

Una nueva forma de realizar prácticas de laboratorio de física



Freddy Patricio Guachún Lucero
Marco Alejandro Rojas Rojas
Sonia Janneth Guzñay Padilla
Tatiana Gabriela Quezada Matute

Una nueva forma de realizar prácticas de laboratorio de física

Freddy Patricio Guachún Lucero
Marco Alejandro Rojas Rojas
Sonia Janneth Guzñay Padilla
Tatiana Gabriela Quezada Matute

Este libro ha sido debidamente examinado y valorado en la modalidad doble par ciego con fin de garantizar la calidad científica del mismo.

© Publicaciones Editorial Grupo Compás
Guayaquil - Ecuador
compasacademico@icloud.com
<https://repositorio.grupocompas.com>



Guachún, F., Rojas, M., Guzñay, S., Quezada, T. (2023) Una nueva forma de realizar prácticas de laboratorio de física. Editorial Grupo Compás

© Freddy Patricio Guachún Lucero
Marco Alejandro Rojas Rojas
Sonia Janneth Guzñay Padilla
Tatiana Gabriela Quezada Matute

ISBN: 978-9942-33-697-2

El copyright estimula la creatividad, defiende la diversidad en el ámbito de las ideas y el conocimiento, promueve la libre expresión y favorece una cultura viva. Quedan rigurosamente prohibidas, bajo las sanciones en las leyes, la producción o almacenamiento total o parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de la misma por cualquiera de sus medios, tanto si es electrónico, como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien de fotocopia, sin la autorización de los titulares del copyright.

ÍNDICE

Desarrollo de la situación problémica y teórica	5
Teorías del aprendizaje	23
Teoría conductista.....	25
Teoría cognitivista.....	27
Teoría constructivista.....	28
Teoría conectivista	29
Enfoque constructivista	31
Roles en el constructivismo	36
Teoría del aprendizaje significativo	44
Cambio conceptual en el aprendizaje significativo	46
Ventajas del aprendizaje significativo	50
Metacognición	54
Estrategias cognitivas y metacognitivas	58
Estrategias de aprendizaje en la Física o ciencias	62
Enfoque epistemológico dentro del aprendizaje de la Física o ciencias	69
Concepción estándar de la ciencia	72
La UVE de Gowin	83
Estructura de la UVE de Gowin	87
La UVE de Gowin y sus aplicaciones	93
Importancia de las prácticas de laboratorio en la enseñanza de la física	99

Dificultades en la enseñanza-aprendizaje del laboratorio de Física.....	103
La UVE de Gowin como recurso para elaborar prácticas de laboratorio.....	111
Ventajas de la UVE de Gowin para realizar prácticas de laboratorio	113
Desventajas de la UVE de Gowin para realizar prácticas de laboratorio.....	127
Primer ciclo: Primera intervención.....	131
Diseño de la propuesta	131
Segundo Ciclo: Segunda intervención	179
Referencias	227

Prólogo

El presente libro trabaja en el proceso seguido en la revisión, construcción y análisis del impacto de la implementación de nuevas prácticas de laboratorio de Física mediante la V epistemológica de Gowin, en la asignatura de Estática y Cinemática, que se imparte en la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y Física de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la Universidad de Cuenca-Ecuador, durante los cuatrimestres marzo-agosto 2019 y marzo-agosto 2021. Estas prácticas de laboratorio sirven como medio de formación para los futuros docentes de Física de bachillerato. Las mismas que están fundamentadas en la teoría constructivista del aprendizaje significativo, donde se considera al estudiante el responsable de construir su propio conocimiento. El método que se siguió durante la investigación es el de investigación-acción (IA), se optó por esta metodología debido a que se requirió la participación real y continua de la población involucrada, es decir, docentes y estudiantes. Se pretendió conocer su contexto para generar conocimiento colectivo y crítico, a más de evaluar constantemente el proceso de transición de las nuevas guías de prácticas de laboratorio, para finalmente explicar lo que ocurrió durante la aplicación de estas nuevas prácticas, es una metodología orientada al cambio educativo.

Como instrumentos para la recolección de la información se utilizó test de conocimientos, informes de prácticas de laboratorio, entrevistas a grupos focales y diarios de campo. Se concluyó que el estudiante es capaz de construir profundamente el fundamento teórico mediante la experimentación, conocer los materiales con los que se realiza las prácticas, familiarizarse con ellos de modo que podría replicarlos en su futuro ejercicio profesional, ya sea en los laboratorios existentes en las instituciones educativas y/o en la fabricación propia de material experimental como su recurso de enseñanza, este nuevo enfoque de prácticas de laboratorio genera una participación activa del estudiante, motivando a ser responsable de la construcción de su propio conocimiento.

Desarrollo de la situación problémica y teórica

Durante el transcurso del tiempo la enseñanza de la Física en las instituciones educativas ha estado ligada con la experimentación, con la intención de demostrar las leyes naturales que rigen el universo, esto conlleva a que sea necesario que las instituciones educativas cuenten con un laboratorio de Física y/o materiales que permitan realizar prácticas de laboratorio. Sin embargo, en la mayoría de los casos las prácticas de laboratorio están centradas únicamente en demostraciones y/o comprobaciones, sin la intención de que el estudiante alcance las destrezas necesarias para investigar y redescubrir por su cuenta, es decir, no existe la reflexión ni el análisis crítico de los contenidos que se abordan en dichas prácticas.

La Física se encarga del estudio de los fenómenos de la naturaleza en todas sus formas de movimiento; por la complejidad de estos, la enseñanza y comprensión de esta ciencia se torna complejo para los estudiantes en todos los niveles de enseñanza (Rodríguez y Llovera, 2014). Es por ello, que muchas veces la experimentación en el laboratorio se convierte en una actividad que permite al estudiante intensificar el aprendizaje, sirviendo de un complemento a las clases teóricas, de manera que despierte su motivación e interés por aprender. Los laboratorios no deberían basarse en

simples demostraciones o verificaciones de información conocida, sino que deberían centrarse en la resolución de problemas, en el desarrollo de destrezas procedimentales necesarias para investigar y brindar a los estudiantes la oportunidad de descubrir por si mismos (Siso et al., 2009)

Las prácticas de laboratorio de Física ayudan al futuro docente a desarrollar destrezas básicas en la utilización de material experimental dentro del aula de clases, para ello los estudiantes deben estar en contacto directo y manipular los diferentes materiales que forman parte de cada práctica que deben realizar como complemento de las clases teóricas.

El libro describe el proceso que se siguió en la revisión, construcción e implementación de prácticas de laboratorio de Física mediante la V de Gowin en la asignatura de Estática y Cinemática, que se imparte en la “Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y Física” de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la Universidad de Cuenca-Ecuador, durante dos cuatrimestres consecutivos, con dos grupos experimentales diferentes. Estas prácticas de laboratorio sirven como medio de formación para los futuros docentes de Física que laborarán en las instituciones educativas de nivel medio de la ciudad, región y del país. Las prácticas están fundamentadas en el enfoque epistemológico, de modo que el estudiante conozca cómo se

produce el conocimiento. El método que se siguió durante la investigación es el de investigación-acción (IA), se optó por esta metodología debido a que se quiere la participación real y continua de la población involucrada, es decir, docentes y estudiantes. Se requiere conocer su contexto para generar conocimiento colectivo y crítico, a más de evaluar constantemente el proceso de transición de las nuevas guías de prácticas de laboratorio, para finalmente intentar explicar lo que ocurre durante la aplicación de estas nuevas guías. Goyette y Lessard-Herbert (1988) afirman que este tipo de investigación favorece paralelamente el desarrollo de destrezas, la expansión de la teoría y la resolución de problemas, una metodología orientada al cambio educativo.

La asignatura que se ha escogido para este libro es una que corresponde a la formación básica en Física de los estudiantes de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Cuenca, con el fin de que el estudiante esté familiarizado con el material experimental y con el nuevo enfoque de prácticas de laboratorio desde el inicio de su estudio universitario. Se pretende que el estudiante conozca profundamente el fundamento teórico y cómo se produce el conocimiento mediante la experimentación, distinga también los materiales, se familiarice con ellos y pueda replicar la experimentación en su futuro ejercicio profesional, ya sea en

los laboratorios existentes en las instituciones educativas y/o en la fabricación propia de material experimental como su recurso de enseñanza, puesto que este enfoque permite que el estudiante sean quién diseñe, y elabore las prácticas de laboratorio utilizando no solo material sofisticado sino también material que puede encontrar en su entorno, haciendo de esto un elemento importante puesto que reduce considerablemente los costos cuando no se puede contar con un laboratorio especializado para realizar la experimentación.

Las prácticas que se desarrollaron durante la investigación son las que se están planteadas en el pensum de estudios de la asignatura de Estática y Cinemática.

Asignatura: Estática y Cinemática

Cuatrimestre: Segundo

Grupo 2 (jornada vespertina)

- 1.- Expresión de un vector.
- 2.- Suma-resta de vectores.
- 3.- Ángulo plano.
- 4.- Torque.

- 5.- Centros de masa.
- 6.- Equilibrio de una partícula.
- 7.- Equilibrio de una viga.
- 8.- Masa y peso.
- 9.- Rozamiento seco.
- 10.- Poleas.
- 11.- Movimiento rectilíneo uniforme.
- 12.- Movimiento rectilíneo uniformemente variado.
- 13.- Movimiento de un proyectil.
- 14.- Movimiento circular uniforme.
- 15.- Movimiento circular uniformemente variado.

El desarrollo de las prácticas mencionadas antes de que se realice esta investigación se llevan a cabo con el apoyo de una guía que sigue un modelo conductista (Receta) por lo que se propone una nueva guía con un nuevo enfoque, donde al estudiante no se le diga lo que debe hacer, sino que sea él quien analice lo que debería hacer y seleccione los materiales que debería utilizar para realizar la experimentación.

Las nuevas guías de prácticas de laboratorio fueron desarrolladas utilizando la UVE de Gowin, para lograr un análisis epistemológico de las experiencias del laboratorio y/o experimentación.

Actualmente, la enseñanza de la Física en la mayoría de los casos sigue teniendo un enfoque tradicional, con un modelo de comunicación unidireccional pues es el docente quien planifica y prepara las guías de trabajo, da las explicaciones preliminares para que posteriormente los alumnos se limiten a realizar una serie de pasos, muchas veces mecánicos sin reflexión que conducen en la mayoría de los casos a comprobar las leyes establecidas, generando un desinterés y temor de los estudiantes hacia la asignatura (Gil et al., 1991) y Fernandez (2015). Las prácticas de laboratorio tradicionales que se realizan en las instituciones educativas frecuentemente tienen la siguiente estructura; Número de práctica, título de la práctica, nombre del estudiante, fecha en la que se realiza, objetivos, los materiales que se utilizan, la teoría preliminar que el estudiante debe leer antes de realizar la práctica, proceso de montaje de la práctica, procedimiento para la toma de datos, análisis, conclusiones y finalmente después de realizar este proceso, el estudiante presenta un informe, lo que provoca que los estudiantes no logren relacionar los conocimientos teóricos con la realidad pues todo el tiempo

siguió un proceso que ya estaba previamente establecido sin saber en ocasiones del porqué se lo debe realizar de esa manera, convirtiéndose en estudiantes meramente pasivos con poca o nada participación. La forma en la que están diseñadas las prácticas imposibilitan que el estudiante esté en condiciones de analizar, argumentar y proponer, lo cual se ve reflejado en un bajo rendimiento académico de los estudiantes (Losada et al., 2021), (Arias y Carmona, 2008) y (Castiblanco y Vizcaino, 2008).

Este modelo de práctica es con el que se trabaja actualmente en las prácticas de laboratorio de Física en la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales, las guías ya están establecidas con este modelo pues están estructuradas con indicaciones objetivas y con espacios en blanco para que el estudiante llene con los datos que extrae de la experimentación. Convirtiéndose en una receta mecánica y mal enfocadas, que no permiten al estudiante reflexionar los resultados obtenidos, considerar hipótesis, proponer un nuevo diseño experimental que estén ligados con su vida diaria. Por otro lado, el docente no realiza la retroalimentación para verificar si el conocimiento fue transmitido e interiorizado por los estudiantes (Arrieta, 2000) y (Arias y Carmona, 2008).

En el ámbito universitario, la enseñanza de la Física a los futuros docentes tiene las siguientes características:

- La enseñanza se vuelve tradicional, convirtiendo al estudiante en un ser pasivo, lo que provoca que los futuros docentes de física se acostumbren a recibir información para luego solo transmitirla.
- Los problemas propuestos en clase, provocan que las soluciones sean mecánicas y algorítmicas, siguiendo un proceso, no se produce un análisis o razonamiento en los estudiantes. No se produce un aprendizaje significativo, el estudiante no es capaz de razonar y reflexionar un nuevo problema sino se preocupa únicamente del resultado numérico.
- Los materiales experimentales que se usan en la universidad son complejos y no siempre están disponibles en los colegios, a más de ello, las prácticas siguen una receta en su desarrollo, que no sigue un método científico. (Mcdermott, 1990) y Jara, 2005).

Autores como (Hodson, 1994), (Gil et al., 1991) y (Lopez y Tamayo, 2012) exponen las carencias que tiene este modelo de prácticas de laboratorio tradicionales, en el que se constata que no existe la relación con la metodología científica, se sigue

un proceso mecánico en su desarrollo, provocando que los resultados no sean favorables, que no se cumplan los objetivos de la clase y no se produce un aprendizaje significativo. Todo esto genera que la eficacia de su elaboración dentro del proceso de aprendizaje sea puesta en duda y se reflexione sobre una innovación metodológica y conceptual de la misma.

Cuando los estudiantes realizan las prácticas de laboratorio con este modelo, se convierten en seres pasivos que siguen un proceso como seguir la receta de cocina, donde simplemente siguen paso a paso las instrucciones dadas por la guía, no se produce una reflexión, el trabajo en equipo desaparece, simplemente los estudiantes se convierten en ayudantes del profesor, el que hace el experimento es él y no los estudiantes. El rol del docente durante el desarrollo de la práctica simplemente es el de ordenar el seguimiento de la guía y facilitar los materiales a los estudiantes, no existe una comunicación bidireccional, por lo que no parte de las necesidades del estudiante, ni de sus conocimientos previos.

Es preciso indicar que no se está rechazando el componente experimental dentro de la enseñanza de la Física, sino que se pretende verificar si un nuevo enfoque tiene un mejor impacto de los estudiantes, puesto que se considera que no se debería excluir la experimentación de la enseñanza, pues promueven la investigación y motivación en los estudiantes. Es necesario

que los docentes y estudiantes tengan muy claro que la experimentación es la base del desarrollo tecnológico de la sociedad actual.

Autores como (Donoso et al., 2021), (Losada et al., 2021), (Cruz y Peña, 2013), (Espinosa et al., 2016) y (Sanchez, 2019) conscientes de estos problemas se han planteado e investigado nuevas innovaciones a la forma de realizar prácticas de laboratorio, proponiendo un enfoque constructivista a la hora de realizarlas. Los resultados de estas investigaciones son positivos puesto que el enfoque constructivista permitió el desarrollo de habilidades científicas y un aprendizaje significativo de los conceptos asociados con la temáticas trabajadas.

Finalmente, autores como (Guardian y Ballester, 2011), (Herrera, 2012), (Herrera y Sanchez, 2019), (Caraballo y Andrés, 2014) y (Morantes, Arrieta y Nava, 2013) y (Rojas, Arrieta y Delgado, 2015) utilizaron el enfoque epistemológico mediante la V de Gowin para realizar prácticas de laboratorio de física, cambiando completamente el método tradicional de experimentación, pretenden tener un impacto positivo en el desarrollo de destrezas y conceptos en los estudiantes. Han aplicado en diferentes niveles, en tiempos, lugares y de formas diferentes, sin embargo los resultados son similares en cierto modo, puesto que han tenido resultados favorables durante las

intervenciones, siendo el más relevante el que se produce una construcción de conocimientos por parte de los estudiantes siendo críticos y reflexivos.

En la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales, cada asignatura de la rama de la Física dentro de su carga horaria cuenta con un componente práctico dedicado exclusivamente a la realización de prácticas en el laboratorio que complementa los contenidos teóricos de la asignatura. Cada práctica cuenta con una guía para su desarrollo con el material experimental, sin embargo, en ciertas ocasiones la guía se vuelve conductista por lo que el estudiante realiza únicamente lo que indica la misma, sin existir una reflexión crítica del porqué de los hechos, provocando que no se logre un aprendizaje significativo, sino más bien se convierta en un proceso mecánico. Esto conlleva a que no relacione los contenidos teóricos con la vida real y en su futuro profesional no pueda replicar el experimento dentro de sus clases. Este antecedente ha ocasionado que los laboratorios de las instituciones educativas de la ciudad de Cuenca y de la región queden abandonados o dañados por el mal uso que se les da por parte de los docentes y/o estudiantes, también ocurre que los docentes de Física no utilicen la experimentación dentro de sus clases, centrándose únicamente en la enseñanza

tradicional teórica, utilizando únicamente como recursos la pizarra y marcadores.

Con este antecedente se puede realizar la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo las prácticas de laboratorio con un enfoque epistemológico permitirán alcanzar los resultados de aprendizaje requeridos, las destrezas procedimentales en la experimentación y despertará la motivación en los futuros docentes de física?

Vinculada a esta pregunta principal están ligadas otras preguntas secundarias, a saber:

- *¿De qué manera la implementación de las prácticas de laboratorio con un enfoque epistemológico permitirán alcanzar un aprendizaje significativo en los estudiantes?*
- *¿Cómo los estudiantes relacionarán los contenidos teóricos con la práctica mediante una experimentación con un enfoque epistemológico?*
- *¿Cómo se puede utilizar el enfoque epistemológico en las Prácticas de laboratorio de la asignatura de Estática y Cinemática?*

➤ *¿Cómo los estudiantes diseñan y realizan prácticas de laboratorio de forma autónoma mediante la UVE de Gowin?*

La Física siempre ha sido vista como una asignatura compleja y abstracta, por lo que los estudiantes necesitan relacionar los contenidos con la experimentación con el fin de despertar su motivación y relacionar con las teorías, proporcionando una intensificación del aprendizaje (Scancich et al., 2009). Para ello, los futuros docentes deben tener una amplia formación en Física teórica y experimental de modo que puedan impartir sus clases eficazmente, despertando el interés y la motivación por aprender de sus estudiantes. Realizar un experimento para relacionar la teoría con la realidad resulta indispensable para que los estudiantes observen la utilidad de un tema específico. Un docente necesita conocer los materiales y su funcionalidad para que pueda realizar por si solo una práctica experimental de un tema determinado; sin embargo, no se evidencia esta preparación en los docentes de Física en la actualidad, muchos docentes por múltiples razones no realizan prácticas de laboratorio, provocando que las clases se vuelvan aburridas y no interesantes (Fernández, 2015). La carencia de material es uno de los grandes problemas, puesto que muchos colegios no cuentan con el material de laboratorio, por lo que el docente necesita tener una sólida preparación de manera que pueda ingeniarse con material

propio o de fácil adquisición para realizar las prácticas. Por lo que necesita conocer la funcionalidad de cada elemento que compone una práctica de laboratorio.

Trabajar en el laboratorio debe ser algo motivante que llame la atención de los estudiantes, que fomente su análisis y la comprensión de la naturaleza que los rodea. Cada práctica de laboratorio debe estar guiada a que los estudiantes construyan su conocimiento y se produzca un aprendizaje significativo, a que entiendan del porqué de los fenómenos que ocurren en el mundo, sin embargo, al analizar los resultados de los informes de las prácticas muchas veces se evidencia que no se producen tales aprendizajes, los informes de laboratorio se limitan a seguir procesos, donde ya están planteados los objetivos que se van a alcanzar, la descripción de los materiales utilizados, toma de datos, proceso para armar el montaje de la práctica, gráficas, en el mejor de los casos un pequeño análisis estadístico y conclusiones que muchas veces ya están escritas pues son las que el autor de la guía de práctica espera llegar (Castiblanco y Vizcaíno, 2008). Se podría pensar que con esto se alcanzan los objetivos planteados para la experimentación y se produjo un aprendizaje significativo, pero debe hacerse preguntas como; ¿Cuándo existió un análisis crítico por parte del estudiante? ¿Cuándo relacionó la teoría con la experimentación? ¿Se relacionó el fenómeno a estudiar con los

intereses del estudiante? ¿Se fomentó la creatividad del estudiante? ¿El estudiante podrá construir conocimiento con tales guías? ¿Las prácticas de laboratorio contribuyen en la formación docente del estudiante? Es por ello, que este trabajo busca proponer una nueva alternativa para el desarrollo de las prácticas de laboratorio de Física que permitan alcanzar un sólido aprendizaje tomando como punto de partida las necesidades del estudiante, siendo él el centro del proceso educativo.

El campo de estudio donde se desarrolla el libro será la “Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y Física” de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la Universidad de Cuenca-Ecuador. La misma que oferta dos paralelos o grupos en cada nivel o cuatrimestre. Para completar su formación el estudiante debe aprobar 8 niveles o cuatrimestres. La población de estudio serán todos los estudiantes que cursen la asignatura de Estática y Cinemática durante los cuatrimestres marzo-agosto 2019 y marzo-agosto 2021.

Los docentes de esta asignatura, son profesionales en el ámbito educativo en Matemáticas y Física, pues son egresados de la misma carrera, por lo que están repitiendo la misma metodología de prácticas de laboratorio con la que fueron formados, esto conlleva a que no se tomen en cuenta las

necesidades de los estudiantes y las nuevas exigencias de la sociedad actual. Las mismas guías de hace algunos años vuelven a ser utilizadas, sin que se haya considerado el constante cambio que sufre la educación y las nuevas corrientes pedagógicas. Es por ello, que este trabajo busca proponer un cambio metodológico en la enseñanza de la Física a través de la experimentación.

Cada asignatura de la rama de la física que se imparte en la carrera tiene una carga horaria distribuida en los siguientes componentes de aprendizaje:

4 horas (ACD: Aprendizaje contacto con el docente, donde se realizan las explicaciones directamente con el docente)

3 horas (APE: Aprendizaje práctica experimental, donde se realizan las prácticas de laboratorio mediante ambientes reales o virtuales)

3 horas (AA: Aprendizaje autónomo, donde realizan ejercicios, tareas e investigaciones fuera del aula de clase)

Total: 10 horas.

Finalmente es preciso indicar que en la asignatura de estática y cinemática se aborda las siguientes estrategias de aprendizaje como; clase expositiva, mapas conceptuales,

aprendizaje basado en problemas y proyectos, elaboración de experimentos mediante la V de Gowin, aprendizaje colaborativo, etc.

Esta investigación se enfocó en el primer nivel de la formación en Física de los estudiantes de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y Física, con el fin de establecer unas sólidas bases conceptuales y actitudinales en los estudiantes para que puedan cursar las asignaturas Físicas superiores sin dificultad. Una limitación importante que hay que considerar es la gran cantidad de estudiantes que se tiene en cada nivel de la carrera, lo que dificulta que las clases sean personalizadas constantemente en el laboratorio de Física, puesto que los materiales con los que cuenta la Carrera son limitados y en algunos casos sólo existe un equipo de elementos de trabajo, por lo que no existiría un contacto directo permanente de los estudiantes con el material experimental, se intentó mediante una metodología participativa que todos los estudiantes trabajen activamente en el desarrollo de las prácticas de laboratorio mediante las nuevas guías y con material que puedan acceder fuera del laboratorio.

Se aplicaron las nuevas guías de prácticas de laboratorio a los estudiantes y se analizó continuamente su impacto con el fin de tener un registro de las dificultades encontradas, corregir

errores y mejorar su estructura en futuras aplicaciones, pues se pretende tener establecidos los criterios de factibilidad en la implementación de guías de prácticas de laboratorio con enfoque epistemológico desarrollado mediante una metodología de Investigación-Acción, se evaluó la participación y motivación de los estudiantes conjuntamente con el docente encargado de la asignatura.

Otra limitación que se tuvo es que no se podrán construir las guías de todas las prácticas de laboratorio para todos los temas que corresponden a la asignatura de Estática y Cinemática, debido a la falta de material que existe en el laboratorio de Física de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y Física, por lo que se realizaron únicamente las guías de las prácticas ya indicadas anteriormente que constan en el pensum de estudios.

Finalmente, la limitación más grande que se tuvo debido a la emergencia sanitaria ocasionada por la COVID-19, que vive el país y el mundo las clases presenciales en todo el Ecuador se vieron suspendidas a excepción de las clases prácticas que se debían realizar mediante un plan de contingencia, esto ocasionó que no se tenga un contacto presencial cercano permanente con los estudiantes debido a las medidas de bioseguridad que debían cumplirse. Es preciso indicar que en la segunda intervención planificada en la investigación es la

que tuvo esta limitación, la primera intervención se realizó normalmente como estaba planificada, por lo que este inconveniente pudo afectar los resultados obtenidos en la investigación puesto que los estudiantes no estaban en las mismas condiciones. La segunda intervención inclusive se realizó luego de un año, en el cuatrimestre marzo-agosto 2021, cuando al inicio, en el diseño de la tesis se planificó en el cuatrimestre marzo-agosto 2020.

Teorías del aprendizaje

Los seres humanos constantemente están aprendiendo ya sea de manera consciente o no, de hecho, todos los seres vivos se encuentran en un continuo aprendizaje para sobrevivir a su entorno social y natural. El aprendizaje que adquieren las personas deriva de diversos escenarios diarios que modifican su conducta, habilidades y valores, es así que desde la antigua Grecia los filósofos trataban de comprender acerca de cómo las personas adquieren este conocimiento; y con el pasar de los años surgieron teorías que dentro del ámbito educativo intentan explicar como ocurre este aprendizaje.

La palabra teoría proviene del griego *theoreo* que significa “mirar”, “observar”. Por lo general los embajadores de las ciudades griegas eran denominados “theoros” quienes cumplían el papel de solo ser observadores en los juegos que

en ese entonces se realizaban en las fiestas religiosas (Villaplana, 2013).

De manera general, una teoría es un conjunto de constructos, definiciones y proposiciones que organizados sistemáticamente intentan explicar, describir y comprender alguna clase de fenómeno. En referencia al ámbito educativo, una teoría del aprendizaje se define según Escorza y Aradillas (2020) como un conjunto de constructos que se relacionan entre sí, que describen y explican el fenómeno humano y educativo del aprendizaje, y todo aquello que se considera que está relacionado.

Cada persona aprende de manera distinta y esta misma diversidad la vuelve compleja de comprender debido a que no existe un esquema estandarizado que la describa. Aprender es el cambio de los esquemas mentales que posee el individuo debido a la experiencia, sin embargo, esta es una de las diversas definiciones que se pueden presentar.

Según Guerrero et al. (2009) es necesario que el docente conozca de las teorías de aprendizaje ya que le permitirá comprender por qué algunas de las teorías funcionan en ciertas ocasiones y en otras no, además, para que pueda orientarse y organizar actividades, adicional a eso, si éste desarrolla o elabora algún tipo de material debe contener ya

sea de manera implícita o explícita alguna concepción teórica acerca de cómo se la va a ejecutar dentro del proceso enseñanza-aprendizaje. El aprendizaje no se lo puede analizar como un producto final, sino debe tomárselo como un proceso y las teorías del aprendizaje proporcionan un marco para poder explicar las observaciones que se realizan del medio ambiente, ayudando a relacionar a su vez la educación con la investigación (Gutiérrez, 2012).

No debe negarse la existencia de que dentro de una institución educativa subyace ya una o varias teorías, que están influenciadas ya sea por medio alguna decisión política, a nivel de centro educativo, o a manera personal de cada educador, es decir, estas se encuentran condicionadas dependiendo de las exigencias del contexto social en la que se encuentran sumergidas (Urgilés, 2014). Las teorías del aprendizaje más relevantes son: conductista, cognitivista, constructivista y conectivista.

Teoría conductista

Esta teoría alude que el aprendizaje es una modificación de la conducta la cual responde a eventos observables, esto se logra en base al uso de estímulos y respuestas, es decir, los logros o éxitos que consiga la persona se lo refuerza ya sea positivamente (recompensa, halagos) o negativamente

(castigo). En esta teoría, los factores más importantes que influyen en el aprendizaje son los ambientales y el estudiante (Moreno et al., 2017).

Un ejemplo de conductismo es cuando el docente presenta al educando un cierto número de problemas de Física, pero con la indicación de que los primeros diez estudiantes que lo resuelvan y presenten tendrán puntos adicionales. En este caso el estímulo son los puntos adicionales, y la respuesta sería los problemas resueltos y el interés por parte del estudiante en concentrarse a resolver.

En esta teoría, el papel del estudiante viene a ser el de un sujeto pasivo el cuál recibe estímulos del entorno. Torrenteras (2012) menciona que el sujeto solo sentaría su aprendizaje al realizar ciertas tareas repetitivas que le conducirán hacia un mismo resultado.

En cambio, el docente debe de desarrollar oportunidades para que el educando exprese las respuestas a alcanzar, ya sea mediante refuerzos o castigos, Cabero y Llorente (2015) mencionan que estos aspectos sirven para potenciar determinadas conductas y eliminar otras.

Teoría cognitivista

Como reacción al conductismo, entre los años 50 y 60 nace el cognitivismo el cual considera que el aprendizaje no solo debe basarse en estímulos y respuestas. El sujeto era considerado como un receptor, pero en esta teoría se comienza a darle el protagonismo a la persona, es quien adquiere el conocimiento a través de procesos mentales internos, en pocas palabras, a esta teoría le interesa lo que sabe el sujeto y como obtiene ese conocimiento. La información es un proceso de almacenamiento y adquisición.

Es así que Guerrero et al. (2009) mencionan que la enseñanza en el cognitivismo se da cuando se utilizan métodos educativos que permitan que los estudiantes memoricen los conocimientos, los entiendan y desarrollen sus capacidades intelectuales, para lograr esto, se debe considerar los esquemas existentes que posee la persona, los mismos que servirán para modificar sus estructuras cognitivas. El educador en esta teoría es el responsable de que el estudiante organice y almacene la información a través de situaciones didácticas, las cuales deben permitir que ellos sean capaces de conectar la nueva información con el conocimiento previo que poseen.

Teoría constructivista

En esta teoría consideran que el sujeto no es una hoja en blanco, sino cada persona posee en sus esquemas mentales una información única que la adquirió del mundo. Los constructivistas postulan que lo que conocemos del mundo surge de la interpretación de nuestras propias experiencias (Moreno et al., 2017). El educando viene a ser un elemento activo dentro del proceso del aprendizaje ya que construirá su conocimiento con base en los aprendizajes previos que posee, en base a sus necesidades e intereses.

El aprendizaje se logra cuando el educando logra elaborar e interpretar la información que recibe y elaborar su propio conocimiento. García y Fabila (2011) mencionan algunas de las ideas básicas acerca del aprendizaje en el constructivismo, entre ellas; el punto de partida de todo aprendizaje son los conocimientos previos, es un proceso interno que se basa en las capacidades y el desarrollo cognitivo del estudiante y es una reconstrucción de saberes culturales que son el resultado de la interacción con otras personas.

El docente como el estudiante en este tipo de teoría llevan todo el tiempo una comunicación bidireccional. El educador es un moderador y facilitador que propone actividades que estén relacionadas con las experiencias vividas, en cambio, el

estudiante se hará cargo de su aprendizaje, pero siempre de la mano con su guía.

Teoría conectivista

Denominada también la “teoría de la era digital” propuesta por George Siemens. Es aquella que surge a partir de la globalización y considera que la tecnología conjuntamente con la aparición de la Web 2.0 comienzan a tener un impacto en la educación. Señala que las demás teorías aún no estaban inmersas en el tiempo donde los cambios tecnológicos aún no habían tenido una influencia en el aprendizaje y, por consiguiente, aún no consideraban que el aprendizaje también se lo podía adquirir a través de este medio.

El aprendizaje según esta teoría no solo ocurre en espacios físicos “formales” como el salón de clase, sino que también se lo da en escenarios informales, como los entornos mediados por tecnologías y también de manera colaborativa. El aprendizaje no solo se da entre los seres humanos, también se lo puede encontrar en fuentes tecnológicas, en bibliotecas digitales, bases de datos o cualquier fuente de información que en conjunto se denominan nodos de información especializada (Guerrero et al., 2009).

(Siemens, 2014, como se cito en Moreno et al., 2017) define algunos de los principios del conectivismo:

- El aprendizaje es una conexión de nodos de información.
- El aprendizaje puede estar presente en los dispositivos tecnológicos.
- Es una habilidad básica el poder observar conexiones entre campos, ideas y conceptos.
- El aprendizaje es algo que ocurrirá toda la vida y estará conectado en ciertas ocasiones con la realización de tareas del trabajo.
- El aprendizaje se adquiere a partir de la conexión entre personas mediante de nodos, en los cuales podrán interactuar, discutir, opinar y pensar colaborativamente.
- No se transmiten ni construyen conocimientos, estos se dan de forma natural.
- El docente adquiere el papel de ser quien cree ecologías de aprendizaje.

Las teorías del aprendizaje proporcionan distintas concepciones que tienen diversos autores acerca de cómo se da el aprendizaje en los contextos educativos. Se puede observar cambio en las mismas a través del tiempo en el cual el sujeto pasan de un papel pasivo a uno más activo.

Algunos autores adoptan una posición eclética debido a que consideran que ninguna teoría explica en su totalidad el camino ideal a seguir dentro del aula de clase (Cabero y Llorente, 2015). Al presentarse diversas concepciones los docentes deben conocerlas puesto que aportan ya sea en mayor o menor grado a la educación y, por medio de ellas pueden elaborar y seleccionar herramientas educativas a su conveniencia con el objetivo de tomar las mejores para solventar las necesidades de los estudiantes durante su aprendizaje. Sin embargo, en esta investigación se acogerá la teoría constructivista puesto que es la teoría que más relación tiene con la propuesta de prácticas de laboratorio con enfoque epistemológico constructivista.

Enfoque constructivista

En los años ochenta se comienza a hacer énfasis a que el estudiante debe cumplir un papel más activo dentro del proceso de aprendizaje, es así que se hace un cambio en la interpretación de cómo aprende el sujeto, pasando de un aprendizaje basado en la “adquisición de respuestas” (conductismo) que no permiten conocer verdaderamente lo que ocurre dentro de la mente del ser humano, a un aprendizaje donde el educando participa directamente en la “construcción de significados”.

Los retos que surgen en el siglo XXI ponen en manifiesto una preparación cada vez mayor en las personas en donde las exigencias es el de ser una persona; creativa, crítica, autónoma y reflexiva, capaz de adaptarse al contexto y solucionar problemas. Una de las teorías que permiten alcanzar este perfil de preparación es el constructivismo. Dentro de la educación superior, algunos docentes no siguen esta línea, predominando así en sus aulas de clase el conductismo y el cognitivismo Moreno et al. (2017). En ciertas ocasiones, en este tipo de educación se observa que los estudiantes se dedican a la memorización de contenidos sin ningún tipo de relación, además de que algunos de ellos sólo responden a estímulos como el de conseguir una buena nota para pasar la asignatura, dejando a lado un componente importante, que es la construcción del conocimiento.

Los seres humanos desde la niñez están en contacto con varios fenómenos, los cuales le permiten tener en un principio una percepción de las cosas, con el pasar del tiempo estos comienzan a incorporar ideas cada vez mayores las mismas que se acumulan en su zona de desarrollo próximo, que posteriormente con orientación del docente se organizarán para consolidar un nuevo conocimiento más estructurado.

La perspectiva de este enfoque se centra en el educando, el mismo que se convierte en un ser que toma protagonismo

dentro de su proceso de aprendizaje mediante el uso de sus conocimientos previos. Debido a las experiencias previas que posee, así sea de un solo tema, puede aportar con un sin número de opiniones acerca de ello, Driver (1988) alude que es probable que este pluralismo es el causante de que se pueda desarrollar el aprendizaje y el cambio conceptual. Según Castro et al. (2006) es necesario considerar a los conocimientos cotidianos como un papel crucial dentro en el aprendizaje y no deben ser considerados como un sinónimo de “malos conocimientos”.

El enfoque constructivista se entiende como una teoría que ofrece explicaciones alrededor a la formación del conocimiento, involucrándose en el lugar de las ideas que trazaron el camino de su desarrollo. El conocimiento debe ser un proceso de construcción intrínseca de la persona y no una copia o réplica de lo que existe en el mundo exterior.

El conocimiento es una construcción del ser humano: cada persona percibe la realidad, la organiza y le da sentido en forma de constructos, gracias a la actividad de su sistema nervioso central, lo que contribuye a la edificación de un todo coherente que da sentido y unicidad a la realidad (Ortiz, 2015, p. 96).

El constructivismo tiene a su vez diversos enfoques (constructivismo radical, constructivismo cognitivo, constructivismo de orientación socio-cultural) quienes les dan un carácter eclético debido a diferencias en cuestiones epistemológicas como; la manera en la que construyen el conocimiento, el carácter social o solitario en la construcción, es decir, difieren en qué, cómo y quién construye. Sin embargo, todas ellas convergen en que el sujeto va construyendo su conocimiento en base a las restricciones internas o externas influenciadas ya sea por sus determinantes biológicos o por el medio en el que se desenvuelven.

- Constructivismo radical, cuyo representante principal es Glasersfeld (1995), hace énfasis en lo individual, a la organización interna como primer lugar. Alude que el conocimiento se encuentra en la mente del sujeto, y con ello, no tienen otra alternativa de construir lo que conoce en base a sus experiencias previas.
- Constructivismo cognitivo, cuyo carácter es más psicológico. Está representado por Piaget (1964), menciona que la mente del ser humano pasa por cuatro etapas a lo largo de su vida: Sensorimotora (0 a 2 años), Pre-Operacional (2 a 7 años), Operaciones concretas (7 a 12 años) y la de Operaciones formales (12 años en adelante), todas estas permiten

comprender el desarrollo cognitivo de una persona acorde a su edad y ofrece también una idea al docente acerca de los esquemas mentales que pueden tener conforme a la etapa por la que están atravesando. Para este el conocimiento es construido individualmente por el sujeto, donde se encuentran las representaciones del mundo almacenadas. Indica que los esquemas mentales que posee van tomando forma mediante los procesos de asimilación y adaptación. El aprendizaje puede ser conducido por la interacción con las demás personas al ponerle al sujeto en situaciones de contradicciones que se ve apremiado a superarlas.

- Constructivismo socio cultural, con ideas basadas en Vygotsky (1978) quien considera al aprendizaje como algo socio-cultural. El desarrollo de las personas no se lo puede estimar de una manera individual, sino esta también influenciada por la interacción social. El estudiante construye conocimientos cuando se relaciona con las demás personas al intercambiar experiencias socializadoras, experiencias que las adquiere en base a conceptos, ideas y teorías que tiene el grupo social en el que se desenvuelve.
- Construcción social encabezado por Berger y Luckmann. Para ellos los fenómenos psicológicos no se hayan en el individuo, no pueden explicarlos totalmente, más bien se

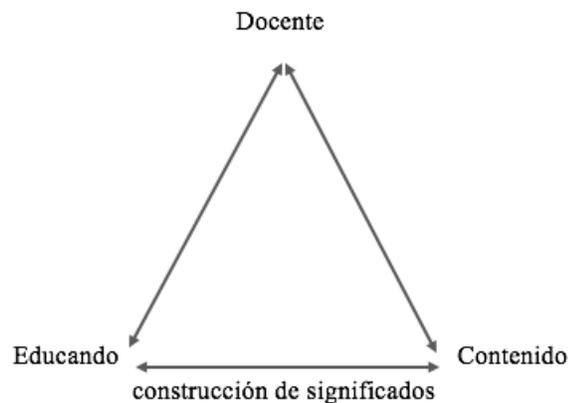
encuentran establecidos de acuerdo a la interacción social, de manera que el conocimiento es un proceso de intercambio social (Serrano y Pons, 2011).

Roles en el constructivismo

La manera en cómo se trabajan los procesos de enseñanza-aprendizaje según el enfoque constructivista abarca un proceso que se desarrolla en torno al estudiante, docente y el contenido. Serrano y Pons (2011) enfatizan que estas relaciones están compuestas por al menos de tres unidades interpretativas representadas mediante un *triángulo interactivo o didáctico*.

Figura 1

El triángulo interactivo o didáctico. Elaboración propia.



No sigue una secuencia lineal en dónde se pone mayor énfasis a cierto elemento, en este triángulo se hace necesario mantener una reciprocidad entre estos tres elementos (profesor- educando- contenido) para que se dé un resultado deseado.

En primer lugar, tenemos al educando como el primer responsable de su aprendizaje cuyo papel es el de “hacer”, en vez de “recibir” conocimiento del docente, este vértice está relacionado con la capacidad que tiene para utilizar la información ya existente en su estructura cognitiva y reorganizarla; no se trata aquí tanto de enfocarse en observar en el estudiante un resultado de aprendizaje, más bien se trata de enfocarse en el proceso de la adquisición del nuevo conocimiento. El resultado de aprendizaje se observa cuándo el estudiante termina dándole un sentido a lo que aprende, el cual se verá reflejado cuando sabe qué, cuándo y cómo aplicar su conocimiento en situaciones diversas e impredecibles. Para evitar la memorización de contenidos se hace necesario que el alumno despliegue una actividad intensa la cual involucre su estructura cognitiva, mientras más rica sea esta, mayor es la posibilidad de construir nuevos significados que le permitirán incluso aprender a aprender (Chadwick, 2001).

En el siguiente vértice del triángulo, encontramos al docente quién mediante una posición didáctica, actúa como mediador

entre el estudiante (actividad mental) y el contenido a conducirlo. Partiendo de esta idea superficial, Chadwick (2001) menciona algunas de las características que deben tener los docentes constructivistas:

- Promueven y aceptan la independencia del estudiante.
- Utilizan las respuestas de brindan los estudiantes para poder orientar el tema a ser aprendido.
- Utilizan varias fuentes para investigar además de utilizar materiales que sean interactivos, manejables y físicos.
- Mediante preguntas, incitan a que los estudiantes tengan esa curiosidad por aprender más.
- Brinda a los estudiantes el tiempo necesario para que puedan construir y discutir el tema a ser aprendido.
- Antes de impartir la clase, se cuestionan sobre la comprensión que pueden tener los educandos acerca de algunos conceptos.

Serrano y Pons (2011) también enfatizan que el docente es quien orienta la estructura cognitiva del estudiante, y a su vez direcciona lo contenidos considerados como saberes socio-culturales que están dotados de significado. A más de ello,

paralelamente debe decidir cuáles serán los pensamientos (conocimientos previos) que podrían tener sus educandos y, debe poseer en su cabeza un dominio conceptual de los conocimientos a enseñar para que pueda proponer actividades que le permitan negociar significados (Driver, 1988).

El planteamiento de actividades que realice el docente debe estar enfocado al proceso de aprendizaje y a lo que se va a estudiar, por lo que debe planificar diversas estrategias de estudio que les brinde a los estudiantes la oportunidad de que seleccionen y apliquen lo que consideran mejor en la elaboración de sus tareas, de manera que se convierta en un sujeto que controla y usa sus operaciones mentales mientras al mismo tiempo aprende.

En el último vértice se encuentran los contenidos mismos que el docente debe presentarlo de manera organizada permitiéndole al estudiante tener una interacción con su entorno.

El enfoque constructivista aporta con ideas para poder comprender el proceso de la construcción del conocimiento. Reitera que no se debe caer en el antagonismo al considerar que “ideas incorrectas” que tiene sujeto deben ser reemplazadas por las verdaderas, más bien, su uso correcto y

organizado conducirán al educando a buscar las respuestas correctas en su aprendizaje.

Según Ramírez (2009) indica que el conocimiento se le caracteriza según el medio en que se le aprehende, el primero es en base a la experiencia el cual se denomina “conocimiento empírico”, y aquel que se basa en la razón se llama “conocimiento racional”, en base a ellos también menciona al:

Conocimiento empírico o conocimiento vulgar: es un conocimiento adquirido por la experiencia. Es un conocimiento que se desarrolla durante los primeros años de vida. Las personas mediante la observación natural y guiados de su curiosidad comienzan a situarse en la realidad.

Conocimiento filosófico: Conforme la persona crece, comienza a cuestionarse lo que aprendió en la etapa del conocimiento empírico. Cuestiona la naturaleza de las cosas, acerca del cómo realmente suceden y trata de comprenderlo de mejor manera. Este tipo de conocimiento a su vez favorece a que surja otro tipo de conocimiento caracterizado por ser:

- Crítico: el sujeto no acepta métodos ni reglas así ya estén preestablecidas, por el contrario, todo lo somete a un análisis.

- Metafísico: “va más allá de lo observable y entendible, al afirmar que el campo científico, físico, es finito y que por tanto donde acaba la ciencia comienza la filosofía, pero no la priva de tener su propia filosofía” (Ramírez, 2009, p. 219).
- Cuestionador: rechaza y se interroga todo lo conocido incluyendo la realidad.
- Incondicionado: tiene una libertad individual para el acto de pensar para conocer.
- Universal: para llegar a una sola verdad, su objetivo principal es el de comprender totalmente el mundo.

Conocimiento científico: El sujeto sigue avanzando, pero esta vez quiere comprender el mundo de una mejor manera, para desarrollarlo utiliza la investigación, y mediante ella llega a determinar las leyes o principios que gobiernan el mundo.

La idea de construcción del conocimiento ha ido cambiando a través del tiempo, lo que en un principio se enfocaba más en el aspecto cognitivo, es decir, en una emisión y recepción de contenidos, ahora parte de la idea base de que nos encontramos en un contexto de una sociedad moderna donde se hace menester que el sujeto sepa dónde, cuándo y cómo usa lo aprendido, es decir, busca conseguir que ese conocimiento adquirido le sirva para aplicarlo a todos los ámbitos en el que

se desenvolverá en la sociedad. Se busca hacer énfasis en dejar de centrarse en lo que el estudiante debe “saber” y más bien en lo que debe “hacer”.

La efectividad de la construcción del conocimiento no solo se centra en los estudiantes, a más de ello, Moreno (2012) considera que también debe estar acompañada con la predisposición de los docentes de promoverlo, así mismo, conjuntamente con la gestión educativa y la institución educativa se busque alcanzar objetivos y metas en base a las nuevas políticas educativas.

Serrano y Pons (2011) mencionan que las actividades de enseñanza se diferencian de otras prácticas educativas debido a que son elaboradas, planificadas y realizadas con una intención concreta. En discrepancia con otras prácticas educativas, la enseñanza separa ciertos saberes de su contexto original y los recrean en un contexto artificial (aula) en forma de contenidos escolares. Los conocimientos hacen que su reconstrucción parta de tres principios esenciales que garanticen el significado:

- 1) La estructura cognitiva y los conocimientos previos permiten que se dé una actividad constructiva en el estudiante.

- 2) La atribución de sentido y la elaboración de significados que realizan los educandos deben ser acordes y compatibles con lo que significan y representan los contenidos como saberes culturales ya elaborados.
- 3) El papel del docente consiste en aseverar el encaje más adecuado entre la capacidad mental constructiva del educando y el significado, sentido social y cultural que reflejan y representan los contenidos escolares.

En la construcción del conocimiento es importante también la creación de varias redes de conexión organizadas que involucren conocimientos, conceptos, leyes, principios y proposiciones para que el estudiante logre interpretar, acomodar, cuestionar, aplicar y construir el conocimiento. Ninguno de los aspectos mencionados anteriormente puede ser trabajados de manera individual, únicamente son comprendidos cuando están relacionados; mientras más densas sean las conexiones, mayor provecho saca el alumno, resulta importante para ello seleccionar las estrategias cognitivas de aprendizaje (Chadwick, 2001).

García (2005) en cambio caracteriza al proceso de construcción de conocimientos como una actividad en la que el contenido y la praxis educativa deben ir de la mano, a más de ello debe existir una construcción autónoma y

relativizadora del conocimiento por parte de los educandos; además señala que la construcción debe basarse en la interacción; y que este debe trabajárselo en base a la investigación de problemas significativos.

Teoría del aprendizaje significativo

La teoría del Aprendizaje Significativo, con base a ideas constructivistas, fue propuesta en la década de los sesenta por David Ausubel, y hasta la actualidad sigue siendo una referencia dentro del proceso educativo pues se caracteriza por proponer como objetivo establecer una estrecha relación entre lo que conoce o sabe el estudiante y los nuevos conocimientos que se quiere que aprenda, de modo que el nuevo conocimiento tenga significado en su realidad.

Esta teoría mezcla principios psicológicos y pedagógicos que permiten sentar las bases para el desarrollo de herramientas metacognitivas que posibilitarán la organización de la estructura cognitiva. El docente, quién conociendo los principios conceptuales de esta teoría, seleccionará las técnicas adecuadas para llevarla a cabo.

Rodríguez (2004) en su texto sobre la teoría del aprendizaje significativo, menciona que es una teoría psicológica del aprendizaje en el aula. Desde el constructivismo, se puede pensar en el aprendizaje como un proceso de interacción

dialéctica entre los conocimientos del docente y los del estudiante, para generar discusión y reflexión, para llevar a una síntesis productiva y significativa que es el aprendizaje. No obstante, hay que recordar que la forma en que se realice el aprendizaje, así de manera constructivista, están determinadas por un contexto específico que incluyen a ambos participantes como sus condiciones biológicas, psicológicas, sociales, económicas, culturales, incluso políticas e históricas.

Conforme los estudiantes crecen, van adquiriendo de a poco conocimiento, conceptos, ideas cada vez más elaboradas que se alojan en su estructura cognitiva; Ausubel los denomina “conocimientos previos” o “subsunores” los cuales son de vital importancia dentro de esta teoría ya que son la base para que el estudiante pueda comprender conocimientos más complejos.

Ausubel, et. al (1983) plantean que el aprendizaje de los estudiantes sucede cuando la nueva información se relaciona de manera sustancial (no al pie de la letra) y no arbitraria con los conocimientos subsunores que posee en su estructura cognitiva. “Por relación sustancial y no arbitraria se debe entender que las ideas se relacionan con algún aspecto existente específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del alumno, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición” (Ausubel et. al,

1983, p.18). Esto quiere decir que, si en el proceso educativo se obvia esta parte, lo único que provocará es que los estudiantes recepten una información literal y arbitraria sin ningún tipo de conexión, conduciendo a que retengan lo aprendido durante un tiempo corto, o en el peor de los casos un olvido total de estos.

Cambio conceptual en el aprendizaje significativo

Desde el punto de vista de Ausubel, et. Al, el cambio conceptual sucede cuando el sujeto relaciona a la par: la nueva información (a) con los conceptos previos (subsunsor) (A), una vez que se fusionan no solo se modifica “a’” sino también se modifica el subsunsor, expresándose así (a’ A’) produciéndose así el aprendizaje significativo. Sin embargo, este tipo de aprendizaje no culmina ahí, la interacción (a’ A’) puede transformarse después de un tiempo a causa del aprendizaje de nuevos conceptos, o si no va perdiendo un poco de fuerza debido a la pérdida de la capacidad de reminiscencia del estudiante. De modo que después de haber ocurrido el aprendizaje significativo (a’ A’), éste entra a una etapa de asimilación natural a la que la denominó “asimilación obliteradora” que se resume en la disociación (a’ + A’) que concluye finalmente con la permanencia de (A’), es decir, el estado final es el subsunsor modificado.

Moreira y Greca (2003) afirman que:

Desde este punto de vista, el cambio conceptual, en el sentido de sustituir significados, no existe. El aprendizaje significativo no es borrrable; significados internalizados significativamente (i.e., incorporados a la estructura cognitiva de modo no-arbitrario y no-literal) quedan para siempre en la estructura cognitiva del aprendiz, como posibles significados de un subsumidor más elaborado, rico, diferenciado. Es como si cada individuo tuviera su historia cognitiva personal y no-borrable (p.306).

Para Ausubel uno de los requisitos más importantes y ajenos a la labor docente, tiene que ver con la predisposición que debe tener el sujeto por aprender, si el objetivo de este es memorizar literal y arbitrariamente, lo único que consumará es un aprendizaje mecánico.

A más de ello, para que se produzca un aprendizaje significativo, necesariamente tiene que existir en conceptos, ideas previas que tienen que estar estables, claras y definidas en la estructura cognitiva del sujeto; en el caso de no existir estos subsunores, según Ausubel et. al (1983), se debe recurrir a los organizadores previos, cuyo papel será de actuar como puentes cognitivos que ayudarán a reactivar esos conocimientos previos que quizá están “dormidos” en la su

estructura cognitiva. Moreira (1997) indica que los organizadores previos ayudan, pero que tampoco no suplen la deficiencia de los subsumidores, para él, los organizadores son materiales introductorios (anclaje provisional) que son presentados antes del material de aprendizaje, cuya función es la de servir como un puente entre lo que el educando conoce y lo que debe conocer, con la finalidad de que pueda aprenderse de manera significativa el nuevo material.

Otro de los requisitos es que el material que se le presente debe estar relacionado de manera no arbitraria y sustancial con los subsunsores. Con respecto a la sustancialidad, refiere que el estudiante sea capaz de elaborar y explicar correctamente sus propios conceptos, ideas o proposiciones sobre un tema, pero con base a sus conocimientos previos, mas no debe de tornarse como una actividad en la que el estudiante memoriza un sin número de conceptos al pie de la letra. El material que se le brindará al educando debe ser potencialmente significativo para ellos, en otras palabras, que les permitan enlazar sus estructuras particulares de conocimiento de una manera no arbitraria y no literal (Cobo, 2008).

Cabe destacar que los requisitos mencionados hasta ahora no pueden subsistir por separado, pues en vano resultará cualquier esfuerzo del docente por optar por este tipo de

aprendizaje si el estudiante no quiere conectarse con la experiencia educativa y viceversa.

Bajo la perspectiva de Ausubel para facilitar el aprendizaje significativo, se debe manejar a la par los contenidos y la estructura cognitiva. En algunos libros o materiales educativos el orden de los temas a estudiar no presenta un carácter facilitador de los conocimientos previos que tiene el estudiante, dificultando así su organización cognitiva. Es imprescindible que, llevada de la experiencia docente, este organice los contenidos de tal modo que no sobrecargue al estudiante de información innecesaria; es menester indicar también que, al contrario, de nada sirve que los contenidos presentados tengan un buen “orden” lógico, cronológico o epistemológico, si no es psicológicamente posible su aprendizaje (Moreira, 1997).

La teoría propuesta por David Ausubel ofrece orientaciones que servirán de base para facilitar el aprendizaje significativo dentro del aula. Moreira (1997) menciona que una de las herramientas alternativas para facilitar este aprendizaje podría ser el utilizar las ideas de los mapas conceptuales desarrollado por Novak y Gowin y también podría con otra herramienta propuesta por Gowin llamada la UVE de Gowin.

Ventajas del aprendizaje significativo

Actualmente, el enfoque constructivista y la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel tienen un gran impacto en la enseñanza de las ciencias exactas entre ellas la física, por lo que los docentes buscan estrategias metodológicas que permitan alcanzar el aprendizaje significativo. En el ámbito del laboratorio de física debe ayudar a los estudiantes a desarrollar sus conocimientos y capacidades con los materiales y la Física experimental. Las prácticas de laboratorio, así sean sencillas deben permitir a los estudiantes construir el conocimiento del fenómeno estudiado relacionándolo con los conocimientos previos que ya poseen, de manera que se establezca el puente cognitivo deseado.

El aprendizaje significativo tiene varias ventajas dentro del proceso educativo (Dávila, 2000).

- Los nuevos conocimientos son asimilados con facilidad debido a que el estudiante posee una estructura cognitiva sustancial con sus conocimientos previos.
- El estudiante guarda en su memoria de largo plazo la nueva información que se relaciona con su información previa.
- El estudiante se convierte en un ser activo ya que de ello depende la asimilación y construcción del conocimiento.

- El aprendizaje se produce de forma personal, para que sean significativos dependen de los recursos cognitivos sustanciales del estudiante y la forma como éstos se interiorizan en la estructura cognitiva.
- El educando con la orientación del docente puede llegar a controlar el ritmo, secuencia, profundidad de sus conductas y sus procesos de estudio.

Uno de los problemas típicos dentro del aprendizaje es el de olvidar lo aprendido en un periodo corto de tiempo o también la memorización y reproducción de los conocimientos en una prueba. Aprender de manera significativa ayuda a que la información que ha aprendido el educando se mantenga por más tiempo, además permite que los subsumidores sirvan también a futuro como un puente cognitivo para aprender nueva información.

En cambio, Palmero (2011) en su texto *“La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual”* recalca que aprendizaje significativo a más de estimular el crecimiento cognitivo también supone que está acompañado del crecimiento afectivo, interés y mejora de la autoestima en los estudiantes debido al agrado que sienten ellos al construir y lograr los aprendizajes, ya sea de manera individual o colectiva. Adicional a eso, desde el ámbito docente, el papel de “mediador” está acompañado

conjuntamente con la satisfacción que le causa al ver que sus estudiantes centran su atención en el trabajo y en lo que están aprendiendo; por otra parte, le brinda la posibilidad de atender la diversidad de intereses y orígenes.

Modelo Crítico: Frecuentemente, la preparación de los futuros docentes está centrada en una formación tecnicista, es decir, el futuro docente se transforma en un aplicador de los contenidos y estrategias curriculares diseñadas por otras personas. Un pequeño grupo de expertos diseñaron soluciones educativas que se consideraron como válidas para toda realidad educativa. En cambio, una formación desde el enfoque crítico reflexivo considera que el conocimiento no se transmite, sino que se va construyendo conjuntamente entre docentes y estudiantes, los mismos que deben ser seres activos del proceso educativo. Una reflexión crítica no es simplemente evaluar las estrategias, metodologías o los recursos, sino más bien supone un análisis profundo de la pertinencia de la propia práctica en un contexto particular.

La práctica educativa por sí sola no es formadora, no basta con observarla y hacer una simple reflexión sobre ella. El docente requiere manejar estrategias concretas de análisis y reflexión crítica sobre la práctica, para aprender a sistematizarla y sacar lo mejor de ella (Ministerio de Educación, 2017). Esta visión de la educación implica un cambio en el concepto de

aprendizaje, el cual al mismo tiempo determina cambios en los criterios por los cuales es evaluado. El aprendizaje es visualizado como una producción activa (García, 2016).

De acuerdo con este modelo se pueden diseñar guías de prácticas de laboratorio con un enfoque crítico que permitan al estudiante despertar su reflexión y análisis sobre el aprendizaje partiendo de sus intereses y conocimientos previos. De modo que la experimentación esté ligada con el conocimiento que tienen los estudiantes, para que participen en el diseño y en la planificación de la práctica experimental. Esto ayudará a que los estudiantes participen y el trabajo en el laboratorio de convierta en algo significativo y motivador desde el punto de vista pedagógico.

De acuerdo con Hodson (1994) este enfoque puede constar de cuatro pasos principales:

- Identificar el conocimiento previo de los estudiantes.
- Diseñar actividades para explorar el conocimiento del estudiante.
- Diseñar actividades para que los estudiantes desarrollen su nuevo conocimiento
- Diseñar actividades con el fin de que el estudiante piense y reestructure su conocimiento.

Metacognición

Las exigencias actuales de la sociedad obligan al ser humano a capacitarse ya sea en algunos casos con la ayuda de especialistas en el tema, o en otras situaciones de manera autónoma. El aprendizaje formal no solo es considerado a efectuarse en un espacio físico, el aprendizaje es un proceso que dura toda una vida. Tanto niños como jóvenes pasan por el proceso formal de aprender en las instituciones educativas, pero los mismos en algún momento la concluirán, entrando así a la etapa adulta, la misma que estará compuesta de situaciones imprevistas que deberán resolver. El sujeto ya no contará con quien le brinde las indicaciones sobre cómo realizar determinada tarea, el solo tendrá que proponer o buscar las opciones para ejecutarlo.

Las teorías de aprendizaje que han surgido con el tiempo, nos permiten observar el cambio de concepción que tenían acerca de cómo aprenden las personas. Las ideas constructivistas que poco a poco han ido surgiendo, señalan la importancia de que el sujeto sea el principal actor de su proceso de aprendizaje, esto a su vez implica que debe existir una consciencia y control del mismo, partiendo de ello, surge la necesidad de fomentar el “aprender a aprender”. Novak (1991) en su texto *“Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender. La opinión de un profesor-investigador”* menciona que se debe ayudar a los

estudiantes a entender que el aprendizaje no es una actividad que debe de compartirse, más bien es una responsabilidad individual de cada sujeto. Una de las maneras de llevar a cabo esto es a través de la metacognición.

Descomponiendo etimológicamente la palabra metacognición, resulta que *meta* es un prefijo griego cuyo significado es “posterior” “más allá” “que acompaña” y *cognición* del latín *cognoscere* que quiere decir “conocer”; es un vocablo que significa “después de o, que acompaña a la cognición”, algunos autores mencionan que es “la cognición acerca de la cognición” (González, 1996; Jaramillo y Simbaña, 2014; Klimenko y Alvares, 2009).

Por su parte Jaramillo y Simbaña (2014) mencionan que es necesario comprender la diferencia entre los términos cognición y metacognición. La cognición son los elementos que se emplean en la actividad cognoscitiva para cumplir una tarea o trabajo (una de las destrezas de aprendizaje más importantes es cuando el estudiante intenta relacionar sus conocimientos previos con los conocimientos que está aprendiendo). En cambio, la metacognición es la regulación y el control de estos elementos, es decir, controlar la actividad cognoscitiva. Los dos términos en cierto punto se complementan, siendo la metacognición la actividad “ideal” que se quiere lograr en los estudiantes, ya que se espera que ellos conscientemente sepan analizar si aprenden de mejor de

tal manera, o de otra. La metacognición necesariamente requiere que el estudiante sea crítico de sí mismo, que conozca las capacidades cognitivas y la regulación de las mismas.

El término fue acuñado por el psicólogo John Flavell en la década de los setenta. La metacognición es la capacidad que tienen los estudiantes el controlar y autodirigir su aprendizaje, de tal manera que esta acción le conducirá hacia a un “aprender a aprender” que lo aplicará ya en su educación formal o en algún aspecto el resto de su vida.

Metacognición tiene que ver con: el conocimiento que tienen los educandos acerca de las dificultades o problemas para aprender algún tema, conocimiento sobre procedimientos adecuados para ejecutar una tarea, estrategias de procesamiento, aplicación de recursos de comprensión (Campanario y Otero, 2000).

Uno de los objetivos de la enseñanza es lograr aprendizajes significativos en los educandos. Durante este proceso, el sujeto controla su estructura cognitiva, es por ello que Álvarez (2018) recalca el impacto positivo de los procesos metacognitivos ya que ayudan a la creación de aprendizajes significativos puesto que guían hacia una conciencia del control de las acciones cognitivas en la realización de una determinada tarea.

Según González (1996) la metacognición “es un término que se usa para designar a una serie de operaciones, actividades y

funciones cognoscitivas llevadas a cabo por un sujeto, que a través de un conjunto interiorizado de mecanismos intelectuales le permiten recabar, producir y evaluar información, a la vez que hacen posible que dicha persona pueda conocer, controlar y autorregular su propio funcionamiento intelectual” (p. 1). Es un constructo tridimensional que considera: conciencia, monitoreo y evaluación de los procesos cognitivos propios.

Existe una metacognición cuando los seres humanos adoptan una conciencia durante todo el proceso de aprendizaje. Por ejemplo, al aprender un tema, este selecciona las estrategias más adecuadas para entenderlo, no se conforma con el primer hallazgo de información que tenga, sino que busca otras opciones; usa varias técnicas para organizar su información, distingue críticamente cual le ayudará a aprender mejor y cual no, es decir, evalúa el resultado obtenido.

(Flavell, 1996, como se citó en Lacon y Ortega, 2008) propone dos modelos metacognitivos importantes para el aprendizaje al cual los denominó *conocimiento metacognitivo* relacionado con el “saber qué” y *control metacognitivo o aprendizaje autorregulado* relacionado con el “saber cómo”.

El *conocimiento metacognitivo* hace referencia al conocimiento que tiene el sujeto acerca de sus capacidades y dificultades que pueden intervenir en su proceso de

aprendizaje. También se refiere a que debe tener conocimiento de la tarea que va a realizar, es decir, en tener claro los objetivos, las exigencias que conlleva, para así seleccionar la/s estrategias adecuadas. A más de ello debe poseer conocimiento de estrategias que le permitirán llevar a cabo una tarea.

En cambio, el *control metacognitivo o aprendizaje autorregulado* tiene que ver con la capacidad individual de controlar su aprendizaje con el objetivo de alcanzar alguna meta. Lacon y Ortega (2008) las denominan “sensaciones” por las que pasa estudiante mientras realiza un proceso cognitivo, entre ellas puede ser el darse cuenta que la estrategia que selecciono fue la adecuada o inadecuada para cumplir el objetivo, el fijarse si la actividad que está realizando esta fácil o difícil, o la sensación de saber que está próximo a alcanzar la meta.

Estrategias cognitivas y metacognitivas

Para fomentar en los estudiantes la autorregulación de su aprendizaje se hace necesario utilizar estrategias. La metacognición posee una relación con las estrategias de aprendizaje.

Osses y Jaramillo (2008) mencionan que las estrategias cognitivas de aprendizaje son “como procedimientos o secuencias integradas de acción que constituyen planes de acción que el sujeto selecciona entre diversas alternativas con el fin de conseguir una meta fijada de aprendizaje” (p.193).

En cambio, las estrategias metacognitivas se utilizan para supervisar las estrategias cognitivas. Son meditaciones del proceso cognitivo, en donde la consciencia y la autorregulación permitirán ejecutar decisiones más efectivas y logrando un aprendizaje en profundidad (Correa et al., 2004). Campanario y Otero (2000) mencionan algunos ejemplos de estrategias metacognitivas entre las cuales pueden ser: el reconocimiento de dificultades en el aprendizaje y su formulación como un problema, autoevaluarse cuando comprende un texto, auto cuestionarse para ver si domina el tema que está aprendiendo, la evaluación de las posibles dificultades al responder las preguntas de una prueba o examen, entre otras.

Osses y Jaramillo (2008) refieren a cómo se puede insertar la dimensión metacognitiva en el proceso educativo. El primero tiene que ver *según el grado consciencia sobre las estrategias*, señalan que se debe enseñar al educando a supervisar, planificar y evaluar su ejecución, esto le permitirá que use espontánea y autónomamente las estrategias. El segundo, es

según el nivel de ayuda que ofrece el docente o el grado de autonomía que otorga al estudiante, esta idea se basa en el docente adquiere el papel de modelo y guía de la actividad cognitiva y metacognitiva del estudiante y le va transfiriendo gradualmente al estudiante el control de su aprendizaje hasta el punto de dejar ese proceso en manos el sujeto.

En cambio, Monereo (1995) menciona tres principios generales para poder presidir una didáctica de inspiración metacognitiva:

a) Enseñar a los educandos a conocerse mejor como “aprendices”, esto involucra que identifiques sus dificultades, habilidades y preferencias al momento de aprender, con esto se quiere conseguir un mejor ajuste entre sus expectativas de éxito y los resultados obtenidos; asimismo, para facilitar la posibilidad de que adecuen sus tareas escolares acorde a sus propias características. En resumen, apoyarles en la construcción de su propia identidad o autoimagen cognitiva.

b) Enseñar a los educandos a reflexionar sobre su propia manera de aprender. Cuando ellos realizan una tarea, se les debe ayudar a analizar las decisiones regulativas que toman durante la planificación, la monitorización y la valoración de sus actuaciones. En resumen, deben mejorar regulación de los procesos cognitivos implicados.

c) Enseñar a establecer con ellos mismos un diálogo consciente cuando aprender, es decir, ayudarles a: que reconozcan la intención del aprendizaje, examinar las intenciones de los demás para acomodarse mejor a sus expectativas y demandas; y finalmente, ayudarles a activar sus conocimientos previos del tema que está aprendiendo, de manera que consigan elaborar relaciones sustanciales con la nueva información, permitiendo así un aprendizaje significativo.

En el ámbito del aprendizaje de las ciencias, se hace necesario que los estudiantes conciban a la disciplina científica como un todo, es decir, que debe disponer de conocimientos de los objetivos científicos, conocimientos procedimentales, teóricos y las formas de pensamiento y explicación aceptables en este dominio. La metacognición puede ayudar a los problemas de aprendizaje de las ciencias, esta idea es apoyada por Campanario y Otero (2000), los estudiantes están aplicando estrategias científicas cuando aplican las capacidades de comparar, de organizar racionalmente la información, de predecir o formular hipótesis e inferencias y obtener conclusiones, lo mencionado también implica que están aplicando estrategias cognitivas y metacognitivas consideradas útiles cuando se procesa la información.

Existen algunas herramientas que se pueden utilizar para desarrollar la metacognición y el aprendizaje significativo al mismo tiempo, entre ellas están: los mapas semánticos, mapas mentales, cuadros sinópticos, portafolios virtuales y el diagrama en V. En referencia al último, a breves rasgos, el diagrama en V, según (Chrobak, 2010, como se citó en Álvarez, 2018) ayuda a la metacognición debido a que permite el análisis de cada uno de los elementos epistemológicos que ocupan espacio de la estructura cognitiva, permitiendo observar las relaciones correctas o incorrectas que haga el estudiante, en el caso de estar incorrectas estas podrán reestructurarse.

Estrategias de aprendizaje en la Física o ciencias

Si consideramos, en términos muy generales, la complejidad del aprendizaje de la Física y otras ciencias nos encontraremos con una realidad que está en continuo cambio debido a las actualizaciones del proceso educativo y los nuevos paradigmas que se forjan en los estudiantes y los docentes, sobre todo, contemplando la aparición de las nuevas propuestas teóricas del aprendizaje en el que, en la actualidad, es el estudiante quien está tomando mayor protagonismo, gracias a las teorías constructivistas; además de la inserción de metodologías, procedimientos, técnicas, estrategias, etc. que permiten una profundización más detallada en los contenidos,

especialmente, cuando nos enfocamos en materias investigativas o científicas, dentro de los laboratorios.

Es bajo este fundamento que se recurre a las estrategias de aprendizaje como una forma para enriquecer las prácticas pedagógicas, de manera que se pueda instaurar un aprendizaje significativo en el estudiante, yendo más allá de la memorización y del aprendizaje mecánico. Como señala Beltrán (2003):

Las estrategias son algo así como las grandes herramientas del pensamiento, que sirven para potenciar y extender su acción allá donde se emplea. De la misma manera que las herramientas físicas potencian de forma incalculable la acción física del ser humano, las herramientas mentales potencian la acción del pensamiento hasta límites increíbles, de ahí que algunos especialistas hayan llamado a las estrategias «inteligencia ampliada».

Tratándose de un enfoque constructivista el que se está poniendo en práctica, es importante señalar que los estudiantes serán los participantes activos en este proceso. Ante esto, el único aprendizaje al que se le considerará verdadero es aquel que verifique que los alumnos podrán “aprender ciencia” y “aprender a hacer ciencia”; esto se observa en los contenidos procedimentales en el que se halla

una relación entre los contenidos cognitivos (que son los que tienen que ver con la teoría y explicaciones) y los metacognitivos (que tienen que ver con métodos y destrezas, los cuales deben complementarse con los cognitivos). (Insausti y Merino, 2016).

Cuando el estudiante sepa conectar correctamente estos conocimientos y aplicarlos a su práctica educativa, podrá empezar a hacer ciencia, a través de varias actividades como el planteamiento y la resolución de problemas que le darán sentido y significado a su trabajo autónomo, pues estarán encaminados a desarrollar sus habilidades, se apropie de los conocimientos previos para luego encadenarlos con los que siga adquiriendo y, luego, llevarlos a la práctica dentro del laboratorio. Es por eso que Insausti y Merino (2016) afirman que “en el caso de las ciencias experimentales parece razonable que el ámbito donde deben aprenderse los procedimientos sea el mismo ámbito en que esa ciencia ha sido construida, es decir, el laboratorio” (p.94).

La investigación de Rodríguez y Llovera (2014) ha identificado algunas de las acciones que los estudiantes realizan, como parte de las estrategias de aprendizaje procedimentales dentro del laboratorio, y son:

- 1) Motivarse por aprender Física.

- 2) Orientarse en cómo proceder para realizar el experimento.
- 3) Utilizar correctamente los instrumentos de medición.
- 4) Identificar las unidades de medición de las magnitudes físicas en los objetos de medición.
- 5) Identificar las fuentes de errores en las mediciones.
- 6) Procesar los datos experimentales.
- 7) Construir e interpretar gráficas en diferente escala.
- 8) Sacar conclusiones sobre el experimento y presentarlas por escrito en un informe.
- 9) Exponer razonadamente a otros el experimento y sus conclusiones (incluyendo al profesor).
- 10) Explicarse a sí mismo los fenómenos físicos estudiados.
- 11) Diseñar experimentos similares por sí mismos.
- 12) Representarse mentalmente los fenómenos físicos estudiados.
- 13) Asimilar los conceptos teóricos asociados al experimento.

Sabiendo, además, que las estrategias promueven un aprendizaje autónomo, independiente, con el que el estudiante ya es lo suficientemente capaz de tomar las riendas de su aprendizaje; puede planificar, regular y evaluar lo que ha canalizado, a través de actividades secuenciadas y organizadas que se sujeten mejor a cada estudiante, con la finalidad de que, ante cada trabajo de laboratorio, ya se sepa por dónde empezar, qué hacer, cómo proceder, etc.

Para lograr que los educandos se desenvuelvan de la mejor manera dentro del laboratorio de física, en cualquiera de las prácticas, Bernaza, Corral, y Douglas (2006) proponen que el estudiante: 1) plantee problemas que pueda explicar en forma sencilla, accesible y atractiva; 2) promuevan un análisis de cada situación planteada, de manera que todas las preguntas con las que cuenten los educandos sean razonadas y contestadas, incluso generando otras percepciones o ideas; 3) contar siempre con los contenidos más significativos sobre un tema a la mano para complementar las indicaciones del docente y continuar ampliando la información y luego, en conjunto, relacionarlo con la práctica; 4) representar el fenómeno observado por medio del lenguaje simbólico de la física para luego poder identificarlo como una representación abstracta de lo que se analizó; 5) en la práctica de laboratorio misma, fomentar la elaboración de informes en la que

constatará la hipótesis, los objetivos, el diseño del experimento, materiales, métodos, entre otros elementos.

Siguiendo esta misma línea, el diseño de los informes será esencial para llevar el esquema de los trabajos experimentales. Bernaza, Corral, y Douglas, (2006) señalan que se puede utilizar un método de investigación científica estructurado, el cual, a manera de ejemplificación, puede contar con las siguientes variables sugeridas por los autores:

- Formular los objetivos
- Establecer hipótesis
- Identificar las variables dependientes, independiente y las constantes
- Conducir (o diseñar) un experimento para verificar la hipótesis.
- Fundamentar el diseño propuesto.
- Listar con detalle los materiales a utilizar.
- Medir cambios en la variable dependiente.
- Analizar los resultados obtenidos en las mediciones y valorar su concordancia con la hipótesis establecida.

- Valorar las habilidades a desarrollar (conducción de un experimento controlado).
- Para finalmente, relacionar conceptos.
- Describir y analizar datos.
- Sacar conclusiones.
- Hacer predicciones.

Todo este detalle que puede ser utilizado como diseño del informe del trabajo de laboratorio, propuesto como estrategia de aprendizaje autónomo debe ser previamente revisado y analizado tanto por el docente, en el caso de que se generen dudas por parte de los estudiantes y necesite aclararlas antes de la práctica, como por los educandos. Con respecto a ellos, primero, deben seguir este proceso para saber qué es lo que tienen que ir descubriendo, cómo funciona, qué van a necesitar, cómo lo van a hacer, entre otras preguntas; así como también, si es que tienen alguna duda que quieran despejar y requieran el apoyo del docente; además, y muy importante, deben saber cómo trabajar con los datos, ya que, al tratarse de una práctica científica, todas las mediciones deben ser objetivas y correctas, para esto tiene que saber que la ciencia puede ser concebida mediante enfoques epistemológicos que

les indicarán cómo actuar ante la obtención de las hipótesis y resultados, como se explicará a continuación.

Enfoque epistemológico dentro del aprendizaje de la Física o ciencias

Las perspectivas educativas que definen los procesos y estrategias de aprendizaje en la Física y en las ciencias registran una correlación entre el trabajo científico efectuado en los laboratorios y las ideas que puedan irse formando en torno al progreso, origen y construcción conjetural de la ciencia, dilucidando los caminos con los que se llegará a una dicotomía entre la práctica y la teoría con la que además el docente llegue a comprender las nociones que, como parte del proceso del trabajo autónomo, se puedan ir formando en las mentes de los estudiantes, de manera que se trabaje sobre estas percepciones, moldeándolas, corrigiéndolas, optimizándolas y generando con ellas un aprendizaje significativo que refleje sus capacidades heurísticas.

Debido a que la Física y las ciencias no están estáticas, es decir, están superpuestos a cambios constantes pues muchos de sus preceptos pueden cambiar tras los años, su indagación hace que los sujetos del proceso educativo se mantengan actualizando sus conocimientos. Es así que el enfoque epistemológico exteriorizado en las ciencias, destaca su

incursión en la búsqueda de la verdad, haciendo alusión al saber o la fuente del saber, el cual se centra en el conocimiento, la razón, el pensar, todo lo relacionado con el desarrollo de la cognición del estudiante, lo que permite que este se enfoque en los aprendizajes teóricos que son parte del proceso científico de la investigación en curso. (De Berríos y Briceño de Gómez, 2009).

En la actividad dentro de los laboratorios de física, tal como lo señala María Andrés (2005) “hay algunos aspectos que necesitan ser precisados, como son los contenidos, las metas de aprendizaje, y, en consecuencia, la estrategia de enseñanza y la evaluación (...) asociados con la concepción de ciencia y de aprendizaje que se tenga” (p. 58). Se considera, entonces, como contenidos a todos los conocimientos teóricos, estructuras conceptuales y modos de producción que se desarrollan en relación al tema y que permiten su conceptualización; en la misma línea, las metas de aprendizaje están asociadas con el quehacer experimental, el cual propone que el estudiante sea capaz de aprender de la ciencia, aprender de la naturaleza de la ciencia y aprender a hacer ciencia, y que deduzcan, así, el significado de su procedimiento investigativo; y, por último, teniendo a la estrategia de enseñanza y evaluación relacionada con las metas de aprendizaje, mediante la cual se orientará la investigación y se

determinarán las condiciones con las que se pondrá en práctica cada meta (Andrés, 2005).

Este proceso con el que deben trabajar los estudiantes se fundamenta en la aplicación de la actividad experimental descrita por dos macrovisiones epistemológicas que buscan una efectiva resolución de problemas desde el propio conocimiento y acción del estudiante, de tal forma que pueda conectar sus conocimientos previos con el aprendizaje que va a adquirir. El análisis de estos dos enfoques epistemológicos, como lo explican Andrés, Pesa y Meneses (2006) se realizan mediante el empirismo-inductivismo, conocida también como concepción estándar, y la nueva filosofía de la ciencia o concepción no estándar; con estos se dará respuesta a las siguientes preguntas con las que se obtendrá una visión más clara de la epistemología:

- ¿Cuál es el estatus de la actividad experimental en la ciencia?
- ¿Con qué finalidad se realizan experimentos en la ciencia?
- ¿Cómo se interpretan los datos experimentales? ¿Cómo se relaciona este proceso con la estructura teórica?
- ¿Cómo se conciben los hechos, datos y evidencias?

- ¿Cómo se efectúa la contrastación empírica?
- ¿Cuál es el rol de la creatividad e imaginación del científico en el trabajo de laboratorio?
- ¿Cómo son valorados los resultados experimentales?

Cada una de estas preguntas irá relacionada con ambas concepciones de la ciencia; una vez se haya explicado cada una. El objetivo de ellas es dictaminar ciertas pautas para que el estudiante pueda encaminar su aprendizaje a la búsqueda de resultados eficaces para su educación, de manera que llegue a construir un conocimiento oportuno, correcto, cualificado, asentado en las competencias que haya ido generando mediante el proceso cognoscitivo y autónomo de su estudio.

Concepción estándar de la ciencia

Las bases epistemológicas de la concepción estándar o heredada de la ciencia se encuentran sustentadas en la verificabilidad de las teorías científicas, es decir, promueven aquellas teorías cuyos procesos se hallen bajo los preceptos lógicos y matemáticos, con criterios de validez enfocados en lo empírico y susceptibles a verificación, pregonando el rechazo de teorías falsas que atentes contra su propio desarrollo como teorías.

Uno de los principales autores que desarrolló el concepto de esta concepción fue Karl R. Popper, un filósofo austriaco quien otorgó nuevas perspectivas ante el empleo de este enfoque pues advirtió que una teoría no únicamente verifica sus resultados, sino también puede ser cuestionada en aquello que no es tan fácilmente explicable y mantener, así, el carácter dinámico del proceso de investigación científica (Bribiesca y Merino, 2008).

Es entonces que, desde esta concepción epistemológica, la contestación a las preguntas demuestra que el trabajo experimental será de la siguiente manera, como lo relata Andrés (2005):

- ¿Cuál es el estatus de la actividad experimental en la ciencia?

El estatus de la actividad experimental será prioritario y definitivo; cada uno de sus preceptos evidenciará un criterio de validez único que desencadenará varias hipótesis y teorías de los conocimientos científicos trabajados.

- ¿Con qué finalidad se realizan experimentos en la ciencia?

La finalidad de los experimentos, desde esta percepción, está encaminada a la búsqueda de la verdad

absoluta y a producir el conocimiento científico apropiado, sin tomar en consideración ninguno de los preceptos que no pueda ser evaluado o verificado (en base a los criterios que se apliquen en este estudio) o, en su defecto, alguno cuya evaluación se considere desfavorable.

- ¿Cómo se interpretan los datos experimentales? ¿Cómo se relaciona este proceso con la estructura teórica?

Cada uno de los datos experimentales, después de haber sido evaluados, serán considerados como parte de la teoría científica siempre y cuando hayan sido estructurados jerárquicamente, siguiendo un proceso, una lógica deductiva, para finalmente, formar un solo conjunto de modelos y enunciados que puedan ser considerados como ciencia. Este proceso, en cuanto a su relación con la estructura teórica, puede ser llevado más allá de la simple investigación pues, a raíz del descubrimiento generado en el estudiante, se estimarán otro tipo de procedimientos, instrumentos y técnicas, los cuales se emplearán como herramientas aptas para la validación mejorada de teorías y modelos, así como también la obtención de datos cada vez más fieles y objetivos dentro de la actividad experimental.

- ¿Cómo se conciben los hechos, datos y evidencias?

Los hechos pueden ser identificados como observaciones de un suceso; luego, estas observaciones serán tomadas como datos los cuales fueron sometidos a medición

para su posterior verificación, por lo cual, todos ellos deberán mostrar una relación conjunta. Los datos que se tomen como referencia deben ser objetivos y estar apartados de influencias sociales o culturales; esto hace que los datos puedan calificarse como empíricos de manera que podrán verificar o rechazar al momento de producir las hipótesis; es por eso que, una buena observación de ellos servirá para producir generalizaciones o modelos fieles de las teorías científicas buscadas.

- ¿Cómo se efectúa la contrastación empírica?

La contrastación empírica se efectúa a través de pasos o reglas establecidas en forma global con los cuales se pueda llegar a obtener resultados fieles a la investigación, esto es, verificados y fiables, proceso al cual comúnmente se le conoce como método científico.

- ¿Cuál es el rol de la creatividad e imaginación del científico en el trabajo de laboratorio?

Debido a que la creatividad y la imaginación son conceptos puramente psicológicos y no están conectados con lo que es científico (sabiendo que debe ser medible y validado) no pueden ser considerados como parte de las teorías científicas que se establecen. Es por esa razón por la que el trabajo de laboratorio se considera una actividad organizada, planificada, bien estructurada y normada. Si se encuentra cualquier actividad de tipo no científico o invenciones en los

datos, perturbarían sobremanera la objetividad de la investigación, por lo que no se lo considera parte del proceso.

- ¿Cómo son valorados los resultados experimentales?

Los resultados experimentales tienen valor por sí mismos pues su valor es correcto y verdadero si han sido intervenidos y validados en todo el proceso mediante el cual han sido obtenidos. Estos resultados no están sujetos a interpretaciones ni sujeciones pues no estaría reflejando la objetividad característica de cada resultado.

Si hacemos una indagación profunda en este tipo de concepción, notaremos que ningún científico sigue esta secuencia en su totalidad, por lo que, a través de los tiempos, el enfoque epistemológico en las ciencias se ha ido sometiendo a ciertos cambios en sus nociones y adaptando a otro tipo de procesos que mantengan los mismos resultados eficaces.

Concepción no estándar de la ciencia

Conocida también como Nueva Filosofía de la ciencia, asentada a partir del siglo XX, es una concepción epistemológica integrada por el matemático de origen húngaro Imre Lakatos; el filósofo y científico austriaco, Paul K. Feyerabend; y del físico, historiador y filósofo de la ciencia norteamericano, Thomas S. Kuhn, quienes revisaron las

teorías de la concepción estándar y vislumbraron posibles mejoras. Como lo indican Bribiesca y Merino (2008), estos pensadores buscaban cambiar el tradicionalismo de la filosofía de las ciencias, y argumentaban que se necesitaban considerar ciertos factores no lógicos y heurísticos dentro de las investigaciones científicas ya que no se consideraba a la ciencia como una simple acumulación lineal y continua de descubrimientos, teorías o inventos.

Más específicamente, según lo menciona Andrés (2005), los aspectos más sobresalientes de la concepción no estándar de la ciencia son:

- Debido a que el conocimiento científico es una construcción social, los epistemólogos no se fijan solamente en la teoría propuesta sino en el proceso por medio del cual esta fue construida y los criterios de validación para los resultados obtenidos.
- El conocimiento es provisional, es decir, puede estar sujeto a cambios debido a que se encuentra adaptándose a la historia y los diferentes contextos.
- No aceptan la existencia de un método único y universal y que, además, sea independiente del cuerpo teórico; bajo este fundamento se explica que el método científico puede estar

formado por paradigmas, tradiciones o programas que aceptan la interrelación y el pluralismo metodológico, en otras palabras, permite plantear diversos problemas, encontrar hipótesis y que, teóricamente, como toda actividad humana, no pretende encontrar la verdad absoluta.

- Las hipótesis planteadas no siempre deben estar basadas en el empirismo, pues la experiencia no es el único criterio válido para aceptarlas o rechazarlas, sino que también pueden considerarse criterios de tipo personal, social o cultural.
- Todos los criterios de orden psicológico o social forman parte del progreso dentro de la comunidad científica y no solo aquellos de orden empírico o teórico. Por esto, las hipótesis deberán tomar en cuenta todos estos factores para tenerlas como parte de la ciencia que se está construyendo, abarcando respuestas más amplias.
- Las observaciones o los datos no tienen que ser necesariamente objetivas ya que las hipótesis no están sustentadas solo en los significados científicos sino también en las fuentes externas que se encuentran en constante cambio, como son: los valores, las creencias, o los preconceptos.

- La ciencia pretende dar explicaciones de los sucesos, permite la resolución de problemas, además de proponer explicaciones o predicciones, así como también ideas predispuestas a contraste.

Ahora bien, tras obtener una pequeña referencia sobre la concepción no estándar de la ciencia, se dará respuesta a las preguntas planteadas con anterioridad; de igual manera, abriendo paso a la reflexión del estudiante en cuanto a este enfoque, para que sea capaz de relacionar el proceso científico dentro del laboratorio de física con los contenidos ya conocidos y con los que generará su aprendizaje significativo. Así, Andrés (2005) expone lo siguiente:

- ¿Cuál es el estatus de la actividad experimental en la ciencia?

La actividad experimental de la ciencia hace una relación entre la adquisición de una experiencia continua y la realización de experimentos, sin establecer jerarquías entre ambas. En este caso, la experiencia no puede actuar por sí sola en la aceptación o rechazo de las hipótesis puesto que, a pesar de que es importante, no está actuando sola; es por ello que se toma en cuenta todo criterio de validación de hipótesis, desde lo teórico hasta lo cultural, pasando por lo personal y social.

- ¿Con qué finalidad se realizan experimentos en la ciencia?

Los experimentos en la ciencia tienen distintas finalidades entre las que destacan: la resolución de problemas, la adquisición de conocimientos para ponerlos a disposición de la realidad humana, la adquisición y corroboración de datos en determinadas investigaciones, la implantación de ideas que permitan generar contraste, la formulación de nuevos paradigmas o modelos, etc.

- ¿Cómo se interpretan los datos experimentales? ¿Cómo se relaciona este proceso con la estructura teórica?

Existe una relación de dependencia recíproca entre la teoría y el experimento. Tanto el dominio teórico como al experimental forman parte de la construcción de la ciencia, sin establecer ningún orden jerárquico, con la misma importancia, ya que la experiencia está basada en las creencias, los pensamientos y significados; y los experimentos consideran relevantes aquellos preceptos que se relacionan con las teorías, es decir, lo que puede estar justificado por la experiencia.

- ¿Cómo se conciben los hechos, datos y evidencias?

Los hechos, datos y evidencias, junto con otros factores como tablas, gráficos, registros, etc., forman parte del trabajo del laboratorio. Desde esta perspectiva, en la observación intervienen: el objeto que se va a observar, el sujeto que

observa, las circunstancias, los métodos de observación y los conocimientos; por lo que los datos que se toman dejan de ser puros o absolutos para ser provisorios, porque están ligados a todos los cambios que los factores mencionados puedan mostrar.

- ¿Cómo se efectúa la contrastación empírica?

En este caso, la contrastación del experimento va a depender del problema y del programa de investigación con el que se vaya a llevar a cabo. En este proceso, se contemplarán los siguientes pasos: la recolección de los datos, su interpretación, los criterios que se tomarán en cuenta para la validación de los resultados, los procedimientos y fines de contrastación, según el programa de investigación que se utilizará.

- ¿Cuál es el rol de la creatividad e imaginación del científico en el trabajo de laboratorio?

Dado que se formulan problemas e hipótesis, el papel de la creatividad y la imaginación es muy importante; sin dejar de lado el orden y la planificación de los trabajos experimentales, ya que todas estas situaciones dependen de la inventiva y de los conocimientos para la realización del trabajo de laboratorio.

- ¿Cómo son valorados los resultados experimentales?

Los resultados experimentales no pueden ser interpretados por sí solos pues no presentan un significado propio; deben estar complementados con los conceptos hasta que sean capaces de ser explicados en su totalidad, esto es, cuando está sujeto a cambios o cuando se encuentra construyendo nuevos modelos teóricos. Además, cabe mencionar que estos resultados puedan ser interpretados de distinta manera, pueden ser rechazados para que tiempo después sean aceptados, puesto que los criterios no siempre están en consenso con las nociones de la comunidad científica.

Considerando el enfoque epistemológico, y desde las dos macrovisiones presentadas, los trabajos de laboratorio constituyen un proceso muy organizado que deja al estudiante incorporarse dentro de una amplia gama de actividades cognitivas que, a pesar de ser complejas, constituyen un fuerte margen de optimización de los conocimientos y procedimientos, los cuales se convertirán en elementos y herramientas fundamentales para producir aprendizajes significativos, para que ellos logren hacer ciencia por sus propios medios y habilidades. Encontrarán este enfoque en consonancia con la asignatura, con lo cual dispondrán de mayor independencia y libertad en el ejercicio de la investigación, sin limitaciones, sino con miras a propiciar un verdadero desarrollo intelectual en el que descubran y pongan

en práctica sus motivaciones, intereses, percepciones y saberes, a partir de su propio esfuerzo.

Bajo este principio, se ha examinado la incorporación de una herramienta epistemológica y práctica, la cual contribuirá positivamente con el aprendizaje de los estudiantes dentro de los laboratorios de física ya que facilitaría los trabajos experimentales. Este elemento se denomina la UVE de Gowin, cuya aplicación se verá influenciada por los conceptos, ideas, teorías, conocimientos, etc. que tenga el propio estudiante, recordando que “el conocimiento no es descubierto, sino construido por las personas o colectivos, en un proceso que puede ser analizado, y en el cual ocurre (...) una interrelación entre los dominios teóricos y metodológicos, cuya comprensión y aprendizaje puede facilitarse en la educación en ciencia con el desarrollo de los trabajos de laboratorio” (Caraballo y Andrés, 2014, p. 42).

La UVE de Gowin

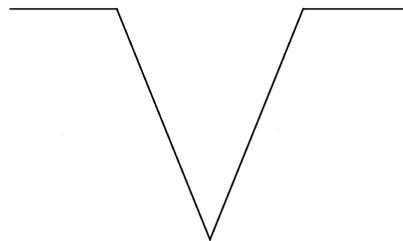
Novak y Gowin en su libro “*Aprendiendo a aprender*” parten de la idea de que la educación debe ayudar a las personas a que aprendan a educarse por sí mismas. A más de ello, consideran la importancia de asumir un proceso simbiótico entre el docente y el estudiante en el quehacer educativo.

Los seres humanos desde pequeños a través de su experiencia diaria comienzan a construir un primer conjunto de conceptos adquiridos por la cultura en la que se encuentran; en lo posterior, estos le sirven de base para comprender situaciones más avanzadas. Es así que Novak y Gowin (1988) aluden que: “La construcción de nuevos conocimientos comienza con la observación de acontecimientos o de objetos a través de los conceptos que ya poseemos” (p. 22).

Bob Gowin en 1977 creó una técnica heurística (ayuda a comprender un procedimiento o resolver algún problema) denominada la UVE de Gowin. Tiene forma de una “V” (Figura 3) y cuyo objetivo es de ayudar a los estudiantes y educadores a comprender la estructura y los procesos de la construcción del conocimiento, es decir, a entender cómo se aprende.

Figura 2.

Forma “V” de la UVE de Gowin. Fuente: elaboración propia.



Fundamentada en el estudio epistemológico de un evento, la UVE constituye un método simple y flexible para ayudar a docentes como educandos a captar la estructura del conocimiento, a más de ello, los autores reconocen el valor y la potencia de la UVE de Gowin cuando se la aplica a materiales con los que se está familiarizado (Novak y Gowin, 1988).

La UVE es el resultado de un trabajo de veinte años. En un principio fue creada para ayudar a los discentes y docentes en laboratorio de ciencias a clarificar la naturaleza y los objetivos de trabajo. Posteriormente en 1977, se presentó esta propuesta a los estudiantes y docentes universitarios. En 1978, con el objetivo de ayudar a “aprender a aprender” se mostró esta técnica a estudiantes de enseñanza secundaria. A partir de

estos sucesos la UVE es considerada como una ayuda en el aprendizaje en distintas áreas, ya sea en el contexto de la enseñanza media o a nivel universitario.

Esta técnica heurística parte del planteamiento de Gowin (1981) de cinco preguntas que permiten comprender como se produce el conocimiento en un área determinada:

1. ¿Cuál es la interrogante determinante?
2. ¿Cuáles son los conceptos clave?
3. ¿Cuáles son las técnicas de investigación que se usan?
4. ¿Cuáles son las principales aseveraciones sobre conocimientos? (conocimiento producido)
5. ¿Cuáles son los juicios de valor?

Guardian y Ballester (2011) mencionan que la UVE estimula el aprendizaje significativo dado que en su estructura contiene elementos que desarrollan en los educandos la curiosidad, la capacidad de relacionar los hechos naturales o artificiales con sus ideas; el desarrollo de habilidades como: la observación, el descubrimiento de problemas, la búsqueda de información, su verificación, la extracción de conclusiones, el comunicar y valorar sus resultados.

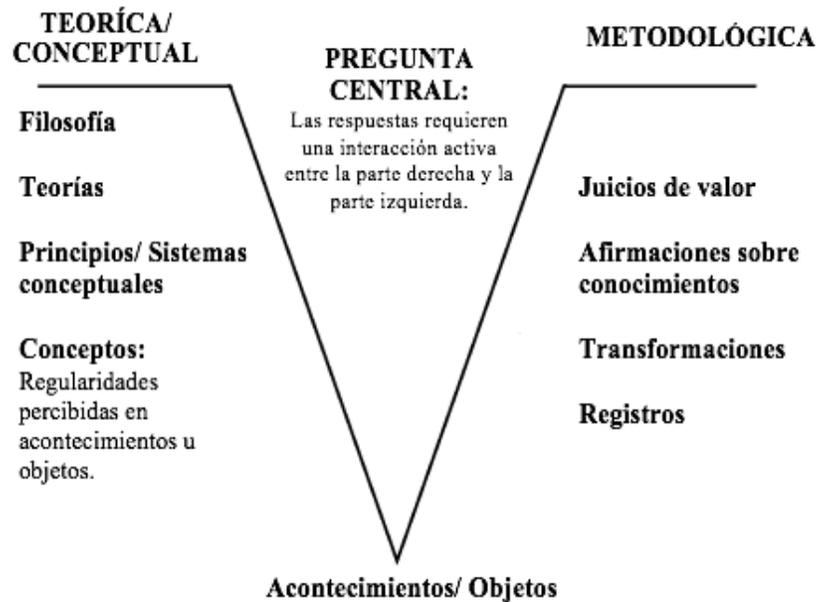
La UVE posee la característica de que en sí no existe una manera “correcta” o “óptima” de llevar a cabo una investigación, más bien depende de la forma en que el estudiante controle y desarrolle cada uno de los elementos que la componen. Cuando los educandos se hacen responsables y toman la parte activa de la investigación, enjuiciando la validez de lo que se asevera, su aprendizaje llega a ser significativo (Novak y Gowin, 1988).

Estructura de la UVE de Gowin

En un principio, la versión más simplificada de la UVE de Gowin se observa en la Figura 4. A breves rasgos, presenta los elementos que intervienen para comprender la naturaleza y producción del conocimiento. En esta técnica los elementos teóricos/conceptuales y metodológicos interactúan conjuntamente en el proceso de la construcción del conocimiento.

Figura 3.

*UVE de Gowin versión simplificada. Fuente:
Adaptado de Novak y Gowin (1988).*



En cambio, en la figura 5, Novak y Gowin (1981) nos presentan la misma UVE, pero de manera detallada, es decir con más elementos.

Básicamente la estructura original de la UVE se encuentra distribuida en tres secciones determinadas: la parte “Teórica-Conceptual”, las “Pregunta/as centrales (abajo)” y

Acontecimientos/Objetos (arriba)” y la “Metodológica”, distribuida de la siguiente manera.

En **el vértice de la UVE** es donde comienza la producción del conocimiento. El iniciar por este vértice, Novak y Gowin (1988) señalan que los educandos encuentran confusos los nuevos conceptos que tratan de aprender justamente aquí, esto se debe a que necesitan de los conceptos que previamente poseen; a su vez, estos son necesarios para que los “conceptos”, “acontecimientos/objetos” y “registros” puedan ser desarrollados, como refieren, los tres están unidos cuando se trata de producir nuevos conocimientos. Es por ello que los autores aluden que se debe ayudar a los estudiantes a reconocer: qué objetos o acontecimientos están observando; que conceptos de los que disponen pueden ayudar a relacionar con estos acontecimientos/objetos y finalmente qué clase de registros valen la pena realizar.

Según Flores (2010) se inicia con una situación en el que intervienen una serie de conceptos y de una pregunta focal que debe dar respuesta a la situación en los aspectos metodológicos y conceptuales de la UVE.

La pregunta o preguntas focales que se escriben **encima del vértice** son interrogantes del estudio, estas no son preguntas al azar, sino deben estar relacionadas con el tema de investigación. Deben ser formuladas con el objetivo de que los educandos construyan la teoría conforme se desarrolla la práctica, empleando un pensamiento inductivo y deductivo (Alvira, 2017).

Los elementos de **la parte izquierda** “conceptos” se encuentran las concepciones que se han venido dando en el paso del tiempo, estas deben estar claras, en el caso de no serlo esto provocará dificultades para llegar a las afirmaciones válidas. Engloban conceptos claves necesarios, leyes o principios involucrados y las teorías generales. Novak y Gowin (1988) mencionan que es necesario que los estudiantes conozcan la diferencia entre principios y teorías ya que existe confusión entre estos términos: “los principios nos dicen *cómo* se presentan o se comportan los acontecimientos y los objetos, mientras que las teorías nos explican *por qué* lo hacen así” (p. 88).

La parte derecha los estudiantes la realizan en base a la investigación que se realiza en ese momento. Si se está utilizando la UVE para el laboratorio de Física, entonces el estudiante en esta parte decidirá: los materiales que necesitará, el cómo recogerá y transformará los datos a un

lenguaje físico, además el estudiante podrá tener la oportunidad de cuestionarse críticamente sobre si lo que aprendió le fue de utilidad o no. Se colocan los registros y transformaciones que el sujeto debe realizar para desarrollar la investigación (tablas, operaciones matemáticas, gráficas), y a partir de ellos plantean aseveraciones de valor y conocimiento (Herrera, 2012).

En la **abertura de la UVE** se encuentra una flecha “” que significa que existe una conexión entre las dos secciones, en donde el estudiante utilizará lo que averiguó o sabe (parte izquierda) y comprobará como toda esta teoría toma forma y sentido en la parte derecha, orientando así a que organice de mejor manera todo el conocimiento que va a aprender. Ayuda los estudiantes a reconocer la relación entre lo ya conocen y los nuevos conocimientos que producen y tratan de comprender.

En las partes de “registro” o “preguntas centrales” se deben utilizar los conceptos que se conocen para observar los acontecimientos y objetos.

Los estudiantes con esta herramienta construyen socialmente su conocimiento. Conforme construyen la UVE los estudiantes se comunican, aportan, hablan entre sí para desarrollar cada área. Sansón, González, Montagutbosque y Navarro (2005).

Durante este proceso el docente solo es un mediador del aprendizaje, en cambio, el estudiante deberá organizarse para alcanzar dicho objetivo. La estructura que esta técnica tiene es de carácter indagatorio, el cual está organizado secuencialmente por preguntas, las cuales estimulan a que se produzca un aprendizaje significativo, esto también según Herrera (2012) ayudará a que los estudiantes alcancen el ciclo de aprendizaje desarrollado en cuatro fases: la focalización, exploración, reflexión y aplicación.

Los estudiantes pueden aprender a elaborar la UVE, siempre y cuando: dispongan de un material didáctico apropiado; se disponga de un tiempo para que los estudiantes puedan ejercitar en esta técnica tomando en consideración de que esto dependerá de características del grupo con el cual se trabaje, o a la asignatura a aplicarse, y por último se les debe constantemente orientar a los estudiantes para que produzcan sus propias respuestas (Hernández, 2002).

Se rescatan algunos de los puntos que consideraron Sanabria, Ramirez y Aspée (2006) antes de aplicar totalmente la UVE:

- El docente debe diseñar objetivos de aprendizaje que deberán alcanzar los estudiantes en cada práctica.
- Se debe brindar a los estudiantes una inducción acerca de cómo utilizar la UVE. Antes de completarla, los autores

recomiendan que se les solicite a los estudiantes narrar una experiencia sobre algún experimento de Física o de la materia que estén trabajando, que describan lo que hacen, cómo lo hacen, y las teorías en las que apoya su trabajo. Con la información que emiten, el docente en la pizarra debe llenar la UVE, en este proceso debe orientar en los elementos que quizá resulten “complicados”. Finalmente se debe discutir conjuntamente el trabajo realizado.

- Después de la inducción, se les debe entregar a los estudiantes la UVE para que la realicen. Los autores aluden que en un comienzo se les presente la pregunta central y los objetos/ fenómenos que se van a utilizar para resolverla.

La UVE de Gowin y sus aplicaciones

Novak y Gowin (1988) indican que la UVE puede ser utilizada en distintas áreas y en distintos niveles de educación. Algunas de las aplicaciones en las que se han utilizado la UVE son: área de Ciencias Naturales, Matemática, Física, Laboratorio de Física, Sociales, para analizar artículos académicos, para analizar tesis de maestría o doctorados, como herramienta motivadora de la creatividad, entre otros. Flores, Caballero y Moreira (2009) recopilaron una lista de su aplicación: Para el análisis epistemológico de 4 enfoques sobre resolución de problemas de Física, como estrategia junto con los mapas conceptuales para favorecer el aprendizaje de la Química,

como estrategia para producir textos, para la evaluación de competencias científicas en Química.

A continuación, se mencionan algunas de investigaciones y los resultados que arrojaron al usar esta herramienta.

La UVE es utilizada dentro de las ingenierías. Guardian y Ballester (2011) realizaron una investigación en la carrera de ingeniería en computación en el Instituto Politécnico Nacional en la cual aplicaron la UVE enfocada específicamente en las asignaturas de Análisis y Diseño de algoritmos, su objetivo fue el de lograr que los estudiantes tengan un aprendizaje significativo y además de ello que mejoren su rendimiento académico. Según los resultados obtenidos en base a una prueba de actitud y opinión de los estudiantes concluyen que: existen evidencias en su investigación de que los sujetos alcanzaron un aprendizaje significativo. Se logró en la UVE de Gowin integrar la teoría y la práctica, esto no solo provocó un enriquecimiento de aspectos metodológicos o teóricos, sino que les permitieron sacar conclusiones de la práctica docente diaria.

Como se había mencionado, en una de las áreas de aplicación es en la Matemática. María, Urbina y Sucre (2011) la utilizaron para que los estudiantes de ingeniería resuelvan problemas matemáticos, al utilizarla, lograron que los discentes:

- Comprendieran los aspectos relevantes de la estructura de un problema.
- Prestaron atención a los pasos realizados para su solución.
- Mencionaron que la UVE de Gowin implicó para ellos una exigencia mayor a la que estaban típicamente acostumbrados, sin embargo, recalcaron que era positiva y necesaria para favorecer sus procesos de comunicación.
- Incidió positivamente en la comprensión, motivación y el comportamiento que tuvieron ante la solución del problema matemático.
- Favoreció a los procesos metacognitivos.

Figura 4

UVE propuesta por María, Urbina y Sucre. Fuente: María, Urbina y Sucre (2011).

¿Cuál será el rectángulo de área máxima?

Conceptos:

- Rectángulo
- Perímetro
- Área
- Sist. De ecuaciones lineales con dos incógnitas.

Relaciones:

- Axiomas de cuerpo
- Reglas de derivación
- Criterio de 1era derivada para extremos relativos

Transformaciones:

- Tenemos nuestro sistema de ecuaciones

$$\begin{cases} 2x+2y=P & \text{(I)} \\ A=x \cdot y & \text{(II)} \end{cases}$$
- Despejando Y de (I) nos queda:

$$y = -x + \frac{P}{2} \text{ (III)}$$
- Sustituyendo (III) en (II) nos queda nuestra ecuación a optimizar

$$A = -x^2 + \frac{P}{2}x \text{ (IV)}$$
- Luego para hallar el área máx. hacemos $A'(x)=0$
- Esto es. $-2x + \frac{P}{2} = 0$
- Despejando a X nos queda $X = (P/4)$ **(V)**
- Posteriormente hallamos nuestra variable faltante sustituyendo (V) en (I), nos queda $Y = (P/4)$
- Por último sustituyendo X e Y en (II) tenemos que. $A = \frac{P^2}{16}$

Respuesta es un cuadrado de lados $x = y = P/4$ y su área es. $A = \frac{P^2}{16}$

Eventos y/o acontecimientos

X e Y son los lados del rectángulo



$2x+2y = P$ (I), siendo P el perímetro

$A = x \cdot y$ (II), siendo A el área del rectángulo

Otra de las aplicaciones que se han podido observar es para impartir cursos, para futuros docentes. La Maestría en Enseñanza de la Física en una universidad ecuatoriana Escuela Superior Politécnica del Litoral, impartió un curso denominado “Métodos de enseñanza de la Física”. Los estudiantes que participaron tenían que utilizar la UVE para analizar el tema de los “conocimientos previos” dentro del

contexto del ABP. Flores (2010) en los resultados de su investigación presenta los comentarios de tres estudiantes acerca del uso de la UVE:

- E1: “Con la UVE de Gowin se logra un alto grado de reflexión y lo que es más importante, fomenta el diálogo”.
- E3: “El ir de arriba a abajo o viceversa y el ir de derecha a izquierda o viceversa permite integrar los datos de una misma moneda, el aprendizaje significativo”.
- E2: “Completando la V de Gowin se aprende el verdadero significado de los conceptos que actúan en el proceso”.

A más de ello este autor indica que los resultados mostraron que los discentes alcanzaron los objetivos de proceso y contenido, a más de ello integraron el contenido de otras áreas de conocimiento.

Gil et al. (2013) en su trabajo *“Propuesta de una herramienta didáctica basada en la V de Gowin para la resolución de problemas de física”* elaboraron una propuesta de enseñanza enfocada a la resolución de problemas en los temas de dinámica, para ello utilizaron el modelo de la UVE de Gowin. Como resultados de su investigación y aplicación pudieron observar que la UVE mejoró la calidad de

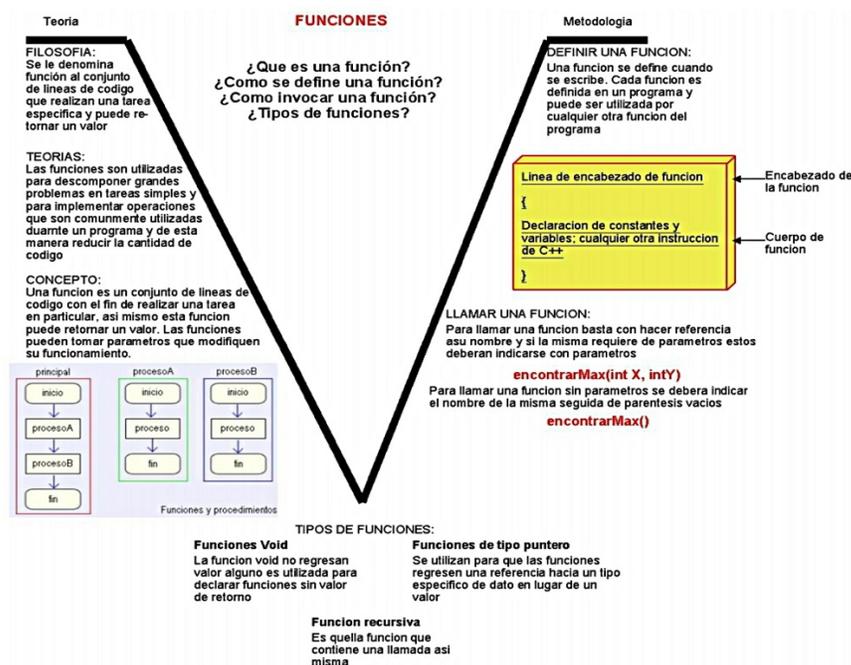
aprendizaje de sus estudiantes, se incrementaron las capacidades para la resolución de problemas, así como la comprensión de los temas de Física. También afirmaron que esta técnica promueve un aprendizaje significativo. A más de ello mencionan que la prueba más sólida del potencial de este método fue cuando los docentes que participaron en esta investigación observaron que existió un cambio de actitud en sus estudiantes, en condiciones plenamente naturales.

Además, podemos mencionar otra investigación interesante, realizada por Mendioroz y Guardian, (2014) denominada “*El empleo de la UVE de Gowin para responder a las necesidades educativas del alumnado con Altas capacidades en Educación Superior, en el Área de Computación*”, en el que concluyen que al aplicar la V de Gowin los estudiantes adquirieron competencias metacognitivas, asimismo, esta herramienta también facilitó la exploración, imaginación, planificación, supervisión del proceso, autoevaluación, arriesgarse intelectualmente, permitió tolerar la ambigüedad y el error. La UVE se adaptó a la forma de aprender del educando. A continuación, los autores nos presentan la UVE llenada por uno de sus estudiantes:

Figura 5

UVE propuesta por Mendioroz Lacambra y Guardian Soto.

Fuente: Mendioroz Lacambra y Guardian Soto (2014).



Importancia de las prácticas de laboratorio en la enseñanza de la física

La enseñanza de la Física permite el que el estudiante comprenda y conozca más a profundidad los fenómenos que suscitan en su diario vivir, a más de eso es importante que el sujeto domine las teorías físicas mediante a través de la experimentación.

Las prácticas de laboratorio por lo general son consideradas en ciertas ocasiones para reforzar aspectos teóricos aprendidos en el aula de clase; sin embargo, su uso va más allá de eso. El laboratorio de Física es vista como una actividad científica que permite al estudiante adquirir o mejorar los conocimientos científicos, a más de ello, su finalidad es la de promover un ambiente científico en donde el educado averigüe, contraste, comprenda, organice, cuestione, conozca a más profundidad los fenómenos de la naturaleza. Su fin es la comprensión y la construcción de conocimientos, como lo haría una comunidad científica.

No se puede afirmar por completo que un estudiante aprendió Física, si la mayor parte de su formación la recibe en forma teórica con el acompañamiento de ejercicios a resolver; esto no garantiza que el estudiante haya adquirido la comprensión total de los fenómenos. Un fenómeno físico no puede ser estudiado, observado y comprendido solamente con estar expresado en una pizarra, al ser realizado de esta manera, se le está quitando a los discentes visión de ciencia; esto solo puede lograrse complementándose con el trabajo en el laboratorio de Física.

Una vez que exista una reflexión pedagógica por parte de los docentes de cambiar esta ideología de considerar al laboratorio solo como un “apoyo a la teoría de Física”, se podrá realizar ciencia en los estudiantes, esto permitirá el alcance los objetivos verdaderos por los cuales fueron creados los laboratorios de Física en las instituciones. El laboratorio es un medio para que el estudiante evolucione los conceptos físicos aprendidos, los cuestione, los investigue y elabore por sí mismo las conclusiones de los fenómenos.

Rua y Alzate (2012) mencionan que, desde el punto de vista del constructivismo, la actividad experimental cumple un papel transcendental en la enseñanza-aprendizaje siempre y cuando este enfocada en que los estudiantes utilicen sus conocimientos previos y que estos evolucionen hacia construcciones más científicas; las prácticas de laboratorio permitirán a los escolares entender cómo trabajan los científicos, cómo llegan a acuerdos, la relación de la ciencia con la sociedad. Su fin es lograr que los alumnos adquieran habilidades científicas al utilizar la Física y el laboratorio de física como un complemento para adquirir conocimientos científicos.

Es menester indicar que, si bien el laboratorio de Física influye para lograr una mayor construcción de los conocimientos físicos, este en algunas ocasiones no puede explicarse por sí solo, necesita apoyarse de los conceptos físicos. En los

contenidos de Física existen leyes que podemos observarlas y corroborarlas en sistemas reales, en cambio, existen leyes que no podemos verificarlas a simple vista porque son ideales; por esa razón es que no se puede tomar solamente a la teoría, o solamente a la práctica como acciones desligadas.

De cualquier manera, el experimento práctico requiere de un cierto ejercicio mental y a su vez un experimento mental requiere de ciertas referencias desde la práctica, formando una llave que no se puede disolver, el experimento mental resulta particularmente útil en el desarrollo de la clase teórica, puesto que obliga a viajar por el pensamiento con imaginación y creatividad (Abril y Arévalo, 2008, p. 71).

Para Sebastiá (1985) los objetivos de los laboratorios de Física son: a) explicar el contenido de las clases teóricas de Física, b) adquirir técnicas experimentales, y c) fomentar en los educandos actitudes científicas; asimismo considera que tanto las clases prácticas y teóricas deben estar encaminadas a un presentar un producto final, que es una Física orientada a la indagación de la naturaleza, que permita en los sujetos desarrollar habilidades científicas y actitudinales (curiosidad, querer experimentar, querer comprobar la teoría que estudio, etc.). En cambio, para Ré et al. (2012) la inclusión de la práctica experimental en la asignatura de Física persigue los siguientes objetivos: a) comprender las bases del

conocimiento en Física; b) fomentar el arte de la experimentación, habilidades experimentales y analíticas; c) lograr un aprendizaje conceptual, d) desarrollar habilidades de trabajo colaborativo.

Los estudiantes aprenderán a hacer ciencia siempre y cuando la estén practicando, la función de la experimentación en la Física brinda a los discentes la oportunidad de que experimenten directamente los eventos naturales, además permite contrastar la abstracción científica ya establecida con la realidad que esta pretende describir y fomenta el razonamiento práctico (Barberá y Valdés, 1996).

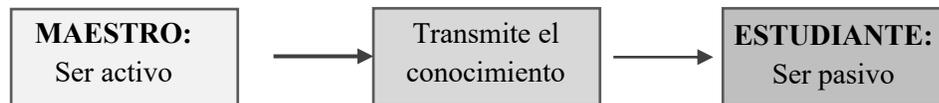
Dificultades en la enseñanza-aprendizaje del laboratorio de Física

El modelo de enseñanza tradicional, en donde el docente es quien decide los contenidos, organiza, evalúa, selecciona objetivos de enseñanza y su finalidad es únicamente transmitir los contenidos de un tema específico. En este modelo el estudiante es un ser pasivo, que no tiene pensamiento crítico, que se limita a copiar lo que el docente escribe en la pizarra, o escuchar lo que le dice, sin ningún tipo de retroalimentación y reflexión, por lo que constituye un modelo de enseñanza deficiente, con teorías carentes de significados, que en muchos casos conllevan a aprendizajes

memorísticos sin reflexión. “El método de enseñanza es eminentemente expositivo, la evaluación del aprendizaje es reproductiva, centrada en la calificación del resultado, la relación profesor-alumno es autoritaria, se fundamenta en la concepción del alumno como receptor de información, como objeto del conocimiento” (Rodríguez, 2013, p. 39).

Figura 6.

*Proceso de enseñanza modelo tradicional. Fuente:
Elaboración propia.*



Bajo este modelo, se puede argumentar que las experiencias de laboratorio tradicionales constituyen una actividad no motivadora que no contribuyen en el proceso de aprendizaje del estudiante, alejándolos de los conceptos importantes, dificultando más que ayudando a la adquisición y construcción de los nuevos conocimientos.

A pesar de que los estudiantes pasan gran parte de la carga horaria de la asignatura en el laboratorio de Física, trabajando, con masas, balanzas, dinamómetros, vectores, etc. no discuten ni analizan los resultados que obtienen de la experimentación,

sin poder dar una explicación propia de los fenómenos estudiados. De manera que, aunque los estudiantes vean al laboratorio como un lugar donde están trabajando activamente, no son capaces de vincular lo que hacen con lo que están aprendiendo o deben aprender. Los objetivos de las prácticas de laboratorio bajo este modelo están sujetos en primer lugar la visión que tiene el docente, y no se toma en cuenta la visión de los estudiantes, que no siempre van a ser iguales, como se ha demostrado en investigaciones de (Barberá y Valdés, 1996).

La enseñanza de la Física no debe ser considerada sólo teórica o solo práctica, ambas deben estar ligadas ya que permitirán una mejor adquisición del nuevo conocimiento, sin embargo, se mencionan algunas de las dificultades que se pueden presentar en la enseñanza y aprendizaje de esta asignatura, entre ellas podemos destacar: Los estudiantes no llegan a comprender correctamente los conceptos físicos involucrados debido a que no existe una experiencia crítica durante su aprendizaje. Muchos de ellos se quedan en su mente con conceptos erróneos que en el futuro lo replican ya sea en la resolución de problemas físicos o en la aplicación de los mismos en la vida diaria o profesional; un ejemplo de aquello es que suelen confundir desplazamiento con trayectoria; velocidad con rapidez; masa con peso, etc.

- Abril y Arévalo (2008) indican que cuando los estudiantes no comprenden la práctica, lo único que prevalece en ellos son las ideas de que quizá no estudiaron o también consideran que lo que aprendieron es muy avanzado y que por ello no lograron a entenderlo. No existe en sí una predisposición de hacerse preguntas, de averiguar del fenómeno, optando por el “conformismo” porque pese a que saben que no han comprendido, se limitan solamente a memorizar los conceptos y fórmulas solo para pasar una prueba o examen, esto quiere decir, que si bien el estudiante pudo obtener buenas calificaciones memorizando todo para el rato, quizá cuando este tenga que demostrar la teoría en la práctica se le hará muy complicado debido a que no hubo una interiorización del conocimiento y eso es como no tenerlo. Los estudiantes por lo general siguen una secuencia de pasos o algoritmos previamente propuestos, sin existir una conciencia del por qué lo hacen.

- Los laboratorios de Física son espacios en dónde podemos encontrar un sin número de materiales, sin embargo, en algunos casos no existe la disponibilidad para que estos puedan ser utilizados por todos los alumnos, a eso también se le suma a que ciertos instrumentos son caros, por lo que se hace difícil que cada alumno pueda realizar todos los

experimentos que necesiten (Rosado y Herreros, 2005). Esto provoca que la clase se desarrolle con el docente al frente de la realización y desarrollo de práctica, dejando al estudiante como un simple espectador.

- Si se realiza un breve recordatorio por la historia de la Física, observamos que la mayoría de los descubrimientos no se desarrollaron con una secuencia de pasos previamente establecidos, sino más bien fueron el resultado de un trabajo crítico, creativo y colaborativo. Los libros en los que generalmente se vienen trabajando para las prácticas de laboratorio no reflejan ese carácter científico que deberían tener, en efecto estos se limitan en tener pasos, en donde en cada uno de ellos ya se encuentran asignados los materiales a utilizar, el cómo armar el montaje, el camino a seguir para redescubrir el fenómeno físico e incluso ya se tiene propuesto los datos de las variables que intervienen.

- Para algunos discentes la ciencia les resulta aburrido, lo cual provoca un bajo rendimiento, desmotivación y la pérdida gradual del interés por aprender, esto ocurre debido al descuido de aspectos como: el análisis del problema físico, no hay indagación acerca de cómo empezar la experimentación (Herrera, 2012).

- Por otra parte “(...) los docentes universitarios se incorporan a la enseñanza desde su experiencia de graduados, sin realizar ninguna tentativa de transformación de las condiciones didácticas adquiridas” (Ferreyra y González, 2000). De modo que, si los estudiantes no adquieren experiencias nuevas y enriquecedoras durante su aprendizaje de la Física, es posible que reproduzcan el mismo tipo de enseñanza, desconociendo la necesidad de implementar nuevas acciones en su práctica docente.

Campanario y Otero (2000) mencionan que existen varias causas para aprender significativamente las ciencias, sin embargo, aluden que algunas de las razones tienen que ver tanto con los estudiantes como los docentes. Una de ellas tiene que ver con las ideas previas que los educandos poseen, para estos autores muchas de ellas son erróneas; los aprendices ignoran (metacognición) que tienen procedimientos e ideas previas equivocadas acerca del tema que están estudiando, este error puede deberse al uso inadecuado de estrategias de pensamiento y razonamiento. Los estudiantes poseen concepciones epistemológicas erróneas acerca de la ciencia y del aprendizaje de la ciencia, es decir, la toman como la aplicación de fórmulas, memorización de fórmulas, memorización de conceptos, etc.

La combinación de la asignatura de Física con el laboratorio de Física permite que los conocimientos se enlacen y sea más significados. Los educandos poseen en su estructura cognitiva ideas previas de los fenómenos físicos, estos juegan un papel importante dentro de la experimentación ya que serán corroborados en algunos casos y reforzados en otros. La actividad que se realice en el laboratorio reestablece el equilibrio cognitivo que quizá perdió el sujeto (Arias y Carmona, 2008). Insausti y Merino (2016) y Herrera (2012) concuerdan con que el uso del laboratorio en la Física permite que los estudiantes se acerquen hacia una metodología científica, así mismo, las actividades de laboratorio bien desarrolladas y diseñadas permiten al educando enfrentarse a situaciones problemáticas que se asemejan a las de un investigador, lo cual lo conducirá a que se familiarice con los procedimientos científicos inherentes a las ciencias.

Es menester rescatar la ayuda que brinda el laboratorio en la resolución de ejercicios y problemas en la materia de Física. El estudiante al haber tenido una experiencia cercana con los fenómenos físicos, en su estructura cognitiva comenzará a guardar significativamente los conceptos de las variables físicas con las que trabajó en la experimentación, y cuando se enfrente a alguna situación problemática lo hará de mejor manera. Cabe indicar que la manera más óptima de solucionar problemas de Física recae en la comprensión de los conceptos

físicos involucrados, basa con no entender uno para que el estudiante comience a tener confusión y desmotivación para abandonar el problema.

Por ejemplo, Alfonso (2004) alude que la unión de la Física con el laboratorio le permite al estudiante manejar al menos los conceptos físicos básicos, diferenciar las inferencias que se realiza a partir de la teoría y las que se hacen en la práctica y a entender el papel de la observación directa en la materia.

No se puede dejar de rescatar la idea de que a la enseñanza de la Física también se la puede combinar con el uso alternativo de los laboratorios virtuales, en el caso de que no se posea de recursos materiales o físicos. Tarabini (2020) menciona que los entornos virtuales o presenciales son menos dicotómicos, el estar en el aula realizando una actividad, no necesariamente implica que el estudiante colabore, como tampoco el realizarlo virtualmente implica un aislamiento social que no le permita aprender. Los laboratorios virtuales mediante la codificación en un ordenador permiten simular y visualizar las leyes físicas. Las ventajas principales es que el estudiante puede trabajar de manera más autónoma debido a que puede variar los datos involucrados en la experimentación sin correr el peligro dañar los instrumentos. Es una herramienta de autoaprendizaje en donde el sujeto también puede aprender el manejo de instrumentos, puede personalizar el experimento físico, alterar las variables de entrada y obtener una visión más clara

de ciertos fenómenos que en presencialmente no aportan una claridad gráfica (Rosado y Herreros, 2005).

Las investigaciones reconocen la efectividad del laboratorio en la enseñanza de la Física para que los estudiantes consigan conocimientos científicos; por lo que se debe tratar de llevar a cabo esta sugerencia. Quizá algunas instituciones educativas carecen de laboratorio o de materiales de laboratorio “impidiendo” que se realice esta labor, sin embargo, una manera alternativa de efectuarla, es apoyándose del uso de materiales reciclados o con objetos que dispongan los estudiantes en casa para simular las leyes físicas. “Está probado que es posible hacer “buena Física” planificando experimentos con materiales sencillos y relativamente baratos y además usando ese verdadero semillero de situaciones problemáticas que nos brinda el entorno que nos rodea” (Ubaque, 2009, p.3).

La UVE de Gowin como recurso para elaborar prácticas de laboratorio

Proponer un modelo de prácticas de laboratorio que enseñe a “aprender a aprender”, no solo involucra un cambio en la parte educativa, a más de ello debe existir también un cambio en la parte política, social, y cultural permitiendo una comprensión de la realidad en la que están involucrados los estudiantes. En esto, la construcción del conocimiento y el rol de las ciencias

tienen un papel fundamental, para lo cual se debe pensar en formación de un ser humano como objeto de conocimiento social e individual (Torres, 2010).

La UVE de Gowin surgió originalmente para realizar el trabajo en el laboratorio de ciencias. El conocimiento debe considerarse como algo dinámico. El conocimiento científico no se basa netamente en teorías, involucra también una práctica. Este último aspecto debe estar centrado en que el estudiante conforme realice las prácticas de laboratorio, piense y aprenda cómo hacerlas.

La UVE de Gowin puede ser utilizada para lograr aprendizajes significativos, construir el conocimiento, para adquirir habilidades científicas en el laboratorio. Herrera (2012) menciona que se puede lograr esto tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- *El punto de partida del proceso enseñanza - aprendizaje debe ser el pensamiento de los niños y los jóvenes, no sólo su curiosidad y su deseo de aprender y conocer, sino lo que ellos creen de las cosas y los fenómenos, sus experiencias.*

- *El aprendizaje de la ciencia debe concebirse como un proceso activo en el cual la exploración, la reflexión y la resolución de problemas ocupen lugares centrales.*
- *El conocimiento profundo de las materias es imprescindible para transformar la información en conocimiento utilizable y en consecuencia se deberá focalizar el trabajo en el mínimo número de tópicos con el mayor valor formativo.*
- *Las nuevas formas de enseñanza deben estar orientadas en último término a entregar a los alumnos la capacidad de tomar control sobre su propio aprendizaje.*
- *La evaluación debe concebirse como parte del proceso de aprendizaje utilizando la mayor variedad de fuentes e instrumentos. (p. 90).*

Ventajas de la UVE de Gowin para realizar prácticas de laboratorio

En el quehacer educativo, en ciertas ocasiones se puede notar un cambio en la expresión de las ideas entre niños y jóvenes. Los niños desde pequeños en sí, son seres muy curiosos, cuestionan cada cosa, y si se les pregunta algo, la mayoría de ellos no tienen ese temor a responder, en cambio, al crecer, los mismos sujetos comienzan a perder el interés en los

acontecimientos que van a aprender, no preguntan; no se expresan; no encuentran sentido a lo que aprenden; la mayoría de las cosas que se les enseñan no la refutan, más bien dan por correcta y sentada la información que el docente les brinda.

La UVE de Gowin dentro de las prácticas de laboratorio pueden ayudar a que los estudiantes puedan asimilar los conocimientos de manera sustancial y no arbitraria, permitiéndole encontrar relación y sentido entre lo que ya sabía y lo nuevo que aprender.

El lenguaje es el camino mediante el cual se consolidan los nuevos conocimientos y los educandos la utilizan para interpretar los fenómenos naturales que estudian. La UVE puede ayudar al sujeto a expresar su estructuración en ideas, modelos teóricos y la utilidad, mostrando la vinculación que tiene con el mundo real, a más de ello, esta herramienta ayuda a mostrar al estudiante que el conocimiento no es algo desligado de la realidad, sino que es un reflejo del mundo (Izquierdo, 1995).

Figura 7.

Modelo UVE de Gowin. Fuente: Adaptada de Herrera (2012).



En una investigación para generar estrategias para facilitar el proceso de aprendizaje de laboratorio de Física I, los docentes que pertenecen al Grupo de Investigación Epistemológica en Aprendizaje de las Ciencias Duras (anexado al Decanato de Investigación de la UNET) implementaron la UVE de Gowin en sus clases, durante cuatro semestres. Los resultados en un 60% - 90% que dieron los estudiantes se resumen en: el uso de la UVE en las prácticas de laboratorio fue innovadora, facilitó la organización de la metodología a seguir; propició el análisis

crítico del experimento; ayudó a desarrollar la capacidad de síntesis. Al mismo tiempo, esta técnica fue evaluada por expertos en diseño instruccional y docentes, quien aludieron que era una técnica pertinente, con consistencia interna y de gran armonía con las exigencias del aprendizaje de la Física experimental (Sanabria et al., 2006).

En cambio, Castro et al. (2015) aplicaron la UVE de Gowin como informe de laboratorio de química a 216 estudiantes de la UNAM, los resultados que obtuvieron fueron que la UVE es un medio para la adquisición de conocimientos conceptuales, procedimentales, actitudinales; habilidades cognitivas para el desarrollo del razonamiento verbal y abstracto.

En el estudio *“El Uso de la V de Gowin y su Impacto sobre la realización de Prácticas en el Laboratorio de Electricidad”* desarrollado por el Departamento de Electricidad del Instituto Universitario de Tecnología Capital “Dr. Federico Rivero Palacio”, exploraron la efectividad que tiene la UVE al ser usado por los educandos en una actividad de laboratorio. Una vez concluida la investigación, Hernández (2002) indica que:

- La herramienta ayudó a los estudiantes a focalizarse en lo que estaban estudiando. Se les facilitó el planteamiento de las preguntas claves a partir de los conceptos, esto lo

consiguieron debido a que previamente prepararon una teoría acorde a la práctica de laboratorio que iban a realizar.

- Lograron cambios positivos de manera definitiva en la estrategia empleada por los sujetos para preparar y llevar a cabo la práctica.
- Lograron cambios positivos parciales en la estrategia empleada por los sujetos para elaborar los informes, debido a que no lograban redactar las conclusiones.
- La UVE ayudó a los estudiantes a alcanzar los objetivos que se proponen en una experiencia de laboratorio.

Ramos (2009) en Venezuela, analizó la potencialidad de la UVE de Gowin en la preparación, desarrollo y evaluación de los trabajos de laboratorios prácticos de laboratorio de Química. Para la investigación utilizó las variables como asistencia a las clases, actitud proactiva ante sus estudios, actitud receptiva para aportar información y la disponibilidad de los equipos para grabar sus pensamientos en voz alta; los resultados indican que: los discentes demostraron motivación y disposición para aprender, además, les permitió percibir cómo desarrollar sus propios procesos de aprendizaje y finalmente adquirieron conciencia al trabajar sistemáticamente en el laboratorio considerando que la

actividad científica involucra etapas que deben registrar para lograr el objetivo adecuado.

Morantes et al. (2013) también aplicaron y evaluaron la UVE alrededor de seis semanas. Su objetivo era de utilizarla como mediadora del aprendizaje experimental en el Laboratorio de Física III de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Zulia. Entre algunos de los resultados que se pueden destacar es que consiguieron que los estudiantes adquirieran aprendizajes significativos debido a que aplicaron la información que recibieron en nuevas situaciones, los estudiantes adquirieron una conciencia sobre su proceso de aprendizaje (promovió la metacognición). Otro aspecto que mencionaron es que conforme los educandos utilizaban la UVE, a manera progresiva iban dominando su lado derecho, es decir:

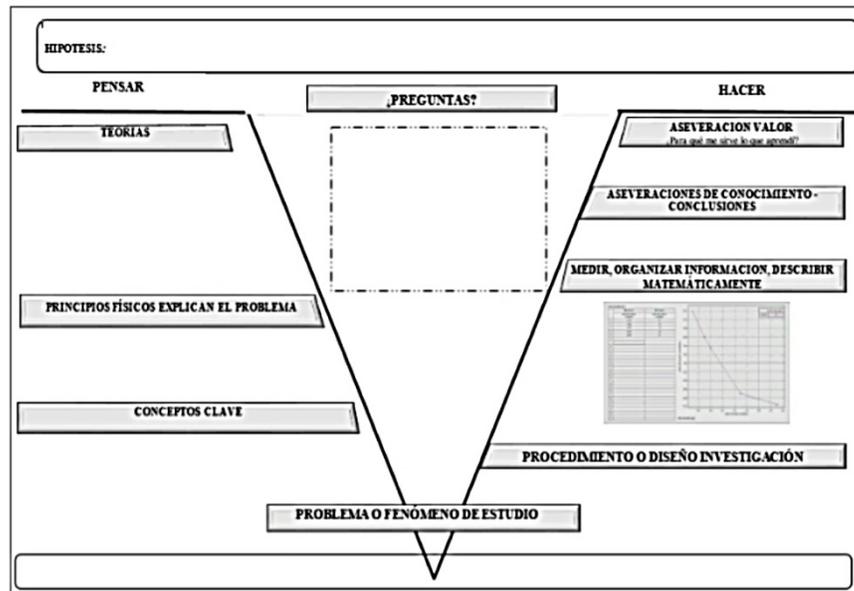
- Seleccionaban los materiales.
- Lograban transformar los datos experimentales, registros; técnicas e instrumentos para recolectar y tratar los gráficos.
- Usaron y seleccionaron varias fuentes de información; se apoyaron del internet.
- Elaboraron afirmaciones de conocimiento.

- Demostraron actitudes de creatividad, responsabilidad, liderazgo, trabajo en equipo y valoraron las ciencias.

En la Universidad de Bio Bio optaron por adaptar y aplicar la UVE a los estudiantes de Ingeniería civil, para hacer prácticas de laboratorio de Física General. Al hacer uso de esta herramienta los educandos cambiaron su experiencia de aprendizaje en el laboratorio, también se generó en los estudiantes una discusión argumentativa cuando se les presenta alguna situación problemática contextualizada que les permitía negociar los significados entre su experiencia y los nuevos conceptos, además, los estudiantes demostraron competencias científicas, responsabilidad y colaboración para trabajar de manera grupal (Herrera y Sanchez, 2019).

Figura 8.

Modelo UVE de Gowin. Fuente: Herrera y Sanchez (2019).



Martínez y Flores (2015) en su trabajo de investigación “Mejoramiento en la interpretación de los datos experimentales en los laboratorios de Física A, utilizando aprendizaje cooperativo y la técnica de la V de Gowin” parten de la problemática que los estudiantes cuando cursan la materia de laboratorio de Física, llegan con algunos conceptos de cómo usar los materiales del laboratorio, pero cuando ya toman los datos no saben cómo interpretarlos. Al utilizar la UVE como resultados obtuvieron que los educandos

aprendieron a trabajar colaborativamente, del mismo modo, los conocimientos previos se fueron aclarando debido al alcance de la relación entre las variables físicas que actuaban en la obtención de las ecuaciones empíricas.

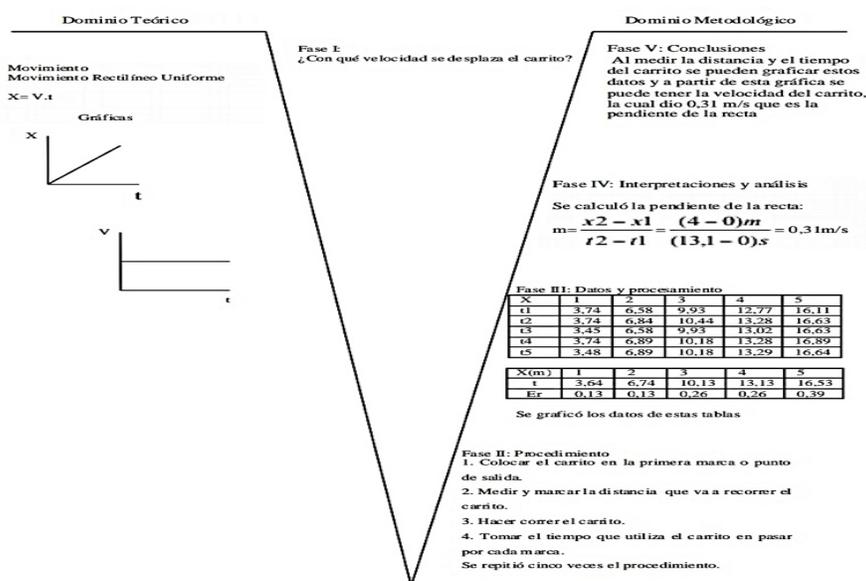
La UVE de Gowin también brinda la posibilidad de trabajarla conjuntamente con el uso de laboratorios virtuales. Guachún et al. (2020) propusieron “*La UVE de Gowin como una estrategia instruccional para realizar una práctica virtual de laboratorio de Física*”, en los resultados de su investigación aluden que los estudiantes comentaron que, al utilizar la UVE con la práctica virtual, tuvieron libertad de seleccionar, diseñar, cambiar los parámetros que utilizaban, es decir, de construir su propio conocimiento, así mismo recalcan que esta complementariedad permitió que se despierte un interés y motivación hacia la actividad experimental.

Uno de los problemas que se pueden observar en los estudiantes es su desarrollo inadecuado de las habilidades cognitivas, las cuales no permiten que aprendan a aprender. Por lo general los informes de laboratorio tradicionales son descriptivos, sin embargo, el uso de la UVE de Gowin permite cambiar esta situación. El estudiante presentará un informe donde se pueden visualizar fácilmente sus argumentaciones y la relación que hizo entre la teoría y la práctica Cruz y Espinosa (2012).

Caraballo y Andrés (2014) en su investigación *“Trabajo de laboratorio investigativo en física y la V de Gowin como herramienta orientadora para el desarrollo del pensamiento científico en educación”* diseñaron y evaluaron la UVE de Gowin para temas de Cinemática, señalan que la aplicación de esta herramienta requiere de muchas semanas para que pueda funcionar como desean, a más de ello, requiere un esfuerzo por parte docente para querer aplicarla debido al número de estudiantes que tiene que orientar, pese todo eso, recalcan que este sacrificio vale la pena hacerlo porque el resultado de su investigación arrojó que los estudiantes desarrollaron cambios cognoscitivos y significativos, se acercaron al quehacer de la ciencia y terminaron estableciendo una relación entre la metodología y la teoría.

Figura 9.

Modelo UVE de Gowin. Fuente: Adaptada de Caraballo y Andrés (2014).



Por otra parte, Ruiz, Azuaje y Ruiz (2005) observaron que la forma típica de elaborar informes de laboratorio en estudiantes de noveno, no reflejaban la labor científica por la cual fue creado; es por ello, que lo sustituyeron por la UVE de Gowin, por ser una estrategia que representa la estructura del conocimiento científico. Los resultados de investigación aluden que los estudiantes comprendieron de manera progresiva que los informes de laboratorio es un documento valioso para la comunicación de ideas, procesos y conclusiones

acerca de una actividad experimental que normalmente haría un científico, a más de ello, la UVE ayudó a los docentes a detectar los errores procedimentales y conceptuales de sus educandos, pudieron observar si los estudiantes realizaban un registro sistemático y detallado de los datos, ver cómo transformaron los datos a una representación adecuada a lo que se desea comunicar.

La UVE de Gowin también pueden ser utiliza a la par con el planteamiento inicial de una pregunta contextualizada. Cuellar y Cuellar (2017) con estudiantes de décimo año de la institución Educativa Neiva-Huila, brindó una experiencia en la cual quería que sus educandos construyan el concepto de “electrolitos”, para ello partió del eslogan publicitario “Gatore”. En la región de “hechos y fenómenos y pregunta clave” observo que los estudiantes implícitamente comienzan a tener una relación entre las teorías y la vida cotidiana. Además, los sujetos desarrollaron habilidades de pensamientos científico y finalmente observó que la relación que tuvieron entre la teoría y la práctica, permitió desarrollar en los estudiantes la idea de que los conceptos no se encuentran desligados unos de otros.

Figura 10.

Modelo UVE de Gowin. Fuente: Adaptada Cuellar y Cuellar (2017).

Región de la V de Gowin	Habilidad de pensamiento científico	Situación - pregunta
1. Hechos y fenómenos	Formulación de hipótesis.	Gatorade tiene uno de los siguientes lemas: “Gatorade te ayuda a recupera los electrolitos que pierdes al sudar” <i>¿Usted que considera que significa este lema?</i>
2. Pregunta clave	Analizar	
3. Conceptual	Definir	Del eslogan anterior, 1. <i>¿Cuáles consideras que son las palabras claves?</i> 2. <i>¿Cómo define usted la palabra electrolitos?</i>
4. Metodología	Diseñar, ejecutar y registrar.	<i>¿Cómo demostrarías si una sustancia tiene o no electrolitos?</i>
5. Conclusiones	Relacionar concluir	<i>¿Qué importancia tienen los electrolitos en mi cuerpo?</i>

La idea de las típicas prácticas de laboratorio donde se simulan sin sentido los fenómenos puede cambiar, al implementar la UVE. La UVE de Gowin permite ir mucho más allá de generar replicas, promueve habilidades para la competencia científica, a más de ello, el educando puede llevar un proceso de construcción del conocimiento a partir de un problema o

situación, con el objetivo de que contraste sus hipótesis, asimismo, tiene la oportunidad de demostrar sus capacidades asociadas al razonamiento hipotético-deductivo (Sanchez y Herrero, 2019).

En una investigación de dos semestres en la UNET, donde participaron estudiantes quienes cursaban la materia de Física I, tanto en teoría como en laboratorio desarrollaron el tema “Rotación de un cuerpo rígido alrededor de un eje fijo”, para ello, utilizando la UVE de Gowin conjuntamente con los mapas conceptuales, Sanabria y Ramírez (2004) llegó a la conclusión de que la combinación de estas facilitaron la construcción del conocimiento desde el punto de vista conceptual y experimental, además, el uso de los mapas apoyó a los educandos para que puedan identificar los elementos que forman parte en la construcción de la UVE.

En el trabajo de investigación desarrollado por Grajales (2013) utilizó la UVE para prácticas de laboratorio con planos inclinados, a partir de los resultados de su aplicación, señala que una de las ventajas de este instrumento es que permitió desarrollar la metacognición de los estudiantes, adquirieron consciencia de sus errores conceptuales, la manera o procedimientos que utilizaban para dar respuesta al problema.

En la investigación realizada por Zarza (2014) titulada *La Implementación de Trabajos de Laboratorio con enfoque epistemológico en la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales*, en el que se utilizó la UVE de Gowin para realizar prácticas de laboratorio de física en un nivel universitario, concluyó que los estudiantes muestran interés y entusiasmo en aprender cómo se trabaja en el mundo real, los estudiantes tratan de relacionar la parte teórica con la experimental, dando un resultado positivo para los estudiantes pues se replantean la utilidad del laboratorio de Física.

Desventajas de la UVE de Gowin para realizar prácticas de laboratorio

Es preciso indicar que esta estrategia como al igual que las existentes tienen siempre sus pequeñas desventajas que pueden observarse en el transcurso de su aplicación. Estas dificultades pueden entorpecer debido a razones de adaptación, predisposición del estudiante de aceptarla, entre otras. A continuación, se presentan algunas investigaciones las cuales brindan una idea de las dificultades que se encontraron en la UVE.

Sansón et al. (2005) en su investigación denominada "*La UVE heurística de Gowin y el mapa conceptual como estrategias que favorecen el aprendizaje experimental*" realizada en la Universidad Autónoma de México; aplicaron esta herramienta

en la materia de Química General, la cual tenía una carga horaria de 5 horas teóricas y 10 prácticas. Al inicio y al final del tema “Equilibrio ácido-base” los estudiantes participantes realizaron mapas conceptuales y la UVE de Gowin. El resultado de esta investigación con respecto a la UVE arrojó que:

- Los sujetos confundían los principios y las teorías.
- Solo dos estudiantes lograron hacer correctamente la identificación o el planteamiento del problema. Se puede entrever que esta es una de las partes más difíciles que tienen que trabajar los educandos.
- Los estudiantes presentaron en la parte derecha de la UVE confusiones para llegar a las conclusiones finales del experimento, varios de los educandos consideraron como conclusiones las observaciones y los datos experimentales.
- Los estudiantes estaban tan acostumbrados a los informes tradicionales de laboratorio los cuales involucraba un esfuerzo mental menor, lo que a su vez provocó que se les haga difícil organizar un informe de laboratorio mediante la UVE de Gowin. Flores (2010) también concuerda con este aspecto, se les hace complicado a los estudiantes primero pensar y luego accionar; los sujetos al completar la UVE deben involucrar diferentes demandas cognitivas. Sanabria et al. (2006) y Morantes et al. (2013) durante sus investigaciones

encontraron resistencia por parte de algunos estudiantes al usar la UVE de Gowin en su metodología de trabajo.

Esta herramienta ayuda a la elaboración de explicaciones científicas, desde la perspectiva docente no resulta tan muy complicada llevarla a cabo debido a que posee el conocimiento y dominio de los temas a enseñar, en cambio, para el estudiante puede volverse algo complicado llenarla en un principio. Esta idea también es apoyada por Izquierdo (1995) y ante esto alude que el uso de la UVE debe evolucionar a partir de la discusión y corrección colectiva de los errores, hasta llegar a presentar la respuesta argumentada de los fenómenos que se están estudiando en la clase.

Pese a que los estudiantes admiten que la UVE les resulta útil, no logran incorporarla totalmente en la lista de estrategias para enfrentar las prácticas de laboratorio (Hernández, 2002). Quizá otra de las razones por las que se sería complicado la aplicación de la UVE de Gowin, es la inercia que a veces tiene el sistema educativo; entendida como lo la obstaculización para que se den nuevos cambios educativos, estos se pueden dar por diversas causas, Zarza (2014) refiere:

- *Comodidad por parte del cuerpo docente* debido a que utiliza para sus clases las mismas guías tradicionales de laboratorio, las cuales ya están basadas y armadas en forma de

un guion estricto a seguir. No busca una alternativa diferente para llevar a cabo las prácticas de laboratorio.

- *Comodidad por parte de los discentes* quienes se adentran a realizar la práctica de laboratorio sin antes haber leído la estructura de la guía.
- *Comodidad por parte de las instituciones educativas* ya que no reflexionan ni cuestionan los lineamientos curriculares y, por ende, no buscan una alternativa a conseguir los logros, simplemente aceptan las típicas clases estructuradas.
- *Complicidad de todos los actores educativos* en dejar que más adelante se solucionen los problemas que se suscitan en la enseñanza-aprendizaje, ya sea en algún ciclo académico superior con algún otro docente o después de que el estudiante se gradúe, o en alguna especialización (maestría, doctorado) después de haberse graduado.

Se podrán contar con garantizadas y excelentes técnicas para aplicarlas dentro o fuera del aula, pero si no existe esa iniciativa o motivación por hacer mejoras en la enseñanza-aprendizaje por parte de toda la comunidad educativa, difícilmente se lograrán cambios. Es necesario unir fuerzas para vencer esta inercia, que permita cambiar la perspectiva de hacer prácticas de laboratorio tradicionales, y hacer del educando, un ser activo, con visión científica, capaz de

reflexionar verdaderamente los fenómenos de la naturaleza, de obtener aprendizajes significativos no para el rato, sino para toda su vida.

Primer ciclo: Primera intervención

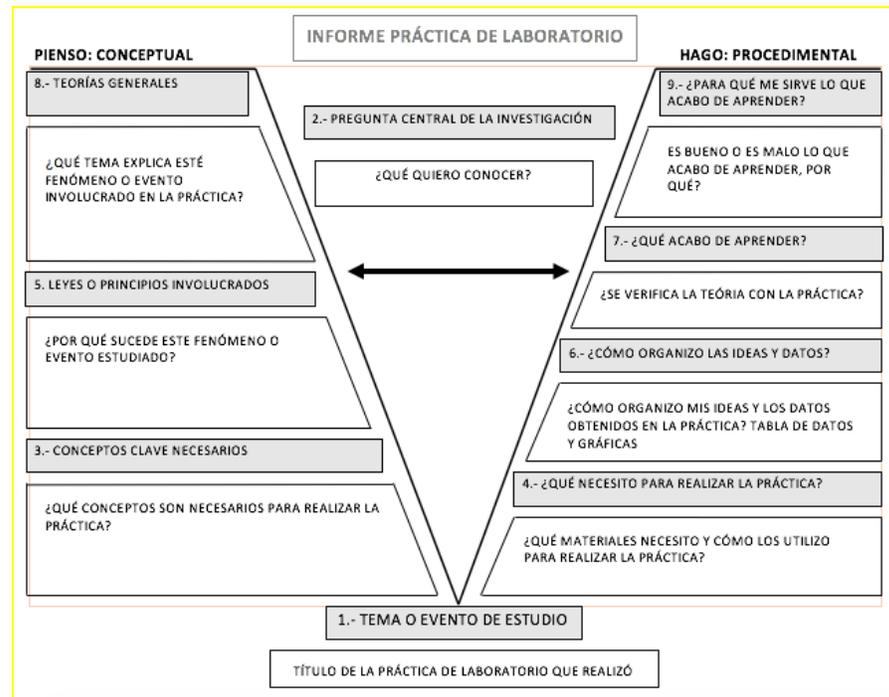
Se presentan los resultados por cada instrumento de recolección de la información.

Diseño de la propuesta

Como sabemos, la estructura original de la UVE está dividida en tres secciones: la parte Conceptual, las preguntas centrales y la metodológica. Tomando estos elementos como punto de partida, se elaboró para la presente investigación una nueva guía para desarrollar las prácticas de laboratorio en la asignatura de Física 1: Estática y Cinemática. Para ello, se tomó la estructura inicial de la UVE Gowin y las sugerencias de los trabajos de Herrera y Sánchez (2019), Sanabria et al. (2006) y Morantes et al. (2013). La guía está diseñada de modo que pueda ser desarrollada y presentada como informe de la práctica de laboratorio realizada. En la figura 14 se presenta la UVE de Gowin adaptada para el desarrollo de las prácticas.

Figura 11

Estructura de la UVE de Gowin para desarrollar prácticas de laboratorio de Física. Fuente: Elaboración propia.



La UVE de Gowin propuesta para esta investigación se estructuró en 9 etapas, las mismas que no tenían que seguir un orden ascendente para elaborarse, el estudiante podía modificarlo según lo considere necesario para responder la pregunta central de la investigación. Para ayudar a los estudiantes a desarrollar cada punto se incluyó preguntas guía

dentro de cada etapa. Dichas etapas consistían: en el punto 1.- Tema o evento de estudio, en donde se coloca el título de la práctica, 2.- Pregunta central de la investigación, en el cual se escribe sobre lo que el estudiante quiere conocer al realizar la práctica. En la parte izquierda de la UVE denominada pienso-conceptual, se encuentran las etapas 3, 5 y 8 las cuáles abarcan los conceptos claves necesarios, leyes o principios involucrados y teorías generales que desarrollarán antes, y durante la práctica de laboratorio. En cambio, en la parte derecha de la UVE designada como hago-procedimental se tiene las etapas 4, 6, 7, y 9 en las cuáles el estudiante decidirá los materiales que necesitará para realizar la práctica, cómo recogerá, transformará y analizará los datos, además en la etapa 9, el estudiante tendrá la oportunidad de cuestionar críticamente sobre si lo que aprendió es útil o no. En la abertura de la UVE se encuentra una flecha “” que significa que existe una conexión entre las dos secciones, en donde el estudiante utilizará lo que averiguó o sabe (parte izquierda) y comprobará con la parte derecha, orientando así a que se organice de mejor manera todo el conocimiento que va a aprender.

Informes de las prácticas de laboratorio mediante la UVE de Gowin:

En primer lugar, se analizó todos los informes de las prácticas de laboratorio presentados por los estudiantes que cursaron la asignatura de Estática y Cinemática, para ello se utilizó la grilla de evaluación indicada anteriormente.

Son 30 estudiantes los que cursaron la asignatura de Estática y Cinemática durante el cuatrimestre marzo 2019 – agosto 2019, todos elaboraron las 15 prácticas de laboratorio propuestas en la investigación, dando un total 450 informes. Al modelo de la UVE de Gowin y al procesamiento de datos en el que se utilizó el software Excel se acordó con los estudiantes que los informes sean elaborados en forma digital en formato pdf, de modo que puedan agregar fotografías, tablas, mapas conceptuales, etc.

Estos informes fueron evaluados mediante la grilla de evaluación en el que a cada elemento se le asignaba un valor entre 0 y 3, la calificación total es la suma algebraica del puntaje obtenido en cada elemento.

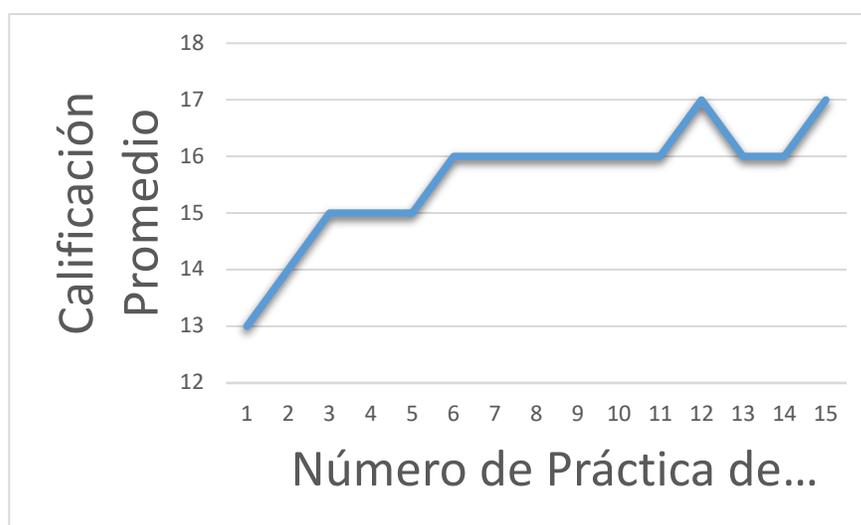
El promedio final de la calificación de todos los 450 informes de prácticas de laboratorio evaluadas mediante la grilla es de

16/18. Es una calificación aceptable considerando que es la primera vez que los estudiantes realizan una práctica de laboratorio de Física mediante la V de Gowin, sin embargo, con este antecedente se puede analizar a detalle los elementos en los que más fallaron los estudiantes para establecer un plan de mejoras para la siguiente intervención y así mejorar las calificaciones.

En la figura 15 se presenta el promedio de calificaciones de los informes de prácticas de laboratorio, el eje vertical indica el promedio de la calificación que alcanzaron los 30 estudiantes en cada práctica de acuerdo a la grilla de evaluación. El eje horizontal indica el número de práctica realizada, 1.- Expresión de un vector, 2.- Suma-resta de vectores, 3.- Ángulo plano, 4.- Torque, 5.- Centros de masa, 6.- Equilibrio de una partícula, 7.- Equilibrio de una viga, 8.- Masa y peso, 9.- Rozamiento seco, 10.- Poleas, 11.- Movimiento rectilíneo uniforme, 12.- Movimiento rectilíneo uniformemente variado, 13.- Movimiento de un proyectil, 14.- Movimiento circular uniforme y 15.- Movimiento circular uniformemente variado.

Figura 12

Promedio de calificaciones de los informes de prácticas de laboratorio. Fuente: Elaboración propia



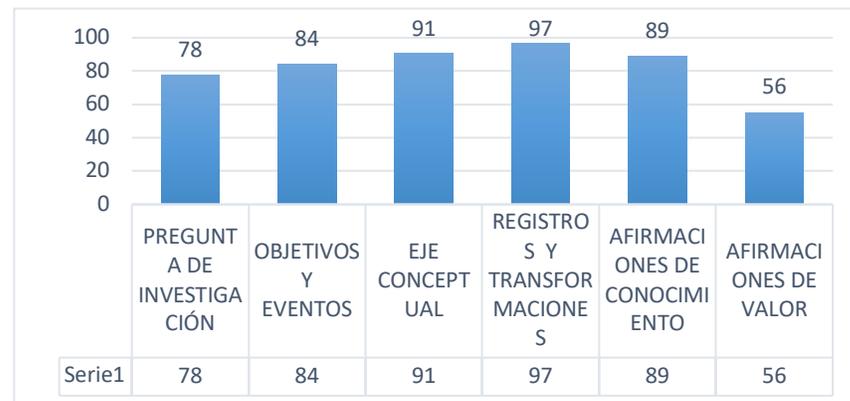
Se puede observar que el promedio de calificaciones tiende a tener un comportamiento ascendente, esto es debido a que en los primeros informes los estudiantes no tenían la experticia sobre cómo llenar el diagrama en V, aunque se respondía la pregunta de investigación, es decir, se realizaba la práctica, existieron ciertos elementos que no fueron comprendidos completamente.

Sin embargo, se puede observar que en los siguientes informes el promedio de calificaciones fue mejorando hasta tener en dos ocasiones calificaciones casi perfectas de 17/18. Las prácticas en la que se alcanzó estas calificaciones promedio fueron la 12.- Movimiento rectilíneo uniformemente variado y la 15.- Movimiento circular uniformemente variado. Esto es debido a que la práctica 12 es muy similar en estructura a la práctica 11.- Movimiento rectilíneo uniforme y la práctica 15 es muy similar en estructura a la práctica 14.- Movimiento circular uniforme, por lo que en las retroalimentaciones que ofrecía el docente después de evaluar los informes sirvieron para que puedan completar de manera correcta los elementos posteriores de las siguientes prácticas. Finalmente, se puede observar que la calificación promedio de 16/18 fue la que se obtuvo en la mayor cantidad de informes, de ahí el promedio general final. Este resultado indica que los estudiantes pudieron utilizar la UVE de Gowin para realizar las prácticas de laboratorio, aunque con ciertos errores, pero pudieron completar todos los elementos de la UVE. También se realizó otro análisis de las calificaciones de los informes de las prácticas de laboratorio, con el fin de conocer cuál de todos los elementos del diagrama de la UVE de Gowin, es el que mejor fue elaborado por los estudiantes, por lo que se estableció una tabla de frecuencia porcentual, es decir, se contó el número de veces que un elemento de la UVE de Gowin obtuvo una calificación máxima,

es decir 3/3, se hizo este proceso con los 450 informes de prácticas de laboratorio. En la figura 16 se presenta los resultados de este análisis.

Figura 13

Porcentaje de calificaciones máximas de los elementos epistemológicos. Fuente: Elaboración propia



De la gráfica anterior se puede observar que de los elementos de la UVE de Gowin, ninguno alcanzó un 100% de calificación máxima, es decir, en todos los elementos existen errores de concepción que deben ser mejorados en la siguiente intervención mediante el plan de mejoras.

El elemento que tiene más alta frecuencia de valor máximo es el registro y transformaciones de la información, es decir, que es en este elemento donde más fácil se les hizo a los estudiantes completar, puesto que conocen qué datos de las prácticas deben anotar y cómo deben procesarlos, esto hace que los estudiantes adquieran una destreza de diseñar una práctica de laboratorio y seleccionar los datos que deben registrar y procesar para determinar una ley Física.

El siguiente elemento de la UVE que tiene más alta frecuencia, es el elemento eje conceptual, esto quiere decir que los estudiantes son capaces de reconocer los conceptos claves necesarios para diseñar y ejecutar la práctica. Esto ayuda a que en el futuro puedan según la pregunta de investigación especificar los conceptos claves que deben conocer o que están presentes dentro de la práctica de laboratorio.

El elemento afirmaciones de conocimiento, es otro elemento que tiene una frecuencia alta de calificación máxima, esto evidencia, que el estudiante reconoce qué es lo que aprendió y logra verificar si la teoría se relaciona con la práctica, siendo este un objetivo primordial en la enseñanza de la Física. Los estudiantes son capaces conocer los principios involucrados y las teorías generales que explican la práctica experimental, lo que provoca que sean conscientes del por qué se realiza la práctica de laboratorio.

El elemento objetos y eventos, tiene un porcentaje considerable de calificación máxima, sin embargo, puede ser perfeccionado a través de un plan de mejoras. Esto es debido a que los estudiantes pueden relacionar los eventos con la pregunta central de investigación y da a notar los datos que deben registrar y por ende cómo debe realizar la práctica.

El elemento afirmaciones de valor, es el que menos frecuencia de calificación máxima tiene, esto debido a que los estudiantes les cuesta trabajo afirmar el para qué les sirve lo que acaban de aprender o si es bueno o malo, esto puesto que, aunque relacionan la teoría con la práctica, todavía no se sienten capaces para establecer posibles aplicaciones directas del conocimiento que acaban de adquirir.

El elemento Pregunta de investigación tiene un porcentaje bajo puesto que las preguntas de investigación que planteaban los estudiantes, aunque les permitió realizar la práctica no es lo que el docente esperaba, en el plan de mejoras se plantea mejorar la explicación de este elemento de modo que todos los estudiantes conozcan y aprendan lo que espera el docente.

Cuestionario-Test de Conocimientos

La asignatura de Estática y Cinemática en su sílabo o pensum de estudios tiene los siguientes logros de aprendizaje:

1.- Conoce y aplica las normas del sistema internacional de unidades SI.

2.- Resuelve y analiza operaciones con vectores tanto de forma analítica como trigonométrica.

3.- Conoce y aplica el significado de fuerza en la composición y descomposición de las mismas y aplica estas operaciones en las condiciones de equilibrio de partícula, de cuerpo rígido y en problemas con máquinas simples.

4.- Determina e identifica las principales características de los diferentes tipos de movimiento lineal en una y dos dimensiones, y establece la diferencia entre cada uno de ellos.

5.- Determina e identifica las principales características de los diferentes tipos de movimiento angular y establece la diferencia entre cada uno de ellos.

De acuerdo a los logros de aprendizaje se elaboró un cuestionario-test de conocimientos de 24 preguntas las mismas que fueron validadas por expertos, las mismas incluyen preguntas teóricas y preguntas de desarrollo. En la tabla 4 se muestran cómo están distribuidas las preguntas.

Tabla 1

Distribución de preguntas cuestionario-test de conocimientos.

Resultado de Aprendizaje	Número de preguntas
1.- Conoce y aplica las normas del sistema internacional de unidades SI.	6
2.- Resuelve y analiza operaciones con vectores tanto de forma analítica como trigonométrica.	2
3.- Conoce y aplica el significado de fuerza en la composición y descomposición de las mismas y aplica estas operaciones en las condiciones de equilibrio de partícula, de cuerpo rígido y	6

en problemas con máquinas simples.

4.- Determina e identifica las principales características de los diferentes tipos de movimiento lineal en una y dos dimensiones, y establece la diferencia entre cada uno de ellos.

6

5.- Determina e identifica las principales características de los diferentes tipos de movimiento angular y establece la diferencia entre cada uno de ellos.

4

Este test de conocimientos se aplicó a los estudiantes antes y después de realizar las prácticas de laboratorio mediante la UVE epistemológica de Gowin, se calificó a cada pregunta sobre dos puntos y se hizo una regla de tres para tener una calificación de 100, con el fin de poder realizar un mejor

análisis de los resultados. En la figura 17 se muestra el promedio de calificaciones del pre y post test de conocimientos, de los 30 estudiantes que tomaron la asignatura de Estática y Cinemática durante el cuatrimestre marzo 2019 – agosto 2019.

El promedio de calificaciones muestra una notable mejoría luego de realizar las prácticas de laboratorio mediante la UVE de Gowin, tendiendo incluso a duplicar el promedio que obtuvieron antes de realizar la intervención. Esto evidencia que al realizar las prácticas de laboratorio mediante la UVE epistemológica permite a los estudiantes adquirir conocimientos y aplicarlos a la resolución de ejercicios, esto concluye que se alcanzan los resultados de aprendizaje de la asignatura con esta metodología.

Sin embargo, mediante un plan de mejoras puede incrementarse el promedio de calificaciones del post-test de conocimientos, para ello se realiza un análisis más detallado con el fin de conocer en qué resultado de aprendizaje es donde se presentó mayor o menor dificultad, para poder aplicar las correcciones respectivas, se puede observar que en todos los resultados de aprendizaje se obtuvo una mejora significativa en los promedios de calificaciones. Siendo el primer y quinto

resultado de aprendizaje los que alcanzan mayor promedio de calificaciones después de la intervención, con factores de 2,19 y 2,18 con respecto al pre-test, esto se debe a que en el primer resultado se incluyen preguntas que tienen que ver con el nombre de algunos materiales para realizar experimentación como balanza, dinamómetros, poleas, nueces, etc. lo que demuestra que los estudiantes conocieron mejor el nombre de los materiales de laboratorio de física. El quinto resultado de aprendizaje, el mismo que engloba lo que es MCU y MCUV, demuestra que los estudiantes son capaces de reconocer los tipos de movimientos angulares y realizar experimentación sobre ellos. El tercer resultado de aprendizaje es el que menos puntuación posee, esto demuestra que hay que enfatizar y profundizar sobre las actividades y experimentación relacionadas a la composición de fuerzas, condición de equilibrio y máquinas simples, sin embargo tiene una mejora significativa con un factor de 2,22 con respecto a los resultados antes de la intervención.

El segundo resultado de aprendizaje aunque no alcanza un buen promedio de calificaciones tiene la más alta mejoría, con un factor de 2,65 con respecto al pre-test. Lo que implica que este resultado es el que obtuvo una mejora significativa.

El cuarto resultado de aprendizaje presenta mejoría, sin embargo, la mejoría no es muy significativa, con un factor de

1,64 respecto al pre-test, por lo que también se debe plantear una acción en el plan de mejoras referente a este resultado de aprendizaje, referente a la identificación de las características de los diferentes tipos de movimiento lineal.

Entrevista

Después de terminar con la intervención, es decir, luego de realizar todas las prácticas de laboratorio durante todo el cuatrimestre se aplicó una entrevista a un grupo de 6 estudiantes, escogidos aleatoriamente de los 30 estudiantes que tomaron la asignatura de Estática y Cinemática. Es preciso indicar que la intervención se realizó en el laboratorio de Física de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y Física, el mismo que cuenta con 6 mesas de trabajo de 5 estudiantes cada una, se eligió a un estudiante al azar por cada mesa de modo que se pueda tener un grupo representativo de total de la población.

Siguiendo las orientaciones propuestas por Novak y Gowin (1988) la entrevista se aplicó de la siguiente manera:

- La entrevista se planificó con tiempo, con unas dos semanas de anticipación.
- El horario y lugar de la entrevista se acordó con los estudiantes de modo que todos estén tengan disponibilidad de

tiempo. Se acordó una hora en la que no intervengan con el resto de sus actividades académicas, fuera de su horario de clases.

- Al ser todos los estudiantes mayores de edad se contó con su consentimiento informado para realizar la entrevista y que los resultados sean parte de esta investigación.
- Se eligió la oficina del docente investigador, donde no hubo interrupciones y no existió ruido de fondo.
- Se preparó los materiales necesarios para la entrevista, video grabadora, hojas de papel para los apuntes, etc.
- La entrevista fue grabada para su posterior transcripción y análisis.

La entrevista fue un conversatorio entre el docente investigador y los estudiantes involucrados, la misma que siguió las siguientes consideraciones:

- La entrevista no debe ser una sesión de enseñanza socrática.
- El entrevistador debe estar ampliamente familiarizado con el contenido que se va a cubrir
- Control de los factores relacionados con la personalidad.

- El entrevistador debe escuchar al estudiante que entrevista.
- Hay que tener paciencia
- Ambiente tranquilo y relajado
- Evitar las discusiones irrelevantes
- Emplear el mismo lenguaje del estudiante para repetir las preguntas o sondeos adicionales
- No debe imponerse la lógica del investigador
- La entrevista debe terminar con una nota positiva (Novak y Gowin, 1988).

Se aplicaron las 18 preguntas de las que estaba estructurada la entrevista, las mismas que fueron validadas por expertos, los resultados fueron transcritos al programa Atlas Ti para su análisis, para separar por categorías, ya que se pretendía medir el rendimiento actitudinal, motivacional y procedimental.

Muñoz y Sahagún (2017) indican que el software Atlas ti versión 22 es de uso tecnológico y técnico, creado con el objetivo de apoyar la organización, el análisis e interpretación de información en investigaciones cualitativas. El programa permite trabajar y organizar grandes cantidades de información en una amplia variedad de formatos digitales.

En el trabajo investigativo se creó en primera instancia una Unidad Hermenéutica (UH) la misma que contiene toda la información producida en el transcurso de la entrevista, la información se organiza en diferentes objetos.

Los objetos básicos, los componentes principales del programa, son los documentos primarios (DPs a partir de ahora), las citas, los códigos y los memos (anotaciones). Junto a ellos, otros objetos importantes de la UH son las familias, los vínculos (relaciones entre objetos) y las vistas de red.

Se realizó el análisis teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

Los documentos primarios suelen ser la base del análisis porque corresponden a los datos obtenidos de la entrevista. Se tienen varias opciones en cuanto al formato de datos a utilizar. En primer lugar, y con mayor frecuencia, se tienen archivos de texto que contengan las entrevistas. Podemos incluir archivos de "texto plano" o texto sin editar (*.txt), documentos de Microsoft Word (*.doc), documentos en formato de texto enriquecido (*.rtf) la opción más recomendada, incluso documentación de Adobe e (*.pdf).

También se pueden incluir archivos multimedia como imágenes o fotos, archivos de audio y archivos de video.

Las citas son fragmentos de DPs que tienen algún significado, es decir, son fragmentos importantes. Se puede entender como la primera selección de material base, la primera reducción de información (Patton, 1990). Dependiendo de la naturaleza del documento principal a segmentar, las referencias pueden ser fragmentos de texto (palabras, frases, oraciones, párrafos), secciones rectangulares en imágenes, tramos en archivos de audio o video, o puntos en mapas.

El código es a menudo (pero no necesariamente) la unidad básica de análisis. El análisis generalmente se basará en ellos. Se puede entender como conceptualizaciones, resúmenes o agrupaciones de citas, que implican otro nivel de reducción de datos. Sin embargo, debe recordarse que estos no necesariamente están relacionados con las citas, es decir, los códigos también pueden usarse como "conceptos" útiles para el análisis y no necesariamente están directamente relacionados con la selección de texto, imágenes, sonidos, etc.

Una familia es un grupo de objetos. En el caso de la documentación primaria, el código y los comentarios, se pueden agrupar los programas en unidades que contendrán aquellos elementos que proporcionen a los analistas algunas

características comunes. Estas agrupaciones se pueden utilizar como una forma de organización y como una forma rápida y sencilla de seleccionar y filtrar componentes que cumplan con ciertas características. En términos de código, crear una familia puede ser un paso hacia el establecimiento de relaciones, la creación de código más abstracto y el desarrollo de bloques de construcción de modelos teóricos.

La vista de red o red semántica, es uno de los componentes más interesantes y diferentes de Atlas.ti y uno de los elementos principales del trabajo conceptual. Le permiten procesar información compleja de manera intuitiva utilizando la representación gráfica de varios componentes y las relaciones establecidas entre ellos.

Los resultados de la entrevista se agruparon por categorías generales que se evidenció en el análisis, en la tabla 5 se presenta las categorías y los resultados de cada una de ellas.

Tabla 2

Categorías y sus resultados

CATEGORÍA DESARROLLADA	COMENTARIO GENERAL
CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS	<p>Los estudiantes consideran que conocen profundamente lo que es una práctica de laboratorio de física, sus clases y el objetivo de las mismas.</p> <p>Los estudiantes consideran que conocen el nombre de varios materiales de laboratorio y la forma cómo utilizarlos para la experimentación.</p> <p>Los estudiantes expresan que comprenden los fenómenos físicos analizados en las prácticas</p>

	<p>de laboratorio realizadas mediante la UVE de Gowin.</p> <p>Los estudiantes pueden identificar las variables de la experimentación de las prácticas de laboratorio realizadas mediante la UVE de Gowin.</p>
<p>DESTREZAS PROCEDIMENTALES/ HABILIDADES EXPERIMENTALES</p>	<p>La UVE permite registrar de una manera sencilla la información de la práctica. La información que era investigada no solo era una copia y pega sino había un espacio de reflexión para poder analizar la información mediante mapas conceptuales.</p> <p>La UVE disminuye el tiempo en el que se</p>

adquieren los
conocimientos.

Se hace más fácil realizar la práctica de laboratorio, puesto que los estudiantes deciden cómo armar, qué materiales utilizar y los datos que debían registrar.

Al inicio del cuatrimestre se les hacía complicado el utilizar la UVE porque no tenían la experticia necesaria, pero con el tiempo fueron adquiriendo hasta tener un completo manejo de la misma.

En las prácticas de laboratorio los estudiantes aplican sus conocimientos teóricos, de modo que

relacionan con la experimentación.

Los estudiantes saben qué hacer durante el transcurso de las prácticas de laboratorio, no debían seguir guías tipo recetas ya establecidas.

Los estudiantes utilizarían este método para elaborar las prácticas de laboratorio, en los ciclos superiores y en su futuro ejercicio profesional puesto que consideran que es una herramienta basada en el constructivismo y muy didáctica, además permite tener ordenado y organizado los conocimientos,

relacionando la teoría con la práctica.

Los estudiantes consideran que lo más llamativo de la UVE es que existe un elemento que consulta una aplicación en la vida real del conocimiento adquirido. Lo que cambia lo referente al aula dónde el docente daba los ejemplos de aplicación, ahora ellos deben pensar o buscar una aplicación real.

Los estudiantes consideran que son ellos quienes descubren las fórmulas y demuestran de dónde se obtuvieron, lo que ayuda a comprender muy bien el conocimiento nuevo.

Se fomenta el trabajo en equipo y la organización puesto que la creatividad era compartida y todos apoyaban en las ideas para diseñar y realizar la práctica de laboratorio, permitía organizarse en sus funciones que desempeñaban en el transcurso de la práctica de laboratorio.

Aunque las prácticas se hacían de forma grupal cada estudiante tenía que presentar el informe de forma individual esto garantizaba que el estudiante esté involucrado en todo el proceso experimental conociendo qué fue lo que

hizo desde el principio hasta el final.

Los estudiantes expresan que se despierta la motivación por realizar la práctica porque se relacionaba la teoría conceptual con la práctica.

Los estudiantes comentan que las prácticas no son aburridas puesto que no se seguían siempre los mismos pasos, sino ya ellos sabían qué es lo que iban a hacer en el laboratorio, ya no ven a estas actividades como algo tedioso y complicado sino como una actividad interesante.

MOTIVACIÓN

Los estudiantes consideran que la UVE de

Gowin es una herramienta que permite que las prácticas de laboratorio de desarrollen de varias maneras, lo que demuestra que no existe un solo camino para llegar a un objetivo, eso es uno de los aspectos que más les llamó la atención.

Los estudiantes manifiestan que la UVE de Gowin es una herramienta innovadora para el desarrollo de las prácticas de laboratorio, puesto que ya no se sigue la receta de un libro, donde se les daba los objetivos a poner, y los materiales con los que debían utilizar la práctica, con esto se despierta el interés por la experimentación, puesto

que se demuestra también que no se sigue un solo camino para llegar a cumplir los objetivos sino es iniciativa del estudiante.

Se desarrolló el ingenio y el razonamiento de los estudiantes para diseñar y armar las prácticas de laboratorio por ellos mismo.

Otra destreza que se desarrolló con esta metodología es la actitud investigadora de los estudiantes sobre cada tema que estaba relacionado con la práctica que debían realizar, de modo que se alcanzó un mejor conocimiento.

Los estudiantes no sólo utilizaban material de laboratorio sino material casero, como juguetes, madera, cuerdas, botellas, etc. De modo que se percataban que para hacer experimentación no se utiliza material sofisticado.

ASPECTOS A MEJORAR

Se deben realizar más prácticas de laboratorio de ejemplo mediante la UVE de Gowin, conjuntamente entre el docente y los estudiantes, de modo que se tenga una experticia de cómo llenar cada elemento epistemológico de la UVE.

Los estudiantes consideran que es mejor que las preguntas de investigación, que es el

elemento principal de la UVE de Gowin se deba acordar y plantear conjuntamente con el profesor, puesto que se alcance el nivel conocimiento. O en su defecto tener más orientación para formularlas de modo que se alcance los objetivos educacionales esperados, porque al plantear los estudiantes las preguntas de investigación de cada práctica provoca que se tenga diferentes grados de profundidad en el conocimiento.

Diario de Campo

Los diarios de campo fueron elaborados por el docente-investigador por cada sesión de prácticas de laboratorio, es

preciso indicar que no se realizó un diario de campo por cada práctica puesto que en cada sesión se podían elaborar dos o más prácticas. De acuerdo al horario de clases de la asignatura de Estática y Cinemática, se acordó con los estudiantes que las prácticas se realizarán los días jueves, puesto que ese día se cuenta con 3 horas consecutivas de clases y son específicamente para la parte experimental.

Se realizaron 13 diarios de campo en total durante todo el cuatrimestre, en ellos se redactaron todo lo que se consideró relevante durante el desarrollo de las prácticas de laboratorio.

Entre los datos más relevantes que se puede extraer de los diarios de campo son los siguientes:

- 1.- Al comenzar la asignatura se les preguntó sobre sus preferencias académicas, 28 de los 30 estudiantes manifestaron que prefieren las Matemáticas antes que, a la Física, siendo las principales razones las malas experiencias con sus docentes anteriores y debido a que no encontraban la relación de la Física con el mundo real. Por lo que se comienza con el reto de que la nueva metodología para realizar prácticas de laboratorio mediante la UVE de Gowin cambie esta forma de pensar de los estudiantes y sientan un gusto por el estudio de la Física y vean su relación directa con el mundo exterior.

2.- Es un grupo muy colaborador predispuesto por aprender, por lo que expresaron verbalmente aceptar ser partícipes de la investigación para la tesis doctoral. Se formó los seis grupos de trabajo de cinco estudiantes cada uno, intentado que sean grupos homogéneos con hombres y mujeres por igual.

3.- Antes de presentar la UVE de Gowin, puesto que los estudiantes no eran acostumbrados a realizar mapas conceptuales, se les instruyó en cómo realizarlos con el fin de que puedan organizar la información y los contenidos, estableciendo la conexión entre los conceptos principales. Se realizó ejemplos prácticos con temas básicos relacionados a las ciencias naturales, de modo que sea más fácil asimilar esta nueva estrategia, luego se les pidió que elaboraran un mapa conceptual de forma grupal, de algún tema que a ellos les llame la atención, al final expusieron su mapa en paleógrafos durante 5 min. Se notó que los estudiantes pueden relacionar los conceptos con los términos de enlace, llegando a concluir que pueden elaborar mapas conceptuales de sus conocimientos, pudiendo mejorar la elaboración de los mismos con la práctica. Esto se realizó porque en uno de los elementos de la UVE se debe organizar la información, y mediante los mapas conceptuales lo podrán hacer de una mejor manera.

4.- Se les presentó a los estudiantes la UVE de Gowin, se les explicó un poco de su autor y la intención de su creación. Se les instruyó en cómo trabajar la UVE de Gowin para una práctica de laboratorio, utilizando la UVE adaptada para esta investigación. Se les explicó cada componente de la UVE mediante una práctica demostrativa. Es preciso indicar que ningún estudiante había realizado una práctica de laboratorio mediante la UVE de Gowin, y muchos de ellos no han realizado una práctica de laboratorio de Física como tal en sus cursos de Física anteriores, por lo que podemos concluir que no se sentirán obligados a cambiar de metodología en la elaboración de Prácticas de Laboratorio de Física.

5.- Los estudiantes realizan sus primeras prácticas de laboratorio, se propone que cada grupo realice su propia práctica, con las ideas y materiales que requieran cada uno, por lo que se tendrá diferentes informes de laboratorio mediante la UVE de Gowin, ellos ya lo podrán ir analizando desde antes del jueves (día de elaboración de la práctica) de modo que puedan traer materiales que no estén en el laboratorio de Física de la Carrera.

6.- Se realizaron todas las prácticas de laboratorio de acuerdo a la planificación. Cada grupo realizó la práctica de laboratorio

como ellos lo consideraron pertinente de modo que se responda la pregunta de investigación planteada, por lo que se tuvo 6 armajes y/o montajes diferentes de los experimentos, demostrando que no existe un solo método ni únicos materiales para realizar las prácticas de laboratorio.

7.- Para realizar las prácticas de laboratorio los estudiantes utilizaron material experimental con el que cuenta el laboratorio de física de la carrera, pero también utilizaron material que podían conseguir fuera de él, es decir, los traían de sus hogares. Esto demuestra que para realizar experimentación de estos temas no es estrictamente necesario contar con materiales sofisticados y de alto costo.

8.- En la elaboración de las primeras prácticas de laboratorio, se evidenció más dependencia de los estudiantes hacia el docente, puesto que al ser las primeras veces que realizaban experimentación y las primeras veces que llenaban la UVE de Gowin, tenían muchas dudas e inquietudes, que el docente fue resolviendo en cada práctica. Desde la quinta práctica los estudiantes ya no dependían permanentemente del docente, el docente daba las indicaciones generales y los estudiantes trabajaban por su cuenta, lo que demuestra que la UVE de Gowin permite que los estudiantes tengan autonomía y responsabilidad en sus trabajos y aprendizaje.

9.- Los estudiantes trabajaban en grupo y las preguntas que tenían algunos miembros del grupo eran respondidas por los otros miembros, esto demuestra que se produce un aprendizaje colaborativo, existe una mayor participación de los mismos en cada realización de práctica. No se observó estudiantes que no trabajen, todos tenían asignada una responsabilidad, y se observaba que iban alternándose en las mismas, de modo que cada uno podía armar la práctica, tomar mediciones, tomar datos, procesarlo, etc. Se observó que los estudiantes tenían predisposición por realizar las prácticas ya no lo veían como una actividad más dentro de la asignatura, sino que la veían como una actividad que permite relacionar los contenidos teóricos vistos en clases con el mundo real. Esto aumenta la motivación por aprender de ellos por realizar experimentación. Se siente un ambiente de tranquilidad en laboratorio de física, no existe miedo al preguntar, conversan entre ellos y llegan a acuerdos mutuos.

10.- Los estudiantes al realizar la experimentación y ser conscientes de qué es lo que están haciendo y por qué lo hacen, les permite tener seguridad sobre el manejo de materiales de laboratorio, y al complementar con material que eran traídos desde sus hogares hacían que pierdan el miedo por romperlo accidentalmente, lo que provoca que los estudiantes tenga una correcta manipulación del material con el que realiza la

práctica y al ser ellos quienes deciden qué material utilizar, les permite que al no conocer los nombres de los mismos lo investiguen por su propia cuenta, esto demuestra que los estudiantes conocen los nombres y cómo funcionan los materiales con los que realizan la experimentación y en caso de no conocerlo lo busquen por su cuenta o lo consulten con el docente.

11.- Todas las prácticas fueron realizadas satisfactoriamente, aunque cada grupo respondió su propia pregunta de investigación de acuerdo a la UVE de Gowin, es preciso indicar que los estudiantes pueden realizar experimentos de laboratorio que permitan demostrar, comprobar o verificar leyes físicas vistas en las clases teóricas, lo que demuestra que los estudiantes adquieren la capacidad de diseñar y elaborar una práctica de laboratorio de acuerdo a sus intereses, materiales y capacidades.

12.- Finalmente se puede indicar que los estudiantes eran los que construían su conocimiento mediante la elaboración de la práctica mediante la UVE de Gowin, el docente dejaba de ser el centro del aprendizaje, sino que el alumno lo que atribuye a un aprendizaje significativo. El estudiante se convierte en el centro del proceso educativo y el docente en un guía, las actividades las realiza el estudiante de acuerdo a sus conocimientos y capacidades.

CONCLUSIONES DE LA PRIMERA INTERVENCIÓN

En la tabla 6 se resume y se concluye el impacto ocasionado en las variables de estudio con el fin de establecer un plan de mejoras para la siguiente intervención de acuerdo a la metodología de Investigación-Acción.

Tabla 3

Conclusiones por variables de estudio

Habilidad Experimental	Valoración	Descripción Cualitativa
		De acuerdo a los resultados del test de conocimientos, se pudo observar que, aunque el promedio general de los estudiantes es bueno, lo que demuestra que los conocimientos adquiridos son aceptables de acuerdo a los logros de

aprendizaje de la asignatura, pueden ser mejorados.

Conocimientos
Adquiridos

Medio

Existen ciertos logros de aprendizaje que deben ser profundizados en la siguiente intervención con el fin de mejorar el promedio general y por ende los conocimientos adquiridos por los estudiantes.

De acuerdo a los informes de prácticas de laboratorio se pudo observar que les falta mejorar sus habilidades en ciertos

elementos
epistemológicos de la
UVE, pues tienen
calificación baja. En
algunos informes los
estudiantes no
pudieron contestar
correctamente el
elemento
afirmaciones de valor,
es decir, no pudieron
afirmar una
aplicación de los
conocimientos
adquiridos lo que se
contrasta o
complementa a los
resultados del test de
conocimientos en
donde fueron los
ejercicios prácticos los
que presentaron
mayores falencias.

Los estudiantes tienen el conocimiento necesario para realizar una práctica de laboratorio mediante la UVE, son capaces de diseñar, armar, tomar datos y procesar los mismos de modo que se obtengan las leyes físicas involucradas.

Los estudiantes conocen los nombres de los materiales de laboratorio y cómo se utilizan en la experimentación.

De acuerdo a la entrevista y a los

Motivación

Alto

diarios de campo se pueden evidenciar que los estudiantes muestran un gran interés por realizar prácticas de laboratorio, pues son conscientes de la relación que existe en la teoría con la práctica ya que son ellos quienes diseñan y realizan la misma, conocen qué y por qué deben realizar tal actividad dentro de la experimentación.

Los estudiantes muestran una participación activa en la actividad experimental, se

genera un aprendizaje
autónomo y
colaborativo.

Los estudiantes
desearían seguir
trabajando mediante
la UVE en los
siguientes cursos de
Física.

Los estudiantes ya no
ven al laboratorio
como una actividad
tediosa y sin sentido
en su asignatura.

Destrezas procedimentales/ habilidades experimentales	Alto	De acuerdo a los diarios de campo se pudo observar que los estudiantes adquieren destrezas y habilidades para realizar experimentación, son capaces de observar un fenómeno, reconocer los materiales de laboratorio, armar montajes, tomar datos, procesarlos, utilizar instrumentos de medida, todo esto con autonomía. Adquieren una experticia en la experimentación de modo que les será útil en su futuro ejercicio profesional como
--	------	--

docentes de física en el nivel medio.

De acuerdo a la grilla de evaluación de los informes de prácticas de laboratorios se pudo observar que los estudiantes tienen el mayor puntaje en el elemento epistemológico registro y transformaciones de valor, es decir, los estudiantes pueden tomar y procesar datos correctamente para extraer leyes Físicas, lo que demuestra que los estudiantes han adquirido destrezas o

habilidades
experimentales
adecuadas.

Existen ciertos
elementos
epistemológicos de la
UVE de Gowin que
deben ser bordados
con mayor
profundidad para la
siguiente intervención
de modo que los
estudiantes
comprendan mejor y
construyan el
conocimiento
esperado.

Plan de mejoras para la siguiente intervención

De acuerdo a los resultados de la primera intervención se plantan las siguientes acciones para la siguiente intervención de acuerdo a la metodología de Investigación-Acción:

1.- Se debe realizar más prácticas de laboratorio modelos mediante la UVE de Gowin, de modo que los estudiantes adquieran mayor experticia para realizar las prácticas correspondientes a la asignatura.

2.- Explicar más detalladamente cada elemento epistemológico de la UVE de Gowin con el fin de que los estudiantes conozcan a profundidad la estructura del informe de prácticas de laboratorio, enfatizar en los elementos en los que se tuvo menor puntaje en la primera intervención de acuerdo a la grilla de evaluación para poder corregir estas falencias.

3.- Se plantea que para tratar de que todos los grupos realicen un proceso similar y los conocimientos adquiridos sean los mismos para todos, las preguntas de investigación de cada práctica de laboratorio sean consensuada entre todos conjuntamente con el docente.

4.- El docente estará más en contacto con los estudiantes al momento de realizar las prácticas de laboratorio con el fin de conocer cómo se está llenando el informe de la práctica de laboratorio y poder guiar en caso de estarlo haciendo incorrectamente. Sobre todo, en las prácticas donde obtuvieron menor calificación de acuerdo a la grilla de evaluación.

Segundo Ciclo: Segunda intervención

Se presenta los resultados por cada instrumento de recolección de la información, es preciso indicar que para la segunda intervención se aplicó el plan de mejoras con el fin de obtener mejores resultados en las variables a investigar.

Informes de las prácticas de laboratorio mediante la UVE de Gowin:

En primer lugar, se analizó nuevamente todos los informes de las prácticas de laboratorio presentados por los estudiantes que cursaron la asignatura de Estática y Cinemática el cuatrimestre marzo 2021 – agosto 2021, para ello se utilizó la grilla de evaluación indicada anteriormente.

Son 20 estudiantes los que cursaron la asignatura de Estática y Cinemática durante el cuatrimestre marzo 2021 – agosto 2021, todos elaboraron las 15 prácticas de laboratorio propuestas en la investigación, dando un total 300 informes. Se incluyen algunos modelos de informes que presentaron los estudiantes, debido al modelo de la UVE de Gowin y por el procesamiento de datos en el que se utilizó el software Excel se acordó nuevamente con los estudiantes que los informes sean elaborados en forma digital en formato pdf, de modo que puedan agregar fotografías, tablas, mapas conceptuales, etc.

Estos informes fueron evaluados mediante la misma grilla de evaluación. Las calificaciones de las 15 prácticas de laboratorio elaboradas por los estudiantes.

El promedio final de la calificación de todos los 300 informes de prácticas de laboratorio evaluadas mediante la grilla es de 17/18. Es una calificación excelente a pesar de que es la primera vez que los estudiantes realizan una práctica de laboratorio de Física mediante la V de Gowin y la primera vez que los estudiantes realizan una práctica de laboratorio de Física. Puesto que por la pandemia ocasionada por la Covid-19 las prácticas de laboratorio tuvieron que ser semipresenciales, lo que en cierto modo provocó que el impacto no sea significativo ni igual no sea igual al de la primera intervención que fue de completamente presencial.

En la siguiente figura se presenta el promedio de calificaciones de los informes de prácticas de laboratorio, de igual manera el eje vertical indica el promedio de la calificación que alcanzaron los 15 estudiantes en cada práctica y el eje horizontal indica el número de práctica realizada, 1.- Expresión de un vector, 2.- Suma-resta de vectores, 3.- Ángulo plano, 4.- Torque, 5.- Centros de masa, 6.- Equilibrio de una partícula, 7.- Equilibrio de una viga, 8.- Masa y peso, 9.- Rozamiento seco, 10.- Poleas, 11.- Movimiento rectilíneo uniforme, 12.- Movimiento rectilíneo uniformemente variado, 13.- Movimiento de un proyectil, 14.- Movimiento circular uniforme y 15.- Movimiento circular uniformemente variado.

Se puede observar que el promedio de calificaciones tiende nuevamente a tener un comportamiento ascendente, nuevamente en los primeros informes los estudiantes no adquieren la experticia sobre cómo elaborar el informe mediante la UVE de Gowin, sin embargo, se muestra una mejoría comparado con el promedio de la primera intervención puesto que si comparamos los promedio iniciales, la primera vez se comenzó con un promedio de 13/18, siendo ahora el promedio inicial de 15/18, lo que evidencia que el plan de mejoras dio buenos resultados desde el inicio de la intervención.

Se puede observar que en los siguientes informes el promedio de calificaciones fue mejorando hasta alcanzar en cinco ocasiones calificaciones perfectas de 18/18. Las prácticas en la que se alcanzó estas calificaciones promedio fueron la 7.- Equilibrio de una Viga, 8.- Masa y peso, 9.- Rozamiento seco, 11.- Movimiento rectilíneo uniforme y 15.- Movimiento circular uniformemente variado. Esto demuestra que dio resultado las acciones que se plantearon en el plan de mejoras.

Igualmente se realizó el análisis de los elementos epistemológicos de la UVE de Gowin, se elaboró una tabla de frecuencia porcentual.

Se puede observar en la gráfica anterior que en general todos los elementos epistemológicos de la UVE de Gowin tienen una calificación alta, lo que demuestra que en la segunda intervención los estudiantes pudieron elaborar de una mejor manera los elementos de la UVE.

El elemento Registros y Transformaciones alcanzó el 100% de calificación máxima, es decir, todos los estudiantes en todas las prácticas pudieron completar correctamente este elemento, lo que demuestra que nuevamente los estudiantes presentan habilidades al momento, de tomar y procesar los datos provenientes de la práctica de laboratorio para determinar la ley física involucrada.

Los siguientes elementos con más alta calificación son el eje conceptual y afirmaciones de conocimiento, esto quiere decir que los estudiantes son capaces de reconocer los conceptos claves necesarios para diseñar y ejecutar la práctica de laboratorio y tienen la capacidad de reconocer el nuevo conocimiento que acaban de aprender. Esto es muy importante pues determina cuánto y qué aprendieron los estudiantes, capaces de relacionar la teoría con la experimentación.

El elemento objetos y eventos, tiene un porcentaje considerable de calificación máxima, es decir, los estudiantes son capaces de relacionar el enveto físico estudiado con la pregunta de investigación. Lo que demuestra que los estudiantes son capaces de seguir la UVE de Gowin para la elaboración de la práctica de laboratorio.

El elemento afirmaciones de valor, es el que nuevamente presenta menor calificación, nuevamente a los estudiantes les cuesta trabajo afirmar el para qué les sirve lo que acaban de aprender o si es bueno o malo este conocimiento nuevo, aunque son capaces de relacionar la teoría con la práctica y adquirir nuevo conocimiento en su mayoría no pueden establecer posibles aplicaciones directas del conocimiento nuevo.

Cuestionario-Test de Conocimientos

Se les aplicó el mismo test de conocimientos utilizado en la primera intervención, sus resultados se presentan a continuación.

De la misma manera este test de conocimientos se aplicó a los estudiantes antes y después de realizar las prácticas de laboratorio mediante la UVE epistemológica de Gowin, se calificó nuevamente a cada pregunta sobre dos puntos y se hizo una regla de tres para tener una calificación de 100. En la figura 21 se muestra el promedio de calificaciones del pre y post test de conocimientos, de los 15 estudiantes que tomaron la asignatura de Estática y Cinemática durante el cuatrimestre marzo 2021 – agosto 2021.

Como se puede observar en el gráfico anterior, el promedio de calificaciones muestra una notable mejoría luego de realizar las prácticas de laboratorio mediante la UVE de Gowin, tendiendo incluso a triplicar el promedio que obtuvieron antes de realizar la intervención. Esto evidencia nuevamente que el realizar las prácticas de laboratorio mediante la UVE epistemológica permite a los estudiantes adquirir conocimientos y destrezas para la resolución de ejercicios, esto concluye que se alcanzan los resultados de aprendizaje de la asignatura con esta metodología.

Es preciso indicar que en la segunda intervención se obtuvo un mejor promedio que en la primera intervención, esto evidencia que el plan de mejoras aplicado dio resultado puesto que se trataron de corregir los errores cometidos en la primera intervención.

De acuerdo a la gráfica anterior se puede observar que en todos los resultados de aprendizaje se obtuvo una mejora significativa en los promedios de calificaciones, inclusive una mejoría mayor que en la primera intervención ya que todos tienen un promedio sobre el 80/100 y factores de mejoría mayor a 2,4 (factor de mejoría=post-test/pre-test). Siendo el cuarto y quinto resultados de aprendizaje los tienen un promedio sobre el 90/100 con un factor de mejoría de 2,55 y 2,43 respectivamente. Esto evidencia que los estudiantes alcanzaron los logros de aprendizaje esperados para la asignatura.

Lo que se observa en esta intervención es que el menor resultado de aprendizaje obtenido es el primero, el de conocer y aplicar las normas del sistema internacional de unidades SI, puesto que en este resultado se incluyen preguntas que tienen que ver con los materiales de laboratorio y las magnitudes físicas principales y derivadas, esto puede ser debido a que por la pandemia no se hicieron todas las prácticas de laboratorio de forma presencial con el fin de evitar los contagios, algunas

se hicieron de forma virtual y en esos casos no estaban en contacto directo los materiales y equipos de laboratorio, sin embargo tiene un factor de mejoría de 3,97 con respecto al pre-test, lo que nos indica que la intervención tuvo un impacto positivo.

El segundo resultado es el que tiene una mejoría mayor, con un factor de 4 sobre el pre-test, esto implica que los estudiantes pueden resolver adecuadamente las operaciones con vectores tanto de forma analítica como tringonométrica, demostrando la utilizadad de la estrategia utilizada.

Entrevista

Después de terminar con la segunda intervención, es decir, luego de realizar todas las prácticas de laboratorio durante todo el cuatrimestre marzo 2021 – agosto 2021, se aplicó la misma entrevista a un grupo de 6 estudiantes, el grupo se eligió al azar de los 20 estudiantes que tomaron la asignatura de Estática y Cinemática. Se eligió a un estudiante al azar por cada mesa de trabajo de modo que se pueda tener un grupo representativo del total de la población.

Siguiendo nuevamente las orientaciones propuestas por Novak y Gowin (1988) la entrevista se aplicó de la siguiente manera:

- La entrevista se planificó con tiempo, con unas dos semanas de anticipación.
- El horario de la entrevista se acordó con los estudiantes de modo que todos estén tengan disponibilidad de tiempo. Se acordó una hora en la que no intervengan con el resto de sus actividades académicas, fuera de su horario de clases.
- Al ser todos los estudiantes mayores de edad se contó con su consentimiento informado para realizar la entrevista y que los resultados sean parte de esta investigación.
- La entrevista se realizó mediante la plataforma google meet.
- Se preparó los materiales necesarios para la entrevista, computadora, hojas de papel para los apuntes, etc.
- La entrevista fue grabada para su posterior transcripción y análisis.

La entrevista fue un conversatorio entre el docente investigador y los estudiantes involucrados, la misma que siguió las siguientes consideraciones:

- La entrevista no debe ser una sesión de enseñanza socrática.
- El entrevistador debe estar ampliamente familiarizado con el contenido que se va a cubrir

- Control de los factores relacionados con la personalidad.
- El entrevistador debe escuchar al estudiante que entrevista.
- Hay que tener paciencia
- Ambiente tranquilo y relajado
- Evitar las discusiones irrelevantes
- Emplear el mismo lenguaje del estudiante para repetir las preguntas o sondeos adicionales
- No debe imponerse la lógica del investigador
- La entrevista debe terminar con una nota positiva (Novak y Gowin, 1988).

Se aplicaron las mismas 18 preguntas de la entrevista

Los resultados de la segunda entrevista se agruparon nuevamente por categorías generales, en la siguiente tabla se presenta las categorías y los resultados de cada una de ellas.

Tabla 4

Categorías y sus resultados

CATEGORÍA DESARROLLADA	COMENTARIO GENERAL
---------------------------	--------------------

CONOCIMIENTOS
ADQUIRIDOS

Los estudiantes consideran que conocen profundamente lo que es una práctica de laboratorio de física, sus clases y el objetivo de las mismas, conocen el nombre y como se utiliza algunos materiales, también conocen softwares que permiten realizar experimentación

Los estudiantes expresan que han comprendido mejor los conceptos físicos involucrados porque para poder diseñar la práctica y seguir el proceso de la UVE de Gowin existe un elemento que hace referencia a los conceptos, pues se debe conocer los conceptos claves para diseñar la práctica.

Los elementos epistemológicos de la UVE de Gowin que más dificultad tuvieron eran las afirmaciones de valor y los

objetivos y eventos puesto que se les complica establecer una utilidad inmediata para el conocimiento adquirido, sienten que al comenzar recién el estudio de la física les falta más conocimiento para poder analizar de una mejor manera.

DESTREZAS
PROCEDIMENTALES/
HABILIDADES
EXPERIMENTALES

Los estudiantes expresan en su mayoría que se sienten preparado con destrezas y habilidades experimentales para realizar una práctica de laboratorio de otro tema de física.

Los estudiantes expresan que sus mayores destrezas experimentales son el cómo diseñar la práctica para que se responda la pregunta de investigación, les gusta diseñar de algunas formas no solo utilizando material

experimental sino otro tipo como material casero o tecnológico como Smartphones, etc.

Al ser los estudiantes quienes diseñan la práctica y por la carencia de material experimental para todos los grupos, algunos estudiantes optaron por reemplazar estos materiales por materiales caseros, e inclusive tecnológicos. Al ser experimentos sencillos de física básica pudieron obtener las leyes o principios físicos involucrados sin material sofisticado.

Los estudiantes consideran que la UVE permite registrar de una manera sencilla la información de la práctica de laboratorio, y con la experiencia pueden

realizar las prácticas de una manera más rápida, opinan que contiene todos los elementos epistemológicos necesarios para su desarrollo.

La mayoría de las destrezas las adquirieron con el tiempo mientras más prácticas de laboratorio realizaban y más informes presentaban, puesto que son conscientes que al inicio del cuatrimestre se les hacía complicado.

Los estudiantes expresan que les parece muy beneficioso realizar prácticas de laboratorio mediante la UVE de Gowin, puesto que es una forma sencilla en la que ellos se orientan para alcanzar el objetivo, es fácil de elaborar para realizar prácticas de laboratorio.

MOTIVACIÓN

Los estudiantes manifiestan que realizar prácticas de laboratorio les permitió trabajar en equipo, se sintieron involucrados en todo el proceso puesto que tenían actividades o responsabilidades asignadas.

También expresan que se despierta la motivación por realizar la práctica porque se relacionaba la teoría conceptual con la práctica y les motiva a investigar por su propia cuenta aspectos que no conocían, lo que les convierte en seres activos en su proceso de aprendizaje.

Los estudiantes indican que una de las ventajas de realizar prácticas de laboratorio mediante esta modalidad es que las prácticas no son aburridas no ven a estas actividades como algo tedioso y complicado sino

como una actividad interesante que les permite aprender cómo aplicar en la realidad sus conocimientos teóricos.

A los estudiantes les parece novedoso durante el desarrollo de las prácticas que ahora son ellos el centro del proceso educativo, son quienes construyen su conocimiento, pues realizan las actividades de forma autónoma, ya no son seres pasivos que deben escuchar todas las indicaciones del docente ni de un texto guía, es decir no existió un texto para prácticas de laboratorio.

El docente se convierte en un guía que realiza indicaciones puntuales, ya no es el que tiene el conocimiento y que ellos deben receptor.

Los estudiantes consideran que la UVE de Gowin es una estrategia muy útil que permite realizar prácticas de laboratorio de una manera sencilla y fomenta la reflexión del estudiante, y manifiestan que la utilizarían en su futura labor docente para realizar prácticas de laboratorio de física, pues quieren que sus futuros estudiantes también tengan una actitud crítica del por qué se realiza experimentación.

ASPECTOS A MEJORAR

Es evidente que para elaborar prácticas de laboratorio mediante la UVE de Gowin los estudiantes deben primero adquirir la destreza de su elaboración, conocer cada elemento epistemológico de la misma, por lo que se debe tener en cuenta realizar mayor

explicación y más ejemplos o durante el proceso acompañar más a los estudiantes puesto que, aunque la estrategia les da autonomía hasta que comprendan como elaborar la UVE debe el docente estar en constante revisión.

Diario de Campo

Los diarios de campo nuevamente fueron elaborados por el docente-investigador por cada sesión de prácticas de laboratorio, se precisa nuevamente que no se realizó un diario de campo por cada práctica puesto que en cada sesión se podían resolver dos o más prácticas. De acuerdo al horario de clases de la asignatura de Estática y Cinemática, se acordó con los estudiantes que las prácticas se realizarán los días viernes, puesto que ese día se cuenta con 3 horas consecutivas de clases de experimentación de los aprendizajes.

Se realizaron 12 diarios de campo en total durante todo el cuatrimestre, en ellos se redactaron todo lo que se consideró relevante durante el desarrollo de las prácticas de laboratorio de Física.

Entre los datos más relevantes que se puede mencionar de los diarios de campo son los siguientes:

1.- Se les consultó nuevamente sobre sus preferencias académicas al estudiar la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales, 12 de los 20 estudiantes manifestaron que prefieren las matemáticas antes que a la física y 4 indican que les gusta la docencia específicamente. Siendo las principales razones las malas experiencias con los docentes de colegio, puesto que indican que el proceso de enseñanza era mecánico, es decir, los docentes explicaban un tema, realizaban un ejercicio modelo y luego los estudiantes debían resolver ejercicios parecidos, no existía la reflexión ni el análisis del porqué se debían aplicar tales ecuaciones o fórmulas. Nuevamente se parte con el reto de cambiar esta concepción con la nueva metodología para realizar prácticas de laboratorio mediante la UVE de Gowin de modo que los estudiantes cambien esta forma de pensar y tengan un gusto por estudiar la rama de la física.

2.- Se observa que el grupo es colaborador a pesar de las limitaciones que se dieron por la emergencia sanitaria provocada por la COVID-19, expresaron verbalmente aceptar ser partícipes de la investigación para la tesis doctoral. Se formó los cinco grupos de trabajo de tres estudiantes cada uno, se intentó que sean grupos homogéneos repartidos aleatoriamente con hombres y mujeres por igual.

3.- Se les comenzó indicando otra estrategia que servirá para realizar la UVE de Gowin, es decir, los mapas conceptuales, los estudiantes expresaron que no eran acostumbrados a realizar mapas conceptuales en sus procesos de aprendizaje. Se les instruyó en cómo realizarlos con el fin de que puedan organizar la información y los contenidos, estableciendo la conexión entre los conceptos principales, esto será de mucha ayuda para elaboración de la UVE de Gowin. Se realizó nuevamente ejemplos prácticos con temas básicos relacionados a las ciencias naturales, de modo que sea más fácil asimilar esta nueva estrategia, luego se les pidió que elaboraran un mapa conceptual de forma grupal, de algún tema que a ellos les llame la atención, al final expusieron sus mapas conceptuales mediante presentaciones power point durante 5 min. Se notó que los estudiantes pueden relacionar los conceptos con los términos de enlace, es decir, tienen las nociones básicas de cómo elaborar mapas conceptuales.

4.- Teniendo en cuenta el plan de mejoras de la primera intervención, se les presentó la UVE de Gowin, los estudiantes expresaron que no la conocían y que nunca la han utilizado para sus clases. Se les explicó un poco de su autor y la intención de la creación de esta estrategia. Se les instruyó en cómo trabajar la UVE de Gowin para una práctica de laboratorio, utilizando la UVE adaptada para esta investigación. Se les explicó cada componente de la UVE mediante tres prácticas de laboratorio demostrativas, perímetro de una circunferencia, caída de los cuerpos por fricción del aire y teorema de Euler. Al ser la primera vez que realizan prácticas de laboratorio con esta metodología no se verán forzados a cambiar de metodología para la realización de prácticas.

5.- Los estudiantes realizan sus primeras prácticas de laboratorio, se propone que cada grupo realice su propia práctica, y de acuerdo al plan de mejoras las preguntas centrales de investigación de cada práctica se acordaron conjuntamente entre todo el grupo y el docente. Los estudiantes realizan sus prácticas de acuerdo a sus ideas y materiales que requieran cada uno, por lo que se tendrá diferentes informes de laboratorio mediante la UVE de Gowin, pero cada práctica debe responder la misma pregunta de investigación. Se les indicó con días de anticipación la práctica

de laboratorio que se iba a realizar y la pregunta de investigación central que guía a su elaboración, de modo que ellos ya analizaban con anterioridad lo que podían y los materiales que podrían necesitar, esto hace que, si no cuentan con todos los materiales en laboratorio, puedan utilizar otros materiales.

6.- Se realizaron todas las prácticas de laboratorio de acuerdo a la planificación de la investigación, algunas se realizaron en el laboratorio de física y otras mediante simuladores especializados. Cada grupo realizó la práctica de laboratorio como ellos lo consideraron pertinente, por lo que se tuvo 5 armajes y/o montajes diferentes de los experimentos, demostrando que no existe un solo método ni únicos materiales para realizar las prácticas de laboratorio de la asignatura de Estática y Cinemática.

7.- Para realizar las prácticas de laboratorio los estudiantes utilizaron material experimental con el que cuenta el laboratorio de física de la carrera, pero también utilizaron material que podían conseguir fuera de él, es decir, los traían de sus hogares. A más de ellos desarrollaron prácticas de laboratorio mediante simuladores o Smartphones. Esto demuestra que para realizar experimentación de estos temas no es estrictamente necesario contar con materiales

sofisticados y de alto costo, puede hacerse con material de fácil adquisición y con la ayuda de la tecnología.

8.- De acuerdo al plan de Mejoras el docente mantuvo un contacto permanente en la elaboración de la primera práctica de laboratorio, de modo que se ayude con las orientaciones necesarias para elaborar la UVE de Gowin, de modo que se minimicen los errores que puedan cometer los estudiantes en algunos elementos epistemológicos de la UVE de Gowin. Se observó de igual manera que al inicio existe mayor dependencia de los estudiantes hacia el docente, hacían preguntas frecuentes relacionadas a los elementos epistemológicos, en los elementos que más tuvieron dificultad para completarlo eran los conceptos teóricos, las afirmaciones y cocimiento y las afirmaciones de valor. También presentaban muchas dudas e inquietudes, con respecto al armado de una práctica de laboratorio, aunque tenían la idea de lo que querían hacer, al momento de realizarla había pequeños detalles que no lo consideraron por lo que el docente ayudó en todo momento. Desde la segunda práctica los estudiantes ya presentaban un experticia en la elaboración de la UVE, donde el docente tuvo que brindar pequeñas asesorías era en el montaje de la prácticas, ya que eran las primera veces que utilizaban materiales experimentales de un laboratorio no sabían cómo utilizarlos específicamente, sin embargo, no eran

muchos los materiales nuevos que debían utilizar, más que la balanza, un dinamómetro, masas, cuerdas, cronómetros los cuales utilizaron los de sus Smartphones, goniómetros, flexómetros, cuerpos diferentes, etc., materiales que no son muy complicados de utilizar pero debían darse pequeñas orientaciones, puesto que ellos también investigaban qué material utilizar y cómo. En conclusión, el docente daba las indicaciones generales al inicio de la práctica y los estudiantes trabajaban por su cuenta en grupo, demostrando que la UVE de Gowin permite que los estudiantes tengan autonomía y responsabilidad, fomentado el aprendizaje colaborativo y construcción personal de sus conocimientos.

9.- Durante todas las prácticas de laboratorio los estudiantes mostraron un trabajo en equipo y las preguntas que tenían algunos miembros del grupo eran respondidas por los otros miembros, esto demuestra que se produce un aprendizaje colaborativo, existe una mayor participación de los mismos en cada realización de práctica. No se observó estudiantes que no trabajen, todos tenían asignada una responsabilidad, y se observaba que iban alternándose en las mismas, de modo que cada uno podía armar la práctica, tomar mediciones, tomar datos, etc. Se pudo observar que los estudiantes tenían predisposición por realizar las prácticas ya no lo veían como una actividad más dentro de la asignatura, sino que la veían

como una actividad que permite relacionar los contenidos teóricos vistos en clases con el mundo real. Esto aumenta la motivación por aprender de ellos por realizar experimentación.

10.- Los estudiantes muestran tranquilidad al momento de realizar las prácticas de laboratorio, se evidencia que saben qué es lo que quieren realizar o demostrar con la experimentación. También se evidencia el interés por realizar la práctica de laboratorio, se les ve en todo momento realizar alguna actividad. Se observa un trabajo en equipo, existen estudiantes que asumen el liderazgo y distribuyen las tareas a los estudiantes, pero las actividades van alternándose en cada práctica de modo que todos hacen lo mismo, aunque se nota que hay estudiantes más motivados que otros en armar la práctica, tomar datos y procesarlos. Esta motivación también se observó de forma virtual al realizar las prácticas de laboratorio con simuladores. Es preciso indicar que, aunque se hizo prácticas en simuladores, se mantuvo contacto permanente con ellos mediante la plataforma google meet. El docente observaba todo lo que ocurría, se podía compartir pantalla de modo que pueda ver qué es lo que estaba haciendo cada estudiante, aunque cada estudiante hacía lo suyo desde sus hogares luego ellos planificaban y se organizaban en grupo

para elaborar y presentar el informe mediante la UVE de Gowin.

11.- Se observó que todas las prácticas fueron realizadas satisfactoriamente, los estudiantes se sentían satisfechos pues podían aplicar sus conocimientos teóricos a la experimentación, es decir, a la vida real, manejaban los materiales y simuladores con versatilidad, existían un compromiso implícito de ellos por aprender y construir sus conocimientos.

En la siguiente tabla se resume y se discute el impacto ocasionado en las variables de estudio con el fin de tener conclusiones de la segunda intervención.

Tabla 5

Conclusiones por variables de estudio

Habilidad Experimental	Valoración	Descripción Cualitativa
Conocimientos Adquiridos	Alto	<p>De acuerdo a los resultados del test de conocimientos se puede concluir que el nivel de conocimientos adquiridos es alto puesto que se alcanzan los resultados de aprendizaje esperados para la asignatura de Estática y Cinemática, el promedio general es satisfactorio y no existen estudiantes que reprobren la asignatura.</p> <p>De acuerdo a los informes de prácticas de laboratorio se concluye que los estudiantes conocen</p>

los elementos epistemológicos de la UVE de Gowin y cómo utilizarlas para realizar una práctica de laboratorio de física, tienen el conocimiento para elaborar una práctica de laboratorio de otro tema de física. Sin embargo, hay que tener en cuenta que a los estudiantes les cuesta adquirir las destrezas necesarias para elaborar la UVE de Gowin, por lo que se tienen que explicar muy detalladamente y realizar varios ejemplos modelos.

Hay que precisar que aunque se alcancen los

resultados de aprendizaje esperados, de acuerdo al test de conocimientos y a los informes de prácticas de laboratorio, todavía quedan aspectos por mejorar.

De acuerdo a la entrevista y a los diarios de campo se puede concluir la gran utilidad que brinda la UVE de Gowin para desarrollar prácticas de laboratorio. Pues permite que los estudiantes trabajen colaborativamente y activamente. Pueden relacionar los conocimientos

Motivación	Alto	<p>teóricos con la experimentación ya sea en un laboratorio o de forma virtual mediante simuladores. Los estudiantes toman una actitud crítica y reflexiva ante la actividad experimental ya no lo ven como una actividad sin sentido que se debe realizar dentro de la asignatura. Esto despierta la motivación y el interés sobre la Física.</p> <p>La UVE de Gowin les permite que sean los estudiantes los investigadores, que sean ellos quienes</p>
------------	------	---

planifiquen, diseñen y armen la práctica de laboratorio, ya no tienen que seguir las instrucciones de un guía tradicional o las del docente.

El docente asume una posición de orientador y guía ya no de ser el centro del aprendizaje, esto también motiva a los estudiantes. Pues es el objetivo principal para que se produzca un aprendizaje significativo de acuerdo a la teoría constructivista.

De acuerdo a los diarios de campo se puede concluir que los

Destrezas procedimentales/ habilidades experimentales	Alto	estudiantes mediante la UVE de Gowin adquieren destrezas y habilidades experimentales para realizar experimentación, son capaces de observar un fenómeno, seguir una pregunta de investigación y de acuerdo a ello, diseñar y armar una práctica de laboratorio. Pueden reconocer materiales de laboratorio ya sea físicos o virtuales. Pueden procesar datos mediante proceso estadísticos o softwares como el Excel.
--	------	--

De acuerdo a la grilla de evaluación de los informes de prácticas de laboratorios elaborados mediante la UVE de Gowin se concluye que los estudiantes tienen las destrezas y habilidades experimentales necesarias para desarrollar prácticas de laboratorio de Estática y Cinemática y de los futuros temas que sean de su objeto de estudio. Tienen la experticia para diseñar, armar, tomar datos, procesar y obtener leyes o demostraciones físicas.

De acuerdo a la UVE de Gowin no solo pueden elaborar prácticas de laboratorio sino que tienen las destrezas para adquirir nuevos conocimientos de forma autónoma.

El libro analizó el impacto ocasionado en los estudiantes de Estática y Cinemática de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca-Ecuador, al realizar prácticas de laboratorio de Física mediante la UVE epistemológica de Gowin, siguiendo la Metodología de Investigación-Acción.

Para terminar, se sintetizará, analizará y discutirá los resultados obtenidos en cada una de las variables consideradas en la investigación.

En esta investigación se analizó los conocimientos de los estudiantes antes y después de realizar las prácticas de laboratorio de Física mediante la UVE de Gowin, para ello se aplicó un cuestionario tipo test de conocimientos, de acuerdo a los cinco resultados de aprendizaje de la asignatura, se aplicó el test de conocimientos en las dos intervenciones siguiendo la metodología de Investigación-Acción.

De acuerdo a los resultados se pudo evidenciar que los estudiantes superan los aprendizajes mínimos propuestos en la asignatura, no existió estudiantes que reprueben la asignatura lo que es un buen indicador. En las dos intervenciones la mejora en el promedio del test de conocimientos es significativa, es preciso indicar que, en la segunda intervención debido al plan de mejoras aplicado, el promedio de calificaciones fue mucho mayor, tal como se muestra en la figura 23, lo que demuestra que la metodología Investigación-Acción puede ser recomendable para realizar intervenciones para mejorar la práctica educativa, pues como lo afirma Colmenares (2008) el objetivo de la investigación-Acción es mejorar la práctica docente a través de la investigación.

El que todos los estudiantes hayan aprobado la asignatura y con un promedio general alto de calificaciones del test de conocimientos, demuestra que realizar las prácticas de

laboratorio mediante la UVE de Gowin ayuda a que los estudiantes adquieran los conocimientos propuestos para la asignatura. Los estudiantes expresaron que son los que construyeron sus conocimientos de una manera diferente, estableciendo una conexión entre lo que ya conocen y la nueva información, de modo que el nuevo conocimiento tenga significado y así se produzca un aprendizaje significativo, tal como lo indican Novak (1991), Ausubel (1983) y Novak y Gowin (1988) quienes aluden que la construcción de los nuevos conocimientos comienza relacionándolos con los conceptos que ya poseen los estudiantes. En este caso la UVE de Gowin es la herramienta que permite relacionar el conocimiento previo y el nuevo conocimiento, tal como lo afirma Moreira (2006) la UVE epistemológica de Gowin actúa como puente cognitivo que ayuda a reactivar los conocimientos dormidos en la estructura cognitiva de los estudiantes permitiendo relacionar un aprendizaje con el conocimiento nuevo produciéndose así un correcto aprendizaje.

Se puede concluir también que los conocimientos se guardan en la memoria de largo plazo puesto que el test de conocimientos se aplicó al finalizar el cuatrimestre, transcurriendo más de 3 meses desde la primera práctica de

laboratorio realizada, es decir, los estudiantes guardaron los conocimientos desde el inicio de la intervención, un claro ejemplo de que se produce un aprendizaje significativo puesto que coincide con lo expuesto por Davila (2000) quien manifiesta que una de las ventajas del aprendizaje significativo es que los estudiantes guardan en su memoria de largo plazo la nueva información.

Los estudiantes al realizar las prácticas de laboratorio mediante la UVE de Gowin relacionaron la parte conceptual, la parte metodológica y el mundo real, lo que les permitió ver la utilidad de los conocimientos nuevos que están aprendiendo, coincidiendo con Beltrán (2003) al afirmar que el único aprendizaje verdadero es aquel que verifique que los alumnos podrán “aprender ciencia” y “aprender a hacer ciencia.

De acuerdo a los informes de las prácticas de laboratorio también se evidenció que el porcentaje de los elementos epistemológicos de la UVE de Gowin llenados correctamente es alto, es decir, los estudiantes pudieron elaborar correctamente las prácticas de laboratorio, de modo que pudieron construir su conocimiento continuamente, relacionaron la teoría con la experimentación de modo que redescubrieron las leyes físicas involucradas, expusieron afirmaciones de conocimiento y afirmaciones de valor y todo

esto lo presentaron a través de un informe de práctica de laboratorio diferente a las tradicionales, resultado que coincide con lo expresado por Guardian y Ballester (2011) quienes mencionan que la UVE de Gowin estimula el aprendizaje significativo dado que en su estructura contiene elementos epistemológicos que desarrollan en los educandos la curiosidad, la capacidad de relacionar los hechos naturales o artificiales con sus ideas; el desarrollo de habilidades como: la observación, el descubrimiento de problemas, la búsqueda de información, su verificación, la extracción de conclusiones, el comunicar y valorar sus resultados.

Los resultados relacionados con los conocimientos adquiridos obtenidos en esta investigación coinciden con los estudios realizados por Guardian y Ballester (2011), Gil et al. (2013), Herrera (2012), Castro et al. (2015), Hernández (2002), Morantes et al. (2013), Grajales (2013), María et al. (2011), Flores (2010), Caraballo y Andrés (2014) Oyuela y López (2021) y Castro y Vega (2021) quienes concluyeron que los estudiantes mejoraron su calidad de aprendizaje, es decir, alcanzaron un aprendizaje significativo y que mediante la UVE de Gowin se pudo integrar la teoría y la práctica lo que provocó un enriquecimiento de conocimientos relacionados con la Física. Comprendieron los aspectos relevantes de la estructura de un problema físico, prestaron más atención a los pasos que se deben realizar, incidiendo positivamente en la comprensión

del conocimiento involucrado, es decir, favoreció los procesos cognitivos mediante la reflexión y el diálogo.

Debido al promedio de calificaciones de los informes de prácticas de laboratorio podemos afirmar que la UVE de Gowin permite que mientras se la vaya realizando el estudiante va aprendiendo, pues en los últimos informes el promedio era mayor, tal como la afirma Sansón et al. (2005) con esta herramienta se construye socialmente el conocimiento conforme se vaya elaborando la UVE de modo que el estudiante gane experticia.

De acuerdo a los diarios de campo y la entrevista aplicada a los grupos focales se pudo evidenciar que los estudiantes conocen el porqué de la práctica de laboratorio, es decir, pueden aplicar los conocimientos teóricos a la experimentación, los estudiantes son capaces de reflexionar y dialogar en su grupo de trabajo sobre el objetivo de cada práctica y qué es lo que realmente quieren redescubrir cuando la realizan, esto provoca que los estudiantes sean conscientes y responsables de su aprendizaje con la capacidad de educarse por sí mismos, resultado que coincide con las afirmaciones de Novak (1991) quien manifiesta que el aprendizaje no es una actividad que debe de compartirse, más bien es una responsabilidad individual de cada sujeto.

Mediante la UVE de Gowin, los estudiantes dejaron de ser seres pasivos y pasan a ser seres activos, capaces de construir su conocimiento, mediante las prácticas de laboratorio van relacionando la teoría con la experimentación, armando conceptos, teorías y afirmaciones de valor sin que el docente esté involucrado directamente, este resultado es una de las características principales del aprendizaje significativo de acuerdo a Dávila (2000).

Se evidencia que los estudiantes sienten interés por la experimentación en Física, ahora ya no lo ven como una actividad académica más dentro de su pensum de estudios, conocen la utilidad de las prácticas de laboratorio dentro del proceso de enseñanza, ahora son conscientes de lo que pueden hacer por sí mismos, es decir, se despierta la investigación científica. Todo esto se complementa con los aprendizajes significativos que los estudiantes adquirieron, este resultado coincide con las afirmaciones de Palmero (2011) quien manifiesta que el aprendizaje significativo en los estudiantes viene acompañado de un crecimiento afectivo y de interés hacia la asignatura.

En la investigación se demostró que no existía una forma única de realizar las prácticas de laboratorio, cada grupo de estudiantes de acuerdo a sus conocimientos y habilidades eran capaces de diseñar y armar la práctica de laboratorio para

responder la pregunta central de investigación, para ello los estudiantes utilizaron otros materiales que no eran específicamente de laboratorio, lo que despertó el interés y la motivación de los estudiantes pues se evidenciaba que no es necesario contar un material sofisticado para realizar experimentación, lo que es bueno para ellos ya que al ser futuros docentes deben estar conscientes que no todos los centros educativos contarán con un laboratorio de física o material experimental, este resultado coincide con Novak y Gowin (1988) quienes expresan que la UVE posee la característica de que en sí no existe una manera “correcta” o “óptima” de llevar a cabo una investigación, más bien depende de la forma en que el estudiante controle y desarrolle cada uno de los elementos que la componen.

Los estudiantes son conscientes de la utilidad de la UVE de Gowin dentro de su formación como docentes de Física, pues gracias a ello tienen interés por realizar investigación como complemento a su proceso de aprendizaje, estos resultados coinciden con los expuestos por Guardian y Ballester (2011) quienes demostraron que los estudiantes conocen el beneficio que brinda la UVE de Gowin para el desarrollo de prácticas de laboratorio, por ende la motivación por realizar experimentación mejoró notablemente, también concuerda y con María et al. (2011) quien demostraron que los estudiantes

prestaron atención a los pasos realizados en la UVE, manifestando que era positiva y necesaria para favorecer sus procesos de comunicación, incidiendo positivamente en la motivación.

Mientras los estudiantes realizaban las prácticas de laboratorio se evidenció un cambio de actitud en los mismos pues se notaron entusiasmados por la experimentación, trabajaban en grupo participativamente, tomaban una actitud investigadora, resultados que coincide con Gil et al. (2013), Herrera (2012), Castro et al. (2015), Oyuela y López (2021) y Castro y Vega (2021) quienes en sus investigaciones observaron que existió un cambio de actitud en sus estudiantes, pues conocían los estudiantes comprendían lo que estaban haciendo y desarrollaban una actitud científica.

La última variable considerada fue las destrezas procedimentales y/o habilidades experimentales que los estudiantes adquirieron luego de realizar las prácticas de laboratorio de Física mediante la UVE de Gowin. Es preciso recordar que en efecto la UVE de Gowin surgió originalmente para ayudar a estudiantes y docentes a entender el trabajo científico en un laboratorio de modo que los estudiantes conozcan el proceso de construir su propio conocimiento a través de la experimentación (Herrera y Sánchez, 2019), por lo

que es aquí donde se produce un mayor impacto durante las intervenciones.

De los resultados se pudo evidenciar que los estudiantes mediante la UVE de Gowin adquieren destrezas para realizar experimentación, son capaces de observar un fenómeno, seguir o plantearse una pregunta de investigación y de acuerdo a ello, diseñar y armar una práctica de laboratorio de modo que pueden relacionar y/o aplicar la teoría con el mundo real, resultado que coincide con lo expuesto por Izquierdo (1995) quienes manifiestan que la UVE puede ayudar al estudiante a expresar su estructuración de ideas, modelos teóricos y la utilidad, demostrando que el conocimiento no es algo desligado de la realidad, sino que es un reflejo de la misma.

Se observó también que los estudiantes pudieron reconocer materiales de laboratorio ya sean físicos o virtuales, procesar datos mediante procesos estadísticos o con la ayuda de softwares, obtener los conocimientos buscados y presentar todo ello mediante un informe detallado. A más de ello los estudiantes expresaron que pueden replicar el experimento en su futuro ejercicio profesional en temas similares u otros temas de la rama de la Física, todas estas acciones son destrezas experimentales según Rodríguez y Llovera (2014) quienes manifiestan que las acciones de aprendizaje

procedimentales que los estudiantes realizan dentro del laboratorio son; motivarse por aprender Física, orientarse en cómo proceder para realizar el experimento, utilizar correctamente los instrumentos de medición, identificar las fuentes de errores en las mediciones, procesar los datos experimentales, sacar conclusiones sobre el experimento, presentarlas por escrito en un informe y diseñar experimentos similares por sí mismos.

Los resultados demuestran que los estudiantes pueden elaborar un informe de práctica de laboratorio mediante la UVE de Gowin, pues son capaces de observar un fenómeno, mediante una pregunta de investigación analizarlo experimentalmente y obtener conclusiones o afirmaciones de conocimiento, resultado que coincide con lo expuesto por; Flores (2010) quien expresa que se inicia con una situación en el que intervienen una serie de conceptos y de una pregunta focal que debe dar respuesta a la situación en los aspectos metodológicos y conceptuales de la UVE, y con los resultados de Hernández (2002), Sanabria et al. (2006), Morantes et al. (2013) y Oyuela y López (2021) quienes en sus investigaciones demostraron que la UVE ayudó a los estudiantes a focalizarse en lo que estaban estudiando, les facilitó el planteamiento de las preguntas de investigación y la organización de la metodología a seguir, selección de materiales adecuados para la experimentación, registro y transformaciones de datos,

trabajo en equipo, sirviendo como una guía para preparar y llevar a cabo la práctica de laboratorio para alcanzar los objetivos educativos planteados.

Se evidencia también que la UVE de Gowin no solo sirve únicamente para elaborar y presentar un informe de prácticas de laboratorio sino que mediante una secuencia de actividades ayuda a que los estudiantes adquieran destrezas científicas para construir nuevos conocimientos de forma autónoma de modo que se fomente una actitud investigadora, tal como lo afirman Insausti y Merino (2016) y Herrera (2012) si las actividades de laboratorio están bien desarrolladas y diseñadas permitirán al educando enfrentarse a situaciones problemáticas que se asemejan a las de un investigador, lo cual lo conducirá a que se familiarice con los procedimientos científicos inherentes a las ciencias.

Esto demuestra la importancia de la UVE de Gowin, pues permite a los estudiantes realizar experimentación de una manera diferente a la tradicional, pues ahora son ellos quienes diseñan y realizan las prácticas de laboratorio de acuerdo a sus conocimientos previos, capacidades y recursos, de modo que se produzca un aprendizaje científico y significativo, coincidiendo con lo expuesto por Rua y Alzate (2012) quienes expresan que desde el punto de vista del constructivismo, la actividad experimental cumple un papel transcendental en la enseñanza-aprendizaje siempre y cuando esté enfocada en que

los estudiantes utilicen sus conocimientos previos y que estos evolucionen hacia construcciones más científicas. Esto también se observó en la investigación, los estudiantes al realizar las prácticas de laboratorio de Física mediante la UVE de Gowin conocieron cómo trabajan los científicos y las habilidades o destrezas que poseen, resultado que coincide con Herrera (2012) que en su investigación demostró que la UVE permite que los estudiantes adquieran habilidades de indagación científica, de la misma manera coincide con Castro et al. (2015) quienes demostraron que los estudiantes que aplicaron la UVE de Gowin como informe de laboratorio adquirieron destrezas procedimentales.

Con la ayuda de la UVE los estudiantes pudieron diseñar prácticas de laboratorio con material sencillo o casero, puesto que el laboratorio no contaban con material suficiente para todos y porque consideraron que sería más factible para ello hacerlo a su manera, lo que demuestra que se puede realizar experimentación de Física Básica sin material sofisticado de alto costo, resultado que coincide con Ubaque (2009) quien manifiesta que es posible hacer “buena Física” planificando experimentos con materiales sencillos y baratos, además usando ese verdadero semillero de situaciones problemáticas que nos brinda el entorno que nos rodea.

Una de las destrezas que más sobresalió en los estudiantes era el trabajo colaborativo, pues era en su grupo donde discutían y tomaban decisiones sobre cómo realizar las prácticas de laboratorio, qué materiales utilizar, qué datos medir, cómo procesarlos, etc. resultado que coincide con Martínez y Flores (2015) quienes en su trabajo de investigación descubrieron que los educandos aprendieron a trabajar colaborativamente.

Los estudiantes comprendieron la utilidad de la UVE y el informe que se realizaba a través de él, eso se demuestra por el nivel de perfección con el que el estudiante las realiza con el pasar del tiempo, es decir, las últimas prácticas son mejores elaboradas en comparación con las primeras, esto se observó en las dos intervenciones, este resultado coincide con Ruiz et al. (2005) quienes en su investigación aluden que los estudiantes comprendieron de manera progresiva que los informes de laboratorio son un documento valioso para la comunicación de ideas, procesos y conclusiones acerca de una actividad experimental que normalmente haría un científico.

Mediante la metodología de la Investigación-Acción se pudo observar que con la reflexión y un plan de acción el impacto de la aplicación de la UVE de Gowin para realizar prácticas de laboratorio es positivo, puesto que los resultados de la segunda intervención tienen una mejoría comparado con los de la primera. Sin embargo, es preciso indicar que en las dos

intervenciones los estudiantes adquirieron nuevos conocimientos, mejoró su motivación y desarrollaron destrezas actitudinales y procedimentales, lo que evidencia la utilidad de utilizar esta estrategia para realizar prácticas de laboratorio de Física pues les permite relacionar la teoría con la práctica, lo que la convierte en una poderosa estrategia para la actividad experimental.

Referencias

- Abril, O. y Arévalo, D. (2008). La experiencia del laboratorio en la enseñanza de la física. *Revista Educación en Ingeniería*, 3(5), 68-74.
- Albán, J. y Calero, J. (2017). El rendimiento académico: aproximación necesaria a un problema pedagógico actual. *Revista Conrado*, 13(58), 213-220.
- <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/498>
- Alfonso, C. A. (2004). *Física experimental en Internet*. <https://fdocuments.ec/document/fisica-experimental-en-internet-modelo-del-informebrinda-la-estructura.html>
- Álvarez, A. S. (2018). *Estrategia metacognitiva en el aprendizaje de ciencias en la universidad: el empleo del diagrama en V en los trabajos prácticos de laboratorio de Microbiología Ambiental*. [Tesis de doctorado]. Universidad Nacional del Comahue.
- <http://rdi.uncoma.edu.ar/handle/123456789/15609>
- Andrés, M. (2005). *Diseño del trabajo de laboratorio con bases epistemológicas y cognitivas: caso carrera de Profesorado de Física*. [Tesis doctoral]. Universidad de Burgos, Burgos, España.
- Andrés, M., Pesa, M. y Meneses, J. (2006). La actividad experimental en física: visión de estudiantes universitarios. *Revista Paradigma*, 27(1), 349-363.
- http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1011-22512006000100003

- Arias, J. D. y Carmona, G. (2008). *Prácticas de laboratorio no convencionales en física: un vínculo entre la teoría y la práctica: grado décimo*. [Tesis de grado]. Universidad de Antioquia.
- Arrieta, X. (2000). Fundamentos de un modelo para la enseñanza práctica de la Física. *Encuentro Educativo*, 7(2), 161-179.
- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. 2º Ed. TRILLAS México.
- Barberá, O. y Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 14(3), 365-379.
- Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida*. McGraw-Hill.
- Bausela, E. (2004). La docencia a través de la investigación-acción. *Revista Iberoamericana de Educación*, 35(1), 1-9.
<https://rieoei.org/RIE/article/view/2871>
- Beltrán, J. (2003). Estrategias de aprendizaje. *Revista de Educación*, 1(332), 55-73.
<https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/83987>
- Berger, P. L. y Luckmann, T. (2001). *La construcción social de la realidad*. Madrid, España: Amorrortur Editores.
- Bernaza, G., Corral, R. y Douglas, C. (2006). Una propuesta didáctica para el aprendizaje de la Física. *Revista Iberoamericana de educación*, 37(5), 1-10.

<https://rieoei.org/historico/deloslectores/experiencias110.htm>

Bribiesca, L. y Merino, G. (2008). Teorías, modelos y paradigmas en la investigación científica. *Ciencia*, 59(2), 79-88.

Cabero, J. y Llorente, M. (2015). Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC): escenarios formativos y teorías del aprendizaje. *Revista Lasallista de investigación*, 12(2), 186-193.

<https://www.redalyc.org/pdf/695/69542291019.pdf>

Campanario, J. y Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de Ciencias. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 18(2), 155-169.

<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21652>

Caraballo, D. y Andrés, M. M. (2014). Trabajo de laboratorio investigativo en física y la V de Gowin como herramienta orientadora para el desarrollo del pensamiento científico en educación media. *Revista de investigación*, 38(82), 37-64.

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142014000200003

Castiblanco, O. y Vizcaíno, D. (2008). La experiencia del laboratorio en la enseñanza de la física. *Revista Educación en Ingeniería*, (5), 68-74.

Castro, E., Peley, R. y Morillo, R. (2006). La práctica pedagógica y el desarrollo de estrategias instruccionales

desde el enfoque constructivista. *Revista de Ciencias Sociales*, 12(3), 581-587.

<http://ve.scielo.org/pdf/rcs/v12n3/art12.pdf>

Castro, M., Gutiérrez, E., Marín, M. y Ramos, P. (2015). Impacto de la uve de Gowin en el desarrollo de conocimientos, razonamientos e inteligencias múltiples. *Perspectivas docentes*, 1(58), 19-30.

<https://biblat.unam.mx/es/revista/perspectivas-docentes/articulo/impacto-de-la-uve-de-gowin-en-el-desarrollo-de-conocimientos-razonamientos-e-inteligencias-multiples>

Castro, V. y Vega, J. (2021). La motivación y su relación con el aprendizaje en la asignatura de física de tercero en bachillerato general unificado. *Revista Educare*, 25(2), 279-305.

<https://revistas.investigacion-upelipb.com/index.php/educare/article/view/1503/1463>

Chadwick, C. B. (2001). La psicología de aprendizaje del enfoque constructivista. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, 31(4), 111-126.

<https://www.redalyc.org/pdf/270/27031405.pdf>

Chamizo, J. A. e Izquierdo, M. (2007). Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (51), 9-19.

http://www.joseantoniochamizo.com/pdf/educacion/articulos/015_Evaluacion_competencias_pensamiento_cientifico.pdf

Chrobak, R. (2010). *Volver a aprender el derecho a enseñar: metodología de enseñanza de las ciencias*. Neuquén, Argentina: Educo.

Cobo, E. (2008). *Una propuesta para el aprendizaje significativo de los estudiantes de la escuela San José La Salle, de la ciudad de Guayaquil*. [Tesis de maestría]. Universidad Andina Simón Bolívar.

<https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/1080>

Correa, M., Castro, F. y Lira, H. (2004). Estudio descriptivo de las estrategias cognitivas y metacognitivas de los alumnos y alumnas de primer año de pedagogía en enseñanza media de la Universidad del Bío-Bío. *Revista Theoria*, 13(1), 103-110.

<https://www.redalyc.org/pdf/299/29901310.pdf>

Cruz, J. y Espinosa, V. (2012). Reflexiones sobre la didáctica en física desde los laboratorios y el uso de las TIC. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 1(35), 105-127.

Cruz, A. y Peña, D. (2013). Las prácticas de laboratorio como mediador pedagógico en la construcción de conocimiento científico escolar. [Tesis de licenciatura]. Universidad del Valle.

Cuellar, S. y Cuellar, Z. (2017). Gatorade y la V de Gowin en la enseñanza de la Química. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 3969-3976.

Dávila, S. (2000). El aprendizaje significativo, esa extraña expresión. *Revista digital de Educación y Nuevas Tecnologías*, 9(1), 1-8.

<https://es.slideshare.net/sdavila/dvila-2000-el-aprendizaje-significativo-ausubel>

De Berríos, O. y Briceño de Gómez, M. (2009). Enfoques epistemológicos que orientan la investigación de 4to. Nivel. *Revista visión Gerencial*, (1), 47-54.

<https://www.redalyc.org/pdf/4655/465545882009.pdf>

Donoso, C., Gallardo, L., Paredes, M. y Samaniego, A. (2021). El aprendizaje conceptual de la asignatura de Física a través de una práctica de laboratorio. *Revista Polo del Conocimiento*, 6(5), 1197-1210.

Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 6(2), 109-120.

<https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v6n2/02124521v6n2p109.pdf>

Escorza, Y. y Aradillas, A. (2020). *Teorías del aprendizaje en el contexto educativo*. Editorial Digital del Tecnológico de Monterrey.

<http://prod77ms.itesm.mx/podcast/EDTM/P231.pdf>

Espinosa, E., González, K. y Hernández, L. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Revista Educación*, 12(1), 266-281.

<http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v12n1/v12n1a18.pdf>

- Estévez, B. (2000). *Sistema de habilidades experimentales de la disciplina Química Inorgánica para los Institutos Superiores Pedagógicos* [Tesis doctoral]. Institutos Superiores Pedagógicos.
- Fernández, A. (2015). El uso de las prácticas de laboratorio de Física y Química en Educación Secundaria Obligatoria. Una propuesta práctica de intervención para 4º de ESO. [Tesis de Maestría]. Universidad Internacional de la Rioja.
- Ferreira, A. y González, E. M. (2000). Reflexiones sobre la enseñanza de la física universitaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 189-199.
- Flores, J. (2010). El aprendizaje basado en problemas y la V de Gowin en el aprendizaje profundo. In *International Conference of Pan-American Network of Problem-Based Learning*. S. Paulo: Universidade de São Paulo.
- Flores, J., Caballero, M. y Moreira, M. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de investigación*, 33(68), 75-111.
- <https://www.redalyc.org/pdf/3761/376140383004.pdf>
- Franco, M. (2017). Los grupos focales en investigación educativa: posibilidades y posicionamiento. *Diversidad y encuentro: Revista de Estudios e Investigación Educativa*, 4(1), 9-17.
- <https://upn211.edu.mx/rev/docs/1.pdf>
- García, A. (2009). La investigación-acción en la enseñanza de la Física: un escenario idóneo para la formación y desarrollo profesional del profesorado. *Lat. Am. J. Phys. Educ*, 3(2), 388-394.

http://www.lajpe.org/may09/29_Antonio_Garcia.pdf

García, E. (2016). *Programa de capacitación docente crítico, reflexivo y democrático para mejorar la formación continua de las profesoras, en la institución educativa estatal n° 1600 de la provincia de pacasmayo*. [Tesis de doctorado]. Universidad Nacional de Educación.

<https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14039/924/TD%20CE%20G23%202016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

García, J. (2005). Complejidad y construcción del conocimiento. *Enseñanza de las Ciencias*, extra (1), 1-5.

García, V. y Fabila, A. (2011). Modelos pedagógicos y teorías del aprendizaje en la educación a distancia. *Revista Apertura*, 3 (2), 1-22.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=68822737011>

Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C. y Martínez, T. (1991). *La Enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*. ICE-Horsori, Universidad de Barcelona.

https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Perez-22/publication/307907394_La_Ensenanza_de_las_Ciencias_en_la_Educacion_Secundaria/links/58ab47ada27206d9bd1098/La-Ensenanza-de-las-Ciencias-en-la-Educacion-Secundaria.pdf

Gil, J., Solano, F., Tobaja, L. y Monfort, P. (2013). Propuesta de una herramienta didáctica basada en la V de Gowin para la resolución de problemas de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 35(2), 1-12.
<https://doi.org/10.1590/S1806-11172013000200017>

Glaserfeld, E. (1995). *Radical constructivism: A way of knowing and learning*. England: The Falmer Press.

<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED381352.pdf>

González, F. (1996). Acerca de la metacognición. *Revista del centro de investigaciones educativas Paradigma*, 14(1-2), 109-135.

<http://revistaparadigma.online/ojs/index.php/paradigma/issue/view/21>

Gowin, D. (1981). *Educating* (Ediciones Aragón, Argentina ed.). (1. Trad. cast., Trad.) Ithaca, Nueva York: Cornell University Press.

Goyette, G. y Lessard-Herbert, M. (1988). *La investigación-acción. Funciones, fundamentos e instrumentación*. Alertes, Ed.

Grajales, J. (2013). Implicaciones de la visión discreta y continua en el aprendizaje del concepto de velocidad. [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional de Colombia.

<https://docplayer.es/94900450-Implicaciones-de-la-vision-discreta-y-continua-en-el-aprendizaje-del-concepto-de-velocidad-lic-juan-camilo-grajales-arboleda.html>

Guachún, P., Rojas, M., Guzñay, S. y Vélez, J. (2020). La Uve de Gowin como estrategia instruccional para realizar una práctica virtual de laboratorio de Física. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 4(35), 38-46.

https://redib.org/Record/oai_articulo3018682-la-uve-de-gowin-como-estrategia-instruccional-para-realizar-una-

pr% C3%A1ctica-virtual-de-laboratorio-de-
f% C3%ADsica

Guardian, B. y Ballester, A. (2011). UVE de Gowin instrumento metacognitivo para un aprendizaje significativo basado en competencias. *IN. Investigación i Innovació Educativa i Socioeducativa*, 3(1), 51-62.

Guerrero, Z., Tivisay, M., Flores, H. y Hazel, C. (2009). Teorías del aprendizaje y la instrucción en el diseño de materiales didácticos informáticos. *Educere*, 13(45), 317-329.

<https://www.redalyc.org/pdf/356/35614572008.pdf>

Gutiérrez, L. (2012). Conectivismo como teoría de aprendizaje: conceptos, ideas, y posibles limitaciones. *Educación y Tecnología*, (1), 111-122.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4169414>

Hamui, A. y Varela, M. (2013). La técnica de grupos focales. *Revista Investigación en educación médica*, 2(5), 55-60.

<https://www.redalyc.org/pdf/3497/349733230009.pdf>

Hernández, J. V. (2002). El Uso de la V de Gowin y su Impacto sobre la Realización de Prácticas en el Laboratorio de Electricidad. *Docencia Universitaria*, 3(2), 37-69.

http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/sadpro/Documentos/docencia_vol3_n2_2002/5_art._2__jeanette_vir la.pdf

Hernández, E. y Soto, G. (2020). Diario de campo. *Evaluación del y para el aprendizaje: instrumentos y estrategias* (299-312). Universidad Nacional Autónoma de México.

https://cuaieed.unam.mx/descargas/investigacion/Evaluacion_del_y_para_el_aprendizaje.pdf

Herrera, E. (2012). La UVE de Gowin como instrumento de aprendizaje y evaluación de habilidades de indagación en la unidad de fuerza y movimiento. *Paradigma*, 33(2), 101-126.

Herrera, E. y Sánchez, I. (2019). Uso de la Uve de Gowin en el diseño de prácticas de laboratorio en Física. *Revista Espacios*, 40(23), 21-39.

<http://www.revistaespacios.com/a19v40n23/19402321.html>

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Revista enseñanza de las ciencias*, 12(3), 299-313.

<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21370>

Insausti, M. y Merino, M. (2016). Una propuesta para el aprendizaje de contenidos procedimentales en el laboratorio de física y química. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5(2), 93-119.

Izquierdo, M. (1995). La V de Gowin como instrumento para la negociación de los lenguajes. *Aula de innovación educativa*, 1(43), 27-43.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=167416>

Jaramillo, L. y Simbaña, V. (2014). La metacognición y su aplicación en herramientas virtuales desde la práctica docente. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, 1(16), 300-313.

<https://www.redalyc.org/pdf/4418/441846097014.pdf>

- Jara, S. (2005). Investigación en la enseñanza de la física. *Revista electrónica sinéctica*, 1(27), 3-12.
<https://www.redalyc.org/pdf/998/99815895002.pdf>
- Klimenko, O. y Alvares, J. (2009). Aprender cómo aprendo: la enseñanza de estrategias metacognitivas. *Revista Educación y Educadores*, 12(2), 11-28.
<https://www.redalyc.org/pdf/834/83412219002.pdf>
- Lacon, N. y Ortega, S. (2008). Cognición, metacognición y escritura. *Revista signos*, 41(67), 231-255.
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So718-09342008000200009
- Latorre, A. (2005). *La investigación-Acción, Conocer y cambiar la práctica educativa*. Editorial Grao.
- Losada, M., Giletto, C., Silva, S. y Cassino, M. (2021). Estrategias didácticas motivadoras en física para estudiantes de agronomía. *Revista enseñanza de la física*, 33(3), 183-195.
<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/36005/36149>
- Lopez, A. y Tamayo, O. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista latinoamericana de estudios educativos*, 8(1), 145-166.
<https://www.redalyc.org/pdf/1341/134129256008.pdf>
- María, E., Urbina, M. y Sucre, A. J. (2011). *La v de Gowin como estrategia para favorecer la construcción del conocimiento matemático en estudiantes de ingeniería*.

http://laccei.org/LACCEI2011-Medellin/RefereedPapers/EUEE056_Morales.pdf

Martínez, C. y Flores, J. (2015). Mejoramiento en la interpretación de los datos experimentales en los laboratorios de Física A, utilizando aprendizaje cooperativo y la técnica de la V Gowin. *Latin-American Journal of Physics Education*, 9(2), 1-6.

https://scholar.google.es/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=pizeIVoAAAAJ&citation_for_view=pizeIVoAAAAJ:IjCSPb-OGe4C

Martínez, L. (2007). La Observación y el Diario de Campo en la Definición de un Tema de Investigación. *Revista Perfiles Libertadores*, (4). 73-80.

<https://www.ugel01.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/1-La-Observaci%C3%B3n-y-el-Diario-de-campo-07-01-19.pdf>

Mcdermott, L. (1990). A Perspective on teacher preparation in Physics-Other Sciences: The Need For Special Courses For Teachers. *American Journal of Physics*, 58 (8), 734-742.

Mejía, E. (2005). *Metodología de la investigación científica*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos: Perú.

Mendioroz, A. y Guardian, B. (2014). El empleo de la V de Gowin para responder a las necesidades educativas del alumnado con Altas Capacidades en Educación Superior, en el Área de Computación. *Revista de Docencia Universitaria*, 12(4), 457-473.

Ministerio de Educación, E. (2016). *Adaptaciones curriculares para la educación con persona jóvenes y adultas*. Quito, Ecuador.

- Ministerio de Educación, P. (2017). *Enfoque Crítico Reflexivo Para Una Nueva Docencia*. Lima, Perú.
- Monereo, C. (1995). Enseñar a conciencia ¿Hacia una didáctica metacognitiva? *Aula de innovación educativa*, 1(34), 74-80.
- Morantes, Z., Arrieta, X. y Nava, M. (2013). La V de Gowin como mediadora en el desarrollo de la formación investigativa. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 8(2), 12-33.
- <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/5147>
- Moreira, M. A. (1997). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. *Actas del encuentro internacional sobre el aprendizaje significativo*, 17-45. Universidad de Burgos.
- Moreira, M. A. y Greca, I. M. (2003). Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Ciência & Educação (Bauru)*, 9(2), 301-315.
- <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/PT4qZyPn3vfHNdtzFMx8Zjx/abstract/?lang=es>
- Moreira, M. (2006). *Mapas conceptuales y diagramas en V*. Universidad Federal de Río Grande del Sur.
- https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Livro_Mapas_conceituais_e_Diagramas_V_COMPLETO.pdf
- Moreno, C. (2012). La construcción del conocimiento: un nuevo enfoque de la educación actual. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, (13), 251-267.

Moreno, G., Martínez, R., Moreno, M., Fernández, M. y Guadalupe, S. (2017). Acercamiento a las Teorías del Aprendizaje en la Educación Superior. *Revista UNIANDES Episteme*, 4(1), 48-60.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6756396>

Naranjo, M. (2009). Motivación: perspectivas teóricas y algunas consideraciones de su importancia en el ámbito educativo. *Revista educación*, 33(2), 153-170.

<https://www.redalyc.org/pdf/440/44012058010.pdf>

Novak, J. D. (1991). Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender. La opinión de un profesor-investigador. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 9(3), 215-228.

<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/39895>

Novak, J, y Gowin, B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Martínez roca.

Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E. y Villagómez, A. (2014). *Metodología de la Investigación*. Ediciones de la U.

Ortiz, D. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, 1(19), 93-110.

<https://www.redalyc.org/pdf/4418/441846096005.pdf>

Osses, S. y Jaramillo, S. (2008). Metacognición: un camino para aprender a aprender. *Revista estudios pedagógicos (Valdivia)*, 34(1), 187-197.

https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07052008000100011

Oyuela, L. y López, S. (2021). Guías de laboratorio de ciencias naturales con diagrama tradicional vrs. guías con diagrama innovador V de Gowin para el tercer ciclo de educación básica. *Revista de investigación educativa*, 1(34), 133-159.

Palmero, M. L. R. (2011). La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. *IN. Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa*, 3(1), 29-50.

Piaget, J. (1964). Development and learning. *En R. Ripple y V. Rockcastle (Eds.), Piaget rediscovered* (pp. 7-19). Ithaca, New York, USA: Cornell University Press.

Ramírez, A. (2009). La teoría del conocimiento en investigación científica: una visión actual. *Anales de la Facultad de Medicina*, 3(70), 217-224.

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832009000300011

Ramos, O. (2009). La V de Gowin en el laboratorio de química: una experiencia didáctica en educación secundaria. *Investigación y Postgrado*, 24(3), 161-187.

<https://www.redalyc.org/pdf/658/65818200008.pdf>

Ré, M., Arena, L. y Giubergia, M. (2012). Incorporación de TICs a la enseñanza de la Física. Laboratorios virtuales basados en simulación. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 1(8), 16-22.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4204893>

Robles, P. y Rojas, M. (2015). La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en Lingüística

aplicada. *Revista Nebrija de Lingüística Aplicada*, (18), 1-16.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6344619>

Rodríguez, D., y Llovera, J. (2014). Estrategias de enseñanza en el laboratorio docente de Física para estudiantes de ingeniería. *Latin-American Journal of Physics Education*, 8 (4).

Rodríguez, J. (2013). Una mirada a la pedagogía tradicional y humanista. *Revista Presencia Universitaria*, 3(5), 36-45

Rodríguez, M. (2004). La teoría del aprendizaje significativo. *Conference on Concept Mapping Pamplona*. <https://cmc.ihmc.us/Papers/cmc2004-290.pdf>

Rodríguez D. y Llovera, J. (2014). Estrategias de enseñanza en el laboratorio docente de Física para estudiantes de ingeniería. *Latin-American Journal of Physics Education*, 8(4), 1-8.

http://www.lajpe.org/dec14/4504_Llovera.pdf

Rojas, E., Arrieta, X. y Delgado, M. (2015). El diagrama V de Gowin como estrategia postinstruccional en las prácticas de laboratorio de física. *Revista Ecuentero Educativo*, 22(2), 243-258.

<https://produccioncientificaluz.org/index.php/encuentro/article/view/21118/20967>

Rosado, L. y Herreros, J. (2005). *Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física. Recent Research Developments in Learning Technologies*.

<https://observatoriotecedu.uned.ac.cr/media/286.pdf>

Rua, A. y Alzate, Ó. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 8(1), 145-166.

Ruiz, D., Azuaje, E. y Ruiz, H. (2005). La V Heurística de Gowin como estrategia para producir textos escritos sobre el trabajo experimental de las clases de ciencia. *Ágora-Trujillo*, 8(15), 1-19.

<http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/17619/articulo3.pdf;jsessionid=26B0DB7662E8E18ED3DB48699C4C320C?sequence=2>

Sanabria, I., Ramírez, M. y Aspée, M. (2006). Una estrategia instruccional para el laboratorio de Física I usando la "V de Gowin". *Revista mexicana de física*, 52(Supl.3), 22-25.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0035-001X2006000900006&lng=es&tlng=es.

Sanabria, I. y Ramírez, M. (2004). Una estrategia de aprendizaje para integrar teoría y laboratorio de Física I mediante los mapas conceptuales y la V de Gowin. In *Concept maps: theory, methodology, technology: proceedings of the first International Conference on Concept Mapping* (pp. 323-326). Universidad de Navarra.

Sánchez, I. y Herrero, E. (2019). Aprendizaje significativo y desarrollo de competencias científicas en física a través de la Uve Gowin. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 14(2), 17-28.

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-66662019000200002

- Sansón, C., González, R. M., Montagutbosque, P. y Navarro, F. (2005). La uve heurística de Gowin y el mapa conceptual como estrategias que favorecen el aprendizaje experimental. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 1-4.
- Scancich, M., Yanitelli, M., y Massa, M. (2009). Acerca de la efectividad de una práctica de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 213-217.
- Sebastià, J. (1985). Las clases de laboratorio de física: una propuesta para su mejora. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 3(1), 42-45.
- Serrano, J. y Pons, R. (2011). El Constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *Revista electrónica de investigación educativa*, 13(1), 1-27.
- <https://www.redalyc.org/pdf/155/15519374001.pdf>
- Siso, Z., Briceño, J., Alvarez, C. y Arana, J. (2009). Las prácticas de laboratorio en la formación del profesorado de química. Un primer acercamiento. *Revista electrónica diálogos educativos*, 9(18), 139-161.
- Soriano, M. (2014). Diseño y validación de instrumentos de medición. *Revista Diálogos*, 1(14), 19-40.
- <https://www.lamjol.info/index.php/DIALOGOS/article/view/2202>
- Tarabini, A. (2020). ¿Para qué sirve la escuela? Reflexiones sociológicas en tiempos de pandemia global. *Revista de Sociología de la Educación-RASE*, 13(2), 145-155.
- Torrenteras, J. (2012). Las teorías de aprendizaje y la formación de herramientas técnicas. *RED Revista de educación a distancia*, (34), 2-16.

<https://revistas.um.es/red/article/view/233531/179481>

Torres, M. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista Educare*, 14(1), 131-142.

<https://www.redalyc.org/pdf/1941/194114419012.pdf>

Ubaque, K. (2009). Experimento: una herramienta fundamental para la enseñanza de la física. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 4(1), 35-40.

<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/5248>

Urgilés, G. (2014). La relación que existe entre las teorías del aprendizaje y el trabajo en el aula. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, (16), 207-229.

<https://www.redalyc.org/pdf/4418/441846097010.pdf>

Valverde, L. (1993). El Diario de Campo. *Revista Trabajo Social*. 18(39), 308-319.

<https://www.binasss.sa.cr/revistas/ts/v18n391993/art1.pdf>

Villaplana, Á. C. (2013). Teorías y modelos: formas de representación de la realidad. *Revista Comunicación*, 12(1), 33-46.

<https://revistas.tec.ac.cr/index.php/comunicacion/article/view/1212/1118>

Villegas, M. (2018). La grilla de evaluación para calificar proyectos. Criterios explícitos, estudiantes informados,

docente organizado. *Reflexión Académica en Diseño y Comunicación* (127-129). Universidad de Palermo.

https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/archivos/691_libro.pdf

Vygotsky, L. (1978). Interaction between learning and development. En M. Gauvian y M. Cole (Eds.), *Readings on the development of children* (pp. 29-36). New York, USA: Scientific American Books.

Zarza, J. L. (2014). *Implementación de Trabajos de Laboratorio con enfoque epistemológico en la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales*. [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional del Comahue.

ISBN: 978-9942-33-697-2



compAs
Grupo de capacitación e investigación pedagógica

   @grupocompas.ec
compasacademico@icloud.com