entre la autoevaluación 1 y coevaluación 1 en contraste con la autoevaluación 2 y la coevaluación 2, determinan que existen diferencias significativas entre las medias de las calificaciones, siendo el promedio de la autoevaluación 2 y la coevaluación 2 al respecto de sus pares mayor y diferentes.

Como consecuencia de este resultado, se infiere, que existe una probabilidad, de que los baremos de autoevaluación y coevaluación, conformados por un conjunto de indicadores de logros orientados a la medición de la construcción y evolución de las habilidades investigativas abordadas, familiarizan a los estudiantes con los resultados del aprendizaje esperados, reconociendo en qué puntos han avanzado y que necesidades de aprendizaje deben cubrir.

CONCLUSIONES

El análisis de los resultados permite inferir que la aplicación de los EIPT como una situación didáctica, fomenta la formación investigativa permitiendo construir y transferir los conceptos cotidianos y científicos relacionados con los campos de la física abordados y la praxis investigativa, mediante un aprendizaje significativo progresivo de habilidades asociadas con los saberes del ser, conocer y hacer, establecidas en un perfil generado para su caracterización, indicando que éstas no se adquieren y acreditan de una vez, sino que se van desarrollando en la medida que el estudiante va trabajando en diferentes momentos, en varios contextos y actividades didácticas donde se reutilizan estos conceptos, tal como lo establece la teoría del aprendizaje significativo.

Desde esta óptica, se resalta que los EIPT son un recurso útil para indagar sobre la forma en la cual los conocimientos adquiridos son transferidos y puestos en práctica ante nuevas situaciones, permitiendo conocer si los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales abordados en cada uno de los trabajos de laboratorio, desarrollados con anterioridad a esta actividad, conformaron un todo coherente y consistente que sirvió de anclaje para la construcción de nuevos conceptos, más consonos con la perspectiva científica y de esta manera, lograr establecer un aprendizaje significativo más asertivo y enriquecer la estructura cognitiva de los estudiantes.

La implementación de los EIPT permite aplicar una metodología de trabajo, que propicia ambientes de aprendizajes cooperativos (Johnson y Johnson, 1990), por investigación dirigida (Gil, 1993), basados en problemas (Barrows y Tamblyn, 1980), incrementando de esta manera la zona de desarrollo próximo del

aprendiz, mediante la interacción social y constructivista entre el profesor y sus pares (Vygotsky, 1979), a través de un proceso de discusión, socialización de resultados oral (presentación de V de Gowin y poster digitales) y escrita (ITA), así como una negociación de significados entre estudiantes y profesor (Gowin, 1981), sembrando de esta manera una cultura de trabajo en equipo.

Por otro lado, se destaca que los baremos implementados para el seguimiento y evaluación de las habilidades investigativas, mediante un proceso de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación, realizado por los estudiantes y el profesor, familiarizan a los entes involucrados en la situación didáctica con los indicadores de logro, como resultado del aprendizaje esperado, reconociendo en qué puntos han avanzado y qué necesidades de aprendizaje deben cubrirse. Desde esta óptica, la secuencia didáctica implementada lleva a los aprendices a reflexionar sobre su proceso de aprendizaje, promoviendo en consecuencia la metacognición, así como también los involucra con las actividades y productividad a ser generada en la ejecución de eventos científicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arrieta, Xiomara; Marín, Nicolás y Lúquez, Petra. (2003). Una propuesta para taxonomizar los contenidos procedimentales en las prácticas de Laboratorio. **Investigación y Postgrado**. Vol. 18, No. 2. Venezuela (Pp. 117-137).
- Arrieta, Xiomara. (2011). Tendencias educativas en la enseñanza de las ciencias. Perspectivas del siglo XXI. **Investigación en Ciencias Humanas. Estudios Postdoctorales. Facultad de Humanidades y Educación**. Vol. II. Venezuela (Pp. 145-163).
- Ausubel, David (1976). **Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo**. Editorial Trillas. México.
- Barolli, Elisabeth; Laburú, Carlos y Guridi, Veronica (2010). Laboratorio Didáctico de Ciencias: caminos de investigación. Extraído de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART6_VOL9_N1.pdf consulta: 10-05-2014.
- Barrera, Josefina. (2007). La enseñanza de la física a través de habilidades investigativas: una experiencia. Extraído de http://www.lajpe.org/sep07/JOSEFINA_Final.pdf consulta: 29-01-14.
- Comisión Central de Currículo (2007). Competencias Genéricas de la Universidad del Zulia. Vicerrectorado Académico. Venezuela
- Cordón, Rafael. (2008). Enseñanza y aprendizaje de procedimientos científicos (contenidos procedimentales) en la educación secundaria obligatoria: análisis de la situación, dificultades y perspectivas. Extraído de

<https://digitum.um.es/jspui/bitstream/10201/3613/1/CordonAranda.pdf>

consulta: 10-11-13.

Chavarría, Jesennia (2006). Teoría de las Situaciones Didácticas. Extraído de: <https://es.slideshare.net/monyreyes1238/toera-de-las-situaciones-didcticas-chavarra-30148028> consulta: 17-09-17.

De Pro Bueno, Antonio (1998). ¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias? Extraído de <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/83200/108183> consulta: 10-03-2016.

Frade, Laura. (2009). **Desarrollo de competencias en educación: desde preescolar hasta el bachillerato** (segunda edición). Inteligencia Educativa. México.

Gil, Salvador. (2014). **Experimentos de física, de bajo costo, usando TIC**. Editorial Alfaomega. Argentina

Gil, Daniel y Valdés, Pablo. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. Extraído de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/21444/93407> consulta: 22-01-2016.

Gowin, Bob. (1981). **Educating**. Ithaca, Cornell University Press. USA.

Guerrero, María. (2007). Formación de habilidades para la investigación desde el pregrado. Extraído de <http://www.scielo.org.co/pdf/acp/v10n2/v10n2a18.pdf> consulta: 02-09-17.

Hurtado, Jacqueline. (2010). **Metodología de la investigación. Guía para una comprensión holística de la ciencia**. Ediciones Quirón. Bogotá.

Jiménez, William. (2006). La formación investigativa y los procesos de investigación científico-tecnológica en la Universidad Católica de Colombia. Extraído de <http://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/474> consulta: 25-01-17.

Johnson, David y Johnson, Roger. (1979). Conflict in the classroom. Controversy and learning. **Review of Educational Research**, 49, USA. (Pp. 52-70).

Machado, Evelio y Montes, Nancy. (2009). El desarrollo de habilidades investigativas en la educación superior: la solución de problemas profesionales. (3). Extraído de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202009000200002 consulta: 20-09-17.

Morantes, Zoraida; Arrieta, Xiomara y Nava Marianela. (2013). La V de Gowin como mediadora en el desarrollo de la formación investigativa. **Revista Góndola. Enseñanza y aprendizaje de las Ciencias**. Volumen 8. No.2. Bogotá, Colombia. (Pp. 7-29).

Morantes, Zoraida. (2014). **Modelo didáctico integrador multimedia para el desarrollo de la formación investigativa en el laboratorio de física**. Tesis Doctoral. Doctorado en Ciencias Humanas. Universidad del Zulia. Venezuela.

Morantes, Zoraida; Nava, Marianela y Arrieta Xiomara. (2016). Modelo didáctico integrador multimedia para el desarrollo de la formación investigativa, desde un laboratorio de física. **Revista Omnia**. Año 22, No. 3. Venezuela (Pp. 11-25).

- Moreira, Marco. (2007). Aprendizaje significativo: De la visión clásica a la visión crítica. Extraído de <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/visionclassicavisioncritica.pdf> consulta: 20-10-15.
- Moreno, María. (1998). El desarrollo de habilidades como objetivo educativo. Una aproximación conceptual. Extraído de http://www.formaciondocente.com.mx/BibliotecaDigital/10_EnsenanzaAprendizaje/04%20El%20Desarrollo%20de%20Habilidades%20como%20Objetivo%20Educativo.pdf consulta 23-07-17.
- Moreno, María. (2005). Potenciar la educación. Un currículum transversal de formación para la investigación. Extraído de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55130152> consulta: 16-01-17.
- Novak, Joseph y Gowin, Bob. (1988). **Aprendiendo a aprender**. Ediciones Martínez-Roca. España.
- Pérez, Eliexer y Falcón, Nelson. (2009). Diseño de prototipos experimentales orientados al aprendizaje de la óptica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**. 6 (3). España (Pp. 452-465).
- Piaget, Jean. (1978). **La equilibración de las estructuras cognitivas. Problema central del desarrollo**. Editorial Siglo XXI. Madrid.
- Rivera María; Arango, Luis; Torres, Claudia; Salgado Rosa; Gil, Fernando y Caña Lidia. (2009). **Competencias para la investigación. Desarrollo de habilidades cognitivas**. Editorial Trillas. México.
- Restrepo, Bernardo. (2003). Investigación formativa e investigación productiva de conocimiento en la Universidad. Extraído de: <http://www.redalyc.org/pdf/1051/105117890019.pdf> consulta: 17-05-17
- Rojas Cristian y Aguirre Sebastián (2015). La formación investigativa en la educación superior en América Latina y el Caribe: una aproximación a su estado del arte. Extraído de: <https://www.researchgate.net/publication/305654339> consulta: 17-09-17.
- Sierra, José. (2003). Estudio de la Influencia de un Entorno de Simulación por Ordenador en el Aprendizaje por Investigación de la Física en Bachillerato. Extraído de <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/PdfServlet?pdf=VP12017.pdf&area=E>. Consulta: 10-10-13.
- Silva, Florentino. (1998). Habilidades investigativas. Extraído de <http://www.latarea.com.mx/articu/articu10/fsilva10.htm> consulta: 10-07-16.
- Tenaglia, Marta; Bertelle, Adriana; Martínez, Juan; Rocha, Adriana; Fernández, M.; Lucca, Gabriel; Bustamante, Adriana; Dillon, Marité y Distéfano, María. (2011). Determinación y evaluación de competencias asociadas a la actividad experimental. **Revista Iberoamericana de Educación**. Volumen 56, No. 1. Argentina. (Pp. 1-14)
- Tobón, Sergio. (2010). **Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación**. Ecoe Ediciones. Colombia.
- Vygotsky, Lev. (1979). **El Desarrollo de los Procesos Psicológicos Superiores**. Editorial Crítica Barcelona. España.