

Uso de la Uve de Gowin en el diseño de prácticas de laboratorio en Física

Use of the Gowin's V diagram in the design of laboratory practices in Physics

HERRERA, Edith del C. [1](#) y SANCHEZ, Iván R. [2](#)

Recibido: 15/03/2019 • Aprobado: 01/07/2019 • Publicado 08/07/2019

Contenido

[1. Introducción](#)

[2. Metodología](#)

[3. Resultados](#)

[4. Conclusiones](#)

[Agradecimientos](#)

[Referencias bibliográficas](#)

[Anexo](#)

RESUMEN:

Se estudia la eficacia de utilizar el diagrama Uve de Gowin en el laboratorio de Física para analizar la efectividad de la metodología de indagación con el propósito de desarrollar la competencia científica el razonamiento científico y rendimiento académico en estudiantes de Ingeniería Civil en la Universidad del Bio Bio. El diseño es cuasi-experimental de dos grupos con pre y post-test. Los resultados evidencian mejora del rendimiento en el grupo experimental, el razonamiento no evidencia cambios estadísticamente significativos. Se discuten implicancias del cambio metodológico en el nivel desempeño de competencia científica.

Palabras clave: Enseñanza de Ingeniería, Uve de Gowin, indagación, modelización, aprendizaje colaborativo

ABSTRACT:

The effectiveness of using the Uve diagram of Gowin in the Physics laboratory is studied to analyze the effectiveness of the methodology of inquiry with the purpose of developing scientific competence, scientific reasoning and academic performance in Civil Engineering students at the University of Bio Bio. The design is quasi-experimental of two groups with pre and post-test. The results show improvement of the performance in the experimental group, the reasoning does not show statistically significant changes. Implications of the methodological change in the level of scientific competence performance are discussed.

Keywords: Engineering education, Gowin's V diagram, inquiry, modeling, collaborative learning

1. Introducción

Los trabajos prácticos de laboratorio (TPL) han sido concebidos como ambientes académicos en los que se consolidan diversos aprendizajes; sin embargo, la mayoría de estos se orientan al desarrollo de actividades que en palabras de Hofstein y Lunetta (2004)

tienden a ser una "receta" que el estudiante debe seguir; por lo que, estas prácticas no necesariamente demandan al estudiante un análisis metacognitivo de lo que aprende, ni

implican crear nuevos conocimientos involucrando habilidades cognitivas de nivel superior (Anderson *et al.*, 2001). De acuerdo con Morantes, Arrieta y Nava (2013) esta forma de realizar los TPL hace que se pierda su potencial didáctico al reducirlo a una mera verificación de la teoría, o a la demostración de leyes y fórmulas. Sin embargo, los procesos de enseñanza-aprendizaje a nivel internacional y en Chile, se fundamentan en un modelo educativo de formación por competencias a partir de un enfoque de múltiples interacciones que hace énfasis en el desarrollo constructivo de habilidades y destrezas de los estudiantes (Mayer, 1996; Lueddeke, 1999; Gil-Pérez *et al.*, 2002; Labudde, 2008).

Nuestra investigación está inserta en un proyecto Fondecyt N° 1181525 y de iniciación a la investigación de la Universidad del Bio Bio N° 173623 3/I, que aborda estos desafíos y plantea la transformación de las prácticas tradicionales del laboratorio de la asignatura de Física General hacia un trabajo que demande conocimientos y procesos cognitivos de nivel superior en estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil acorde a una formación basada en competencias, que promueva el desarrollo de la competencia científica al resolver una pregunta investigable sobre un problema contextualizado de su carrera. La asignatura intervenida de Física General se dicta bajo estructura modular y consta de un componente teórico-práctico esto implica que se imparten en el módulo I y módulo II, cada uno de ellos con objetivos y contenidos específicos. El estudiante acredita la asignatura cuando aprueba cada uno de los módulos de forma independiente, lo que asegura el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje exigidos por cada uno de ellos, el estudiante puede reprobar solo uno de los módulos al final del semestre y tiene la posibilidad de cursarlo en una etapa intensiva de cuatro semanas.

Considerando lo anterior, proponemos realizar los TPL utilizando como andamiaje el diagrama Uve de Gowin para indagar y modelizar (Windschitl, Thompson y Braaten, 2008) para facilitar la construcción del aprendizaje. La indagación en el laboratorio la entendemos como la acción de construir y comprobar el conocimiento a través de una investigación o búsqueda (Barrow, 2006; Ferrés, Marbà y Sanmartí, 2015) y la modelización nos provee una "herramienta de representación teórica del mundo" (Adúriz-Bravo, 1999) de forma oral, escrita y en el modelamiento matemático.

En este estudio interesa establecer la eficacia de la Uve de Gowin como instrumento que en el laboratorio promueve la indagación y modelización para el desarrollo del razonamiento científico y rendimiento académico de estudiantes. El primero fue medido a través de la prueba de Lawson, el segundo a través de informes y tests. Durante el proceso de implementación del cambio metodológico se realiza el seguimiento al nivel de logro de la competencia científica en los alumnos, específicamente en la sub-competencia (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2016): *Identificación de cuestiones científicas, explicación científica de las situaciones, uso de pruebas relevantes y la actitud en el trabajo colaborativo*, para establecer el desempeño alcanzado por los estudiantes. De esta forma, la experiencia de aprendizaje en el laboratorio de Física está orientada a desarrollar en los estudiantes sus capacidades para formular preguntas relevantes, sistematizar información, analizar datos empíricos y teóricos. Para lo cual, se ha tenido en cuenta factores como el trabajo colaborativo, indagación de problemas y uso de las TIC en el laboratorio, todos los que involucran sus competencias investigativas en el contexto de su carrera

1.1. Referentes teóricos: El uso de la Uve de Gowin en los trabajos prácticos de laboratorio

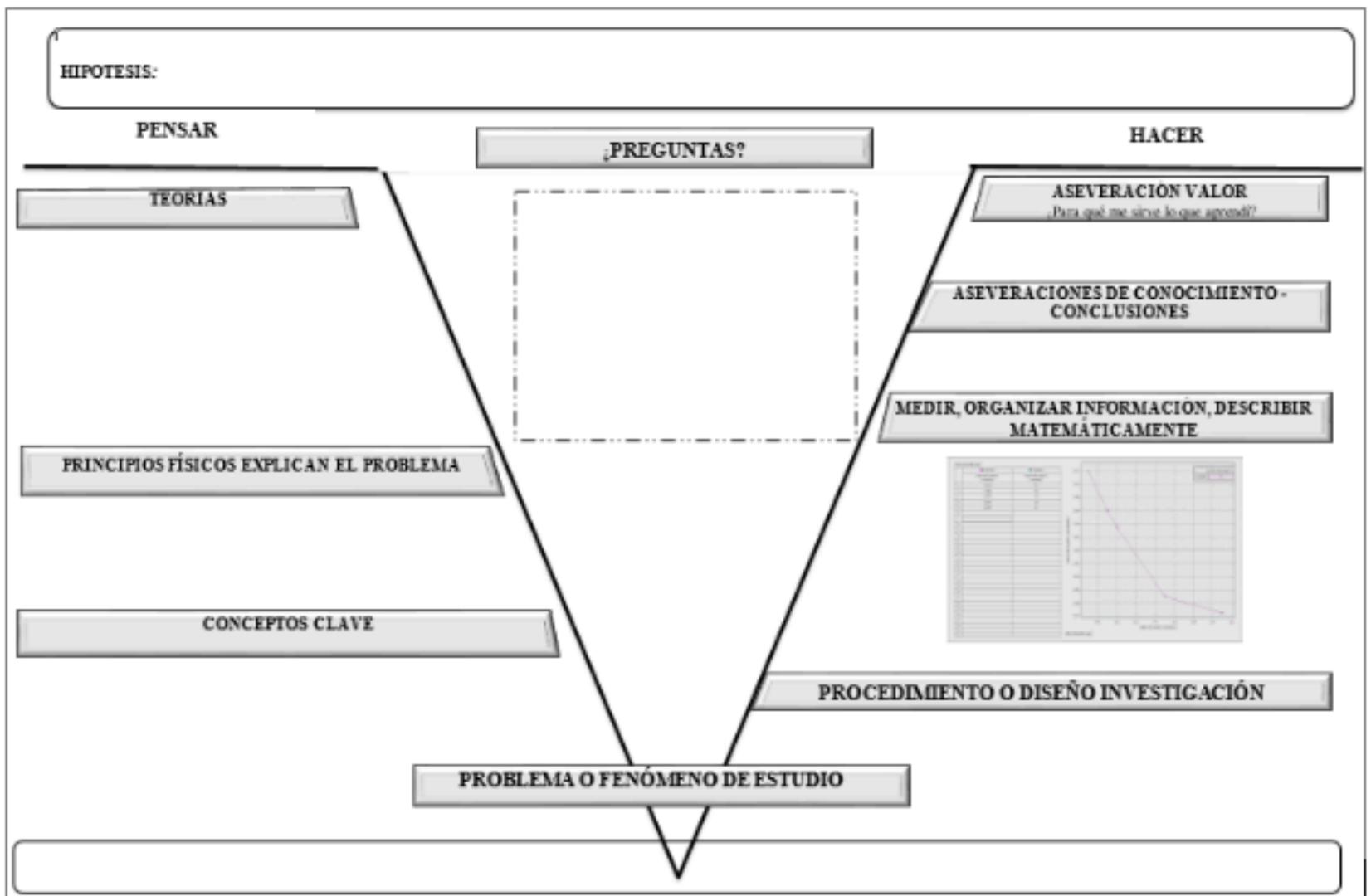
Gowin (1981) propone el uso del diagrama Uve en el trabajo práctico de laboratorio como estrategia para promover un aprendizaje significativo. El diagrama provee, el andamiaje que se sigue en la construcción de la investigación, hace explícito su pensamiento y aporta una ayuda visual a quien lo construye, al entregar una visión global del proceso. La noción de andamiaje se enmarca en la perspectiva socio-constructivista (Vygotsky, 1979), que considera que el aprendizaje tiene lugar en un contexto de interacciones sociales en las que una persona con más conocimiento guía la comprensión emergente de otra. Debido a ello, diversos autores han investigado el uso del diagrama Uve para: a) establecer conexión entre

la teoría y la práctica (Novak y Gowin, 1984); b) orientar la planificación de investigaciones científicas (Guardián y Ballester, 2011, p. 53) ; c) para organizar, comprender, argumentar y responder sobre las relaciones de los temas, teorías y conceptos (Draper, 2015; Savran-Gencer, 2014); d) mostrar el desempeño al resolver problemas del contexto de una manera integral y colaborativa (Tobón, 2013).

El diagrama Uve de Gowin, es un método heurístico que permite indagar para buscar de buscar la solución de un problema mediante métodos no rigurosos y está constituido por dos lados en la forma de una V, el *lado conceptual o saber* (izquierdo) y el *lado hacer o procedimental* (derecho). Según Escudero y Moreira (1999) la construcción de la Uve epistemológica simplificada implica ubicar en su base los acontecimientos u objetos, fenómenos de interés sobre los cuales se formulan preguntas claves. En el lado izquierdo (*saber*) se incluye aspectos conceptuales de la producción de conocimiento (conceptos, constructos, principios, sistemas conceptuales, teorías, etc., mientras que el lado derecho (*hacer*) se relaciona con los elementos metodológicos como la producción de: registros, datos, transformaciones, afirmaciones de conocimiento (relativas al conocimiento producido) y de valor (referentes al valor del conocimiento generado). La construcción de esta herramienta heurística permite integrar el conocimiento cotidiano con el científico, logrando ser considerada altamente significativa (Ausubel *et al.*, 1983; Novak; Gowin, 1988).

La figura 1 muestra los elementos didácticos específicos del diagrama Uve digital utilizado por los estudiantes de Ingeniería en el desarrollo de TPL de Física.

Figura1
Modelo digital del diagrama Uve en Trabajo Práctico Laboratorio de Física General



(autores, 2019)

En el diagrama Uve de Gowin digital adaptado, los estudiantes analizan un problema y elaboran preguntas investigables a acerca de la situación planteada al *identificar las variables* que intervienen, *modelar explicaciones*, *para formular las hipótesis*; investigan *los conceptos claves, principios, teorías* involucrados en el problema y diseñan un procedimiento con los materiales o recursos del laboratorio, para resolver el problema al *experimentar, medir, organizar* la información y *describir matemáticamente*. Esto los conduce en el grupo colaborativo a emitir sus *aseveraciones de conocimiento o conclusiones* cuando

interrelaciona el lado del pensar y del hacer del diagrama, además de señalar sus *aseveraciones de valor*, al explicar con sus palabras el significado que otorga a su aprendizaje, detectar sus carencias, analizar errores o aciertos, en el proceso de indagación.

1.2. Trabajos prácticos laboratorio por indagación y modelización.

Según Caamaño (2005) el trabajo práctico de laboratorio presenta cinco funciones: (a) función ilustrativa de los conceptos, (b) función interpretativa de las experiencias, (c) función de aprendizaje de métodos y técnicas de laboratorio, (d) función investigativa teórica relacionada con la resolución de problemas teóricos y construcción de modelos, y (e) función investigativa práctica relacionada con la resolución de problemas prácticos. Sin embargo, para Flores, Caballero y Moreira (2009) la problemática de la enseñanza del laboratorio se relaciona con el estilo instruccional usado por el profesorado, el que se asocia a tres grandes confusiones: (a) confusión entre el rol del científico y el rol del estudiante de ciencias; (b) confusión entre la psicología del aprendizaje y la filosofía de la ciencia; y (c) confusión en cuanto a la estructura sustantiva y la estructura sintáctica del conocimiento disciplinar.

Para diversos autores (Duit, 1995; Gil et al., 1991; Hodson, 1994; Sére, 2002) los TPL son importantes para: integrar lo conceptual y lo fenomenológico; establecer una conexión dialéctica entre datos y teoría, pero en la práctica se observa un fuerte énfasis en el aprendizaje de destrezas y técnicas de recolección y procesamiento de datos experimentales, con poca o ninguna relación explícita con referentes teóricos o modelos; así como, una falta de claridad en cuanto a los objetivos de aprendizaje que se espera lograr con el trabajo de laboratorio. Hodson (1994) concluyó que en las prácticas de laboratorio muchas veces los estudiantes se perciben activos, pero muchos de ellos son incapaces de establecer la conexión entre "lo que están haciendo y lo que están aprendiendo" cuando estas prácticas no están bien diseñadas.

Por esta razón, se propuso un cambio en los trabajos prácticos de laboratorio de Física de estructura modular utilizando el diagrama Uve de Gowin para realizar una "indagación centrada en la modelización" (Windschitl *et al.*, 2008). Ambos procesos se relacionan al formular hipótesis basadas en marcos teóricos, identificar pruebas y generar argumentos que validen las posibles explicaciones a un problema. Esta estrategia didáctica se basa en la capacidad del alumnado de investigar y en el constructivismo, tomando como punto de partida los conocimientos previos de los estudiantes (García-Carmona, 2012), facilita la familiarización con el trabajo científico (Van der Valk y De Jong, 2009) y la adquisición de competencias (Ferrés, Marbá y Sanmartí, 2015).

En base a este planteamiento, consideramos que el diagrama Uve de Gowin nos provee el andamiaje para ayudar a la construcción escrita del proceso de indagación y modelización desarrollado en el laboratorio, de modo, que los estudiantes trabajen de forma expresa capacidades como la representación cualitativa y la modelización matemática.

2. Metodología

2.1. Diseño

La investigación responde a un enfoque cuantitativo de tipo transversal, a través de un diseño cuasi-experimental de dos grupos independientes (Cohen y Manion, 1990), un Grupo Experimental (GE) y un Grupo Control (GC) con pre y post-test en cada una de las variables de estudio: tipo de razonamiento científico y rendimiento académico, se espera encontrar diferencias estadísticamente significativas en los estudiantes de física general I en estas variables. Se aseguró la equivalencia inicial de los grupos en características básicas: estudiantes de primer año de Ingeniería Civil, de la Universidad del Bío-Bío, octava región, Chile, con el mismo promedio de edad (18-19 años).

El diseño de investigación sigue dos fases de estudio. En la primera fase se diseñaron las

guías didácticas con la metodología de indagación y modelización, contextualizadas con un problema concerniente a su carrera y ajustado a los conceptos claves a aprender en cada sesión de laboratorio. En esta fase se validaron las guías de laboratorio y la rúbrica de evaluación del TPL con la colaboración de profesores expertos en didáctica (n=5) y en física (n=5). La segunda fase se inicia con el proceso de inducción al cambio metodológico y la forma de evaluación a los profesores del laboratorio y a los estudiantes del GE en momentos distintos. Posterior a la inducción, el GE comienza su práctica de laboratorio por indagación y modelización completando sus actividades en el diagrama Uve de Gowin y el GC realizó el laboratorio siguiendo la forma tradicional en un informe (Tabla 1). En el GE se hizo el seguimiento y evaluación de la competencia científica, mediante una rúbrica (Anexo 1) para determinar el nivel de logro alcanzado en los indicadores de desempeño a través de las sub-competencias científicas, incorporando en las primeras sesiones a los estudiantes en la autoevaluación de su desempeño en TPL, de modo de favorecer la regulación de su aprendizaje.

Tabla 1
Diseño de investigación de TPL por indagación y modelización con diagrama Uve de Gowin

Grupos	Asignación	Pretest	Tratamiento TPL	Post test
Grupo Experimental	No azar (n=60)	E. Inicial. Test Lawson (R.C)	Indagación modelización Diagrama V de Gowin	E. final. Test Lawson (RC) R. Académico (RA)
Grupo Control	No azar (n=60)	E. Inicial. Test Lawson (R.C)	Tradicional	E. Final. Test Lawson (RC) R. Académico (RA)

2.2. Instrumentos de Medición

1. Para medir el razonamiento científico (RC) del estudiante se utilizó la Prueba de Lawson (1995) la que clasificó a los estudiantes del GE Y GC según el tipo de razonamiento en los estadios cognitivos dados por Piaget (1973) en i) Empírico –Inductivo (Concreto); ii) transición (Intermedio); iii) Hipotético-Deductivo (Formal) (Ates y Cataloglu, 2007). Un estudiante está en el nivel más alto de la escala ordinal de razonamiento cuando consistentemente demuestra tener un razonamiento formal.
2. El rendimiento académico (RA) de los estudiantes que participaron en los grupos intervenidos (GE) y en el grupo control (GC), fue medido por la calificación final obtenida en el módulo I y el módulo II de los TPL de física.
3. Para medir el nivel de logro de la competencia científica (CC) se utilizó una rúbrica de evaluación de desempeño en la construcción del diagrama Uve de Gowin. Cada grupo lo completó en forma digital, a modo de informe en cada sesión de TPL. La rúbrica tomó como base los indicadores propuestos por Ferrés, Marbà, Sanmartí (2015) que muestra la Tabla 2. Los criterios específicos de corrección corresponden a: a) nivel 1 inadecuado, b) nivel 2 adecuado y c) nivel 3 avanzado, según las sub-competencias científicas dadas desde OECD (2015) (Anexo1).

Tabla 2
Caracterización de competencia científica en sub competencias e indicadores.

Sub competencia científica	Indicadores evaluados en TPL

1. Identificación de cuestiones científicas	Formula preguntas
	Interpreta fenómenos científicamente.
2. Explicación científica de las situaciones	Transfiere el conocimiento de la ciencia a una situación determinada
	Predice cambios e identifica las descripciones, explicaciones apropiadas en su diseño experimental.
3. Uso de pruebas relevantes	Analiza los datos recogidos y su congruencia con datos teóricos
	Comunica sus resultados con argumentos científicos
4. Actitudes	Trabajo colaborativo grupal

2.3. Caracterización de la muestra

La muestra la componen 60 alumnos de primer año de Ingeniería Civil de la Universidad del Bío-Bío, sede Concepción, octava región, Chile que cursan la asignatura Física General durante un semestre en sesiones de dos horas de carácter modular, específicamente del módulo I y II el primero agrupa los contenidos de Cinemática, Dinámica y el segundo trabajo, energía, principios de conservación y dinámica de cuerpo rígido. Antes de comenzar la intervención, los profesores del laboratorio explicaron a los estudiantes del GE los objetivos del cambio implementado, la forma de trabajo propuesta en el laboratorio de Física, solicitaron y retiraron su consentimiento informado.

2.4. Procesamiento de la información

Para establecer el nivel de significado en el razonamiento científico y rendimiento académico se utilizaron estadísticos no paramétricos con uso del programa estadístico SPSS Statistics versión 20 en las pruebas: 1) de Mc-Nemar, útil para contrastar para la existencia de cambio en la variable razonamiento científico en dos mediciones antes y después del tratamiento, los sujetos son comparados consigo mismos (López y Costa, 1996); 2) U de Man-Whitney para establecer la diferencia entre dos grupos enfrentados a un mismo instrumento de medida para establecer el rendimiento académico y 3) Wilcoxon para determinar cambios en dos momentos evaluativos en el mismo grupo GE y GC. Para estudiar el nivel de logro alcanzado por los estudiantes en la competencia científica, se utilizó el análisis de correspondencia múltiple.

2.5. Propuesta didáctica del trabajo práctico laboratorio (TPL)

La programación del cambio metodológico en los TPL de laboratorio para el semestre se realizó considerando un total de 10 sesiones y consideró: 1 sesión de inducción, 5 sesiones del Módulo I y 4 sesiones en Módulo II. La tabla 3 muestra la organización de las distintas sesiones del TPL.

Tabla 3
Programación de secuencia didáctica
de TPL de física en modulo I y II

Módulo I	Módulo II
*Laboratorio de inducción a la metodología	

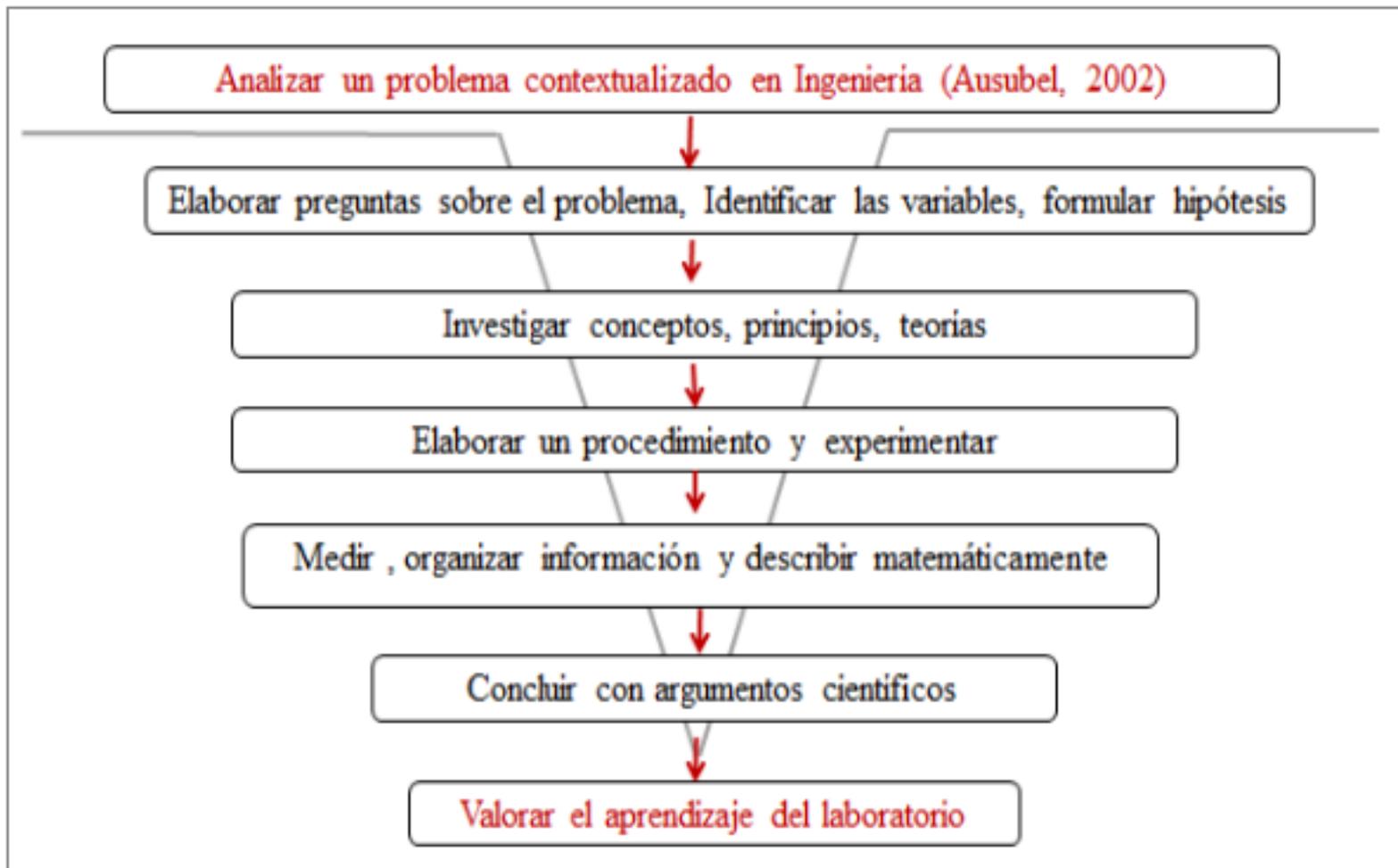
1. ¿Cómo rectificar una curva?	1. ¿Por qué se mueven los cuerpos?
2. ¿Qué variables físicas se manifiestan en el movimiento rectilíneo uniforme?	2. ¿Se conserva la energía de un sistema?
3. ¿Qué variables físicas están presente en el movimiento rectilíneo uniforme variado?	3. ¿Cuáles son las variables que afectan el movimiento de rotación?
4. ¿Cuáles son las variables que influyen en el alcance de un proyectil?	4. ¿Cuáles son las variables que afectan al movimiento oscilatorio?
5. ¿Cuáles son las variables presentes en cantidad de movimiento de un cuerpo?	

La primera práctica de laboratorio comenzó con el proceso de inducción a la metodología a implementar y conocer su forma de evaluación, para ello, se entregó a los estudiantes las guías metodológicas correspondientes al módulo I con su programación (ver Tabla 3), se explicó cada uno de los elementos didácticos que componen del diagrama Uve de Gowin en la forma para su construcción y los fundamentos teóricos y prácticos para realizar los TPL por indagación y modelización. En esta sesión cada grupo colaborativo formado de tres alumnos resolvió un problema, a modo de ejemplo, con la guía del profesor y ayudante del laboratorio.

El Uso del Uve de Gowin en el trabajo práctico de laboratorio de Física

Como muestra la figura 2, la forma de trabajo de cada grupo colaborativo implica que antes de realizar el TPL llevan a cabo el análisis de la situación problema, de la cual describen todas sus ideas previas, examinan las variables intervinientes y sus relaciones para expresar una hipótesis, formulan una pregunta investigable que expresa la representación de su modelo sobre el problema e indagan sobre los conceptos claves involucrados en el problema, completando de esta manera el lado del pensar del diagrama Uve de Gowin. Al comenzar cada laboratorio el profesor negocia significados con cada grupo respecto a la(s) pregunta(s) planteada(s) y las hipótesis a indagar en su diseño experimental con los materiales disponibles, el trabajo continúa, de este modo, en el lado del hacer del diagrama Uve Gowin realizando el experimento probatorio, las mediciones, organizando los datos, describiendo matemáticamente sus resultados (incorporan para ello, los links desde el programa Pasco Capstone), finalmente elaboran conclusiones buscando las relaciones entre los conceptos físicos y los resultados experimentales obtenidos, para dar respuesta así al problema y emitiendo juicios de valor sobre su aprendizaje.

Figura 2
Reflexionar sobre el proceso de enseñar y aprender en el laboratorio



(autores, 2019)

En cada sesión de práctica de laboratorio de Física el grupo colaborativo trabaja una guía que consta de un título en el encabezado, los objetivos conceptuales, procedimentales, actitudinales que se espera lograr y un problema contextualizado a resolver. Se presenta a modo de ejemplo la sesión 3 con la guía didáctica de trabajo

<p align="center">Sesión 3 TRABAJO PRÁCTICO FÍSICA GENERAL <i>¿Qué variables físicas están presente en el movimiento rectilíneo uniforme variado (MRUV)?</i></p>		
<p>Objetivos Conceptuales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caracterizar el movimiento rectilíneo uniforme variado (MRUV). -Establecer las ecuaciones del (MRUV) de un cuerpo. 	<p>Objetivos procedimentales</p> <ul style="list-style-type: none"> - observación y medición, (MRUV) - representación gráfica del MRUV. - plantear hipótesis. - diseño experimental. - Relacionar el modelo gráfico del MRUV. <p>Comunicar información de forma escrita.</p>	<p>Objetivos actitudinales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trabajo colaborativo en la construcción de la actividad. - Actitud investigativa para resolver las situaciones planteadas. <p>Valorar el uso de Uve como instrumento de indagación.</p>
<p>1. Problema contextualizado</p> <p>Un grupo de Ingenieros proyecta optimizar el tiempo de despegue de aviones caza F-18 Hornet desde un porta-aviones, aumentando la aceleración en el despegue en un 30%. Actualmente la catapulta acelera al avión a una velocidad de 220 Km/h (velocidad mínima de despegue de 210 km/h), para así lograr la sustentación necesaria de vuelo.</p> <p>Como información, se tiene que la catapulta puede alcanzar desde 0 a 260 (km/h) su velocidad en dos segundos con las turbinas al máximo del avión (condición necesaria) en una longitud de pista de despegue</p>		

de 105 (m). ¿Sería posible?



2. Exploración de ideas previas: Escriba todo lo que conozca acerca de esta situación.

Formulación de preguntas investigables: En su grupo plantee preguntas investigables. *Identificación de variables del problema:* Indique que variables físicas están involucradas.

3. Investigación de conceptos claves sobre el MRUV: realice un mapa conceptual que evidencie la relación entre los conceptos.

4. Formulación de hipótesis: plantee dos hipótesis a corroborar

5. Construcción del diseño experimental: Indague con su grupo un experimento que permita comprobar la hipótesis con los materiales y recursos disponibles.

6. Experimente, realice medición, organice la información gráficamente y describa matemáticamente.

7. Concluya con argumentos científicos. Redacte sus afirmaciones de conocimiento y valor

El diagrama Uve de Gowin digital construido por un grupo de estudiantes de Ingeniería para resolver el problema de esta sesión de laboratorio se muestra en la figura 3, evaluado con un nivel de logro avanzado.

Figura 3

Diagrama Uve Gowin construido por estudiantes del grupo experimental

HIPOTESIS: Al aumentar la fuerza de la catapulta, la velocidad del avión será mayor en un tiempo menor.

La aceleración del avión depende del tiempo y la distancia, entonces si se disminuye el tiempo de despegue a la mitad la longitud de pista de despegue puede ser menor.

PENSAR

TEORIAS

La cinemática rama de la física que describe el movimiento de los objetos sólidos sin considerar las causas que lo originan (las fuerzas) y se limita al estudio de la trayectoria en función del tiempo. Para ello, utiliza velocidades y aceleraciones, que describen cómo cambia la posición en función del tiempo.

Un cuerpo realiza movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (M.R.U.A.) o movimiento rectilíneo uniformemente variado (M.R.U.V.) cuando su trayectoria es una línea recta y su aceleración es constante y distinta de 0. Esto implica que la velocidad aumenta o disminuye de manera uniforme.

PRINCIPIOS FISICOS EXPLICAN EL PROBLEMA

La posición de una partícula en el tiempo t aumenta o disminuye exponencialmente en función de su aceleración. $x(t) = x_0 + vt + \frac{1}{2}at^2$.

La velocidad del cuerpo cambia linealmente en el transcurso del tiempo, es decir, en un mismo incremento de tiempo se producirá el mismo incremento de velocidad por la constancia de la aceleración $v(t) = v_0 + at$

CONCEPTOS CLAVE

ACELERACION CONSTANTE: la aceleración es una magnitud vectorial que nos indica la variación de rapidez, cuando la aceleración es constante el móvil aumenta o disminuye de manera uniforme.

VARIACION DE VELOCIDAD: la velocidad es una magnitud vectorial que representa el espacio recorrido por un cuerpo en una unidad de tiempo, este varía cuando la aceleración no es 0.

F/A 18 HORNET: avión de caza de la marina, utilizado desde los portaaviones tiene capacidad de despegue en corto espacio gracias a las catapultas de abordó. Los chorros de gases salen por las toberas y proporcionan velocidades hasta de Mach 2.1 y le permiten volar en vertical.

¿PREGUNTAS?

¿Si se tiene una aceleración constante de mayor valor, se obtendrá una mayor velocidad?
¿Cómo se relaciona la aceleración con la velocidad?
¿cómo se relaciona esta con la posición del objeto?

HACER

ASEVERACIÓN VALOR ¿Para qué me sirve lo que aprendí?

Nos sirve aprender los conceptos de cambio de posición en función del tiempo, cambio de velocidad en función del tiempo y la pendiente del gráfico v vs t , es la aceleración

ASEVERACIONES DE CONOCIMIENTO - CONCLUSIONES

La relación entre las variables se muestra en el gráfico n°1 y n°2 y su pendiente representa la rapidez y la aceleración de forma experimental

MEDIR, ORGANIZAR INFORMACION, DESCRIBIR MATEMATICA

Gráfico N° 1 Posición vs Tiempo y Gráfico N° 2 Velocidad vs Tiempo (con 1 masa)

Gráfico N° 1 nos entrega la velocidad del carro con una masa

Gráfico N° 2 nos entrega la aceleración del carro con una masa

Gráfico N° 3 Posición vs Tiempo y Gráfico N° 4 Velocidad vs Tiempo (con 2 masas)

Gráfico N° 3 nos entrega la velocidad del carro con dos masas

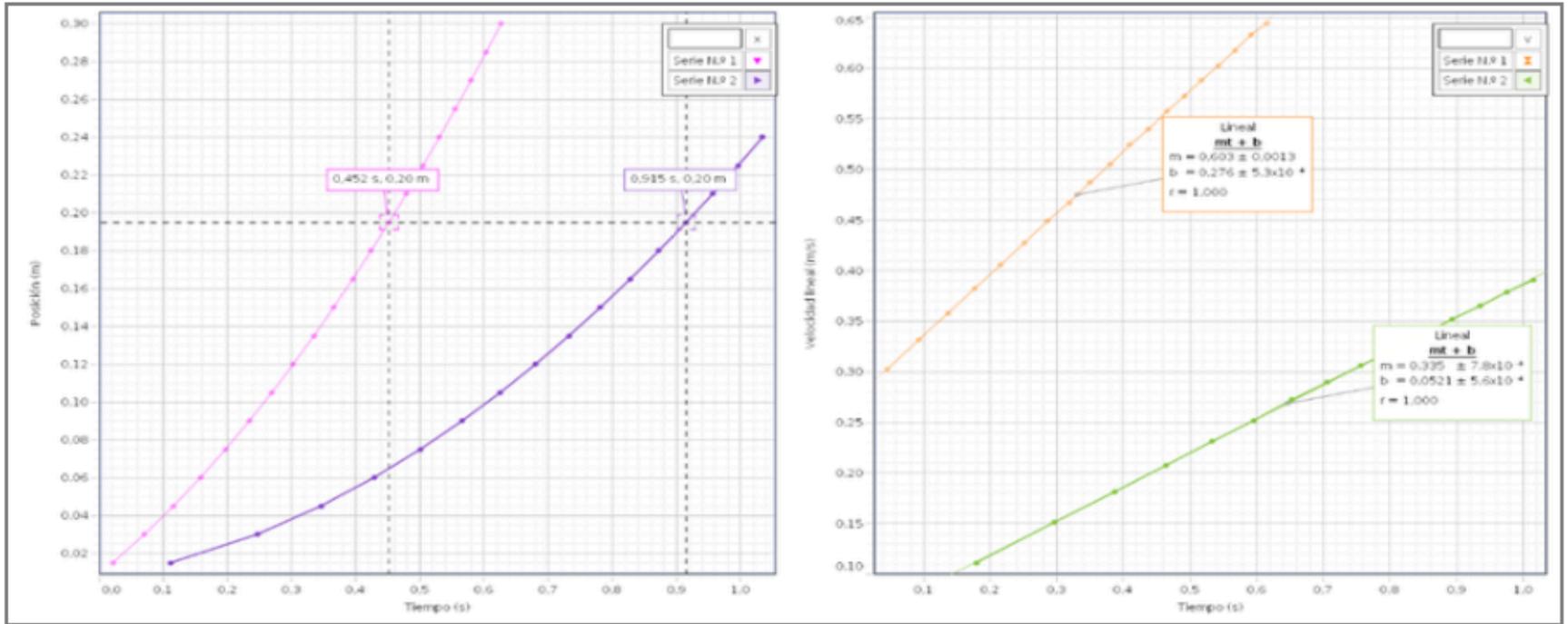
Gráfico N° 4 nos entrega la aceleración del carro con dos masas

PROCEDIMIENTO O DISEÑO INVESTIGACIÓN

Se realiza el montaje de un riel con una polea inteligente para luego deslizar un carro movido por una fuerza constante, medida por el roce de una cuerda con la polea inteligente. La cuerda está conectada por un extremo a un peso (masa 1, 2) y por el otro extremo al carro. Se necesita un software Pasco Capstone para evaluar cómo se comporta un cuerpo de aceleración constante a través del tiempo. Se ejecutaron dos lanzamientos con la aplicación de diferentes magnitudes de fuerza y bajo estas condiciones comprobar si la fuerza aplicada realiza una variación en la velocidad, y esta variación es constante basta con utilizar dos tipos de graficas una de v vs tiempo (masa 1) y otra de velocidad v vs tiempo (masa 2), a continuación, solo se debe realizar experimento e interpretar los datos.

PROBLEMA O FENÓMENO DE ESTUDIO

Un grupo de ingenieros proyecta optimizar el tiempo de despegue de aviones caza F-18 Hornet desde un portaaviones, aumentando la aceleración en el despegue en un 30%. actualmente la catapulta acelera al avión a una velocidad de 220 km/h (velocidad mínima de despegue de 210 km/h), para así lograr la sustentación necesaria de vuelo como información se tiene que la catapulta puede alcanzar desde 0 a 260 km/h su velocidad en dos segundos con las turbinas al máximo del avión (condición necesaria) en una longitud de pista de despegue es de 105 m. ¿sería posible?



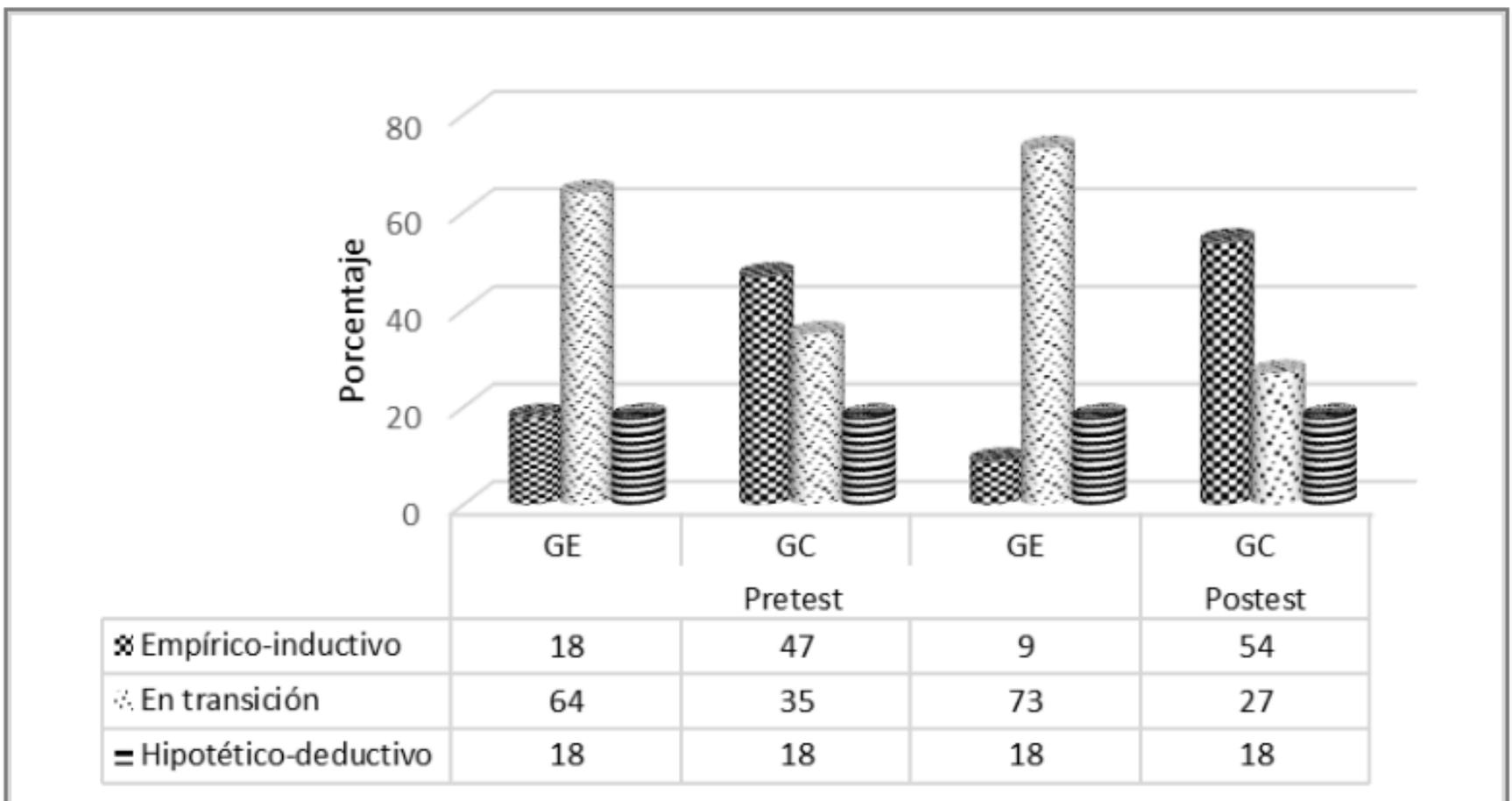
(autores, 2019)

3. Resultados

3.1. Efecto del uso del diagrama Uve al indagar y modelizar en TPL de Física General en el razonamiento científico

Para determinar el efecto del uso del Diagrama Uve de Gowin que promueve la indagación y la modelización sobre las habilidades de razonamiento científico de los alumnos se aplicó el Test de Lawson (1995) de acuerdo a su nivel de abstracción en sus respuestas, los estudiantes pueden quedar clasificados en empírico –inductivo, en transición o en hipotético-deductivo. Del análisis de los resultados se obtiene la figura 4.

Figura 4
Estadios de razonamiento científico en aprendizaje alcanzado en TPL física



(autores. 2019)

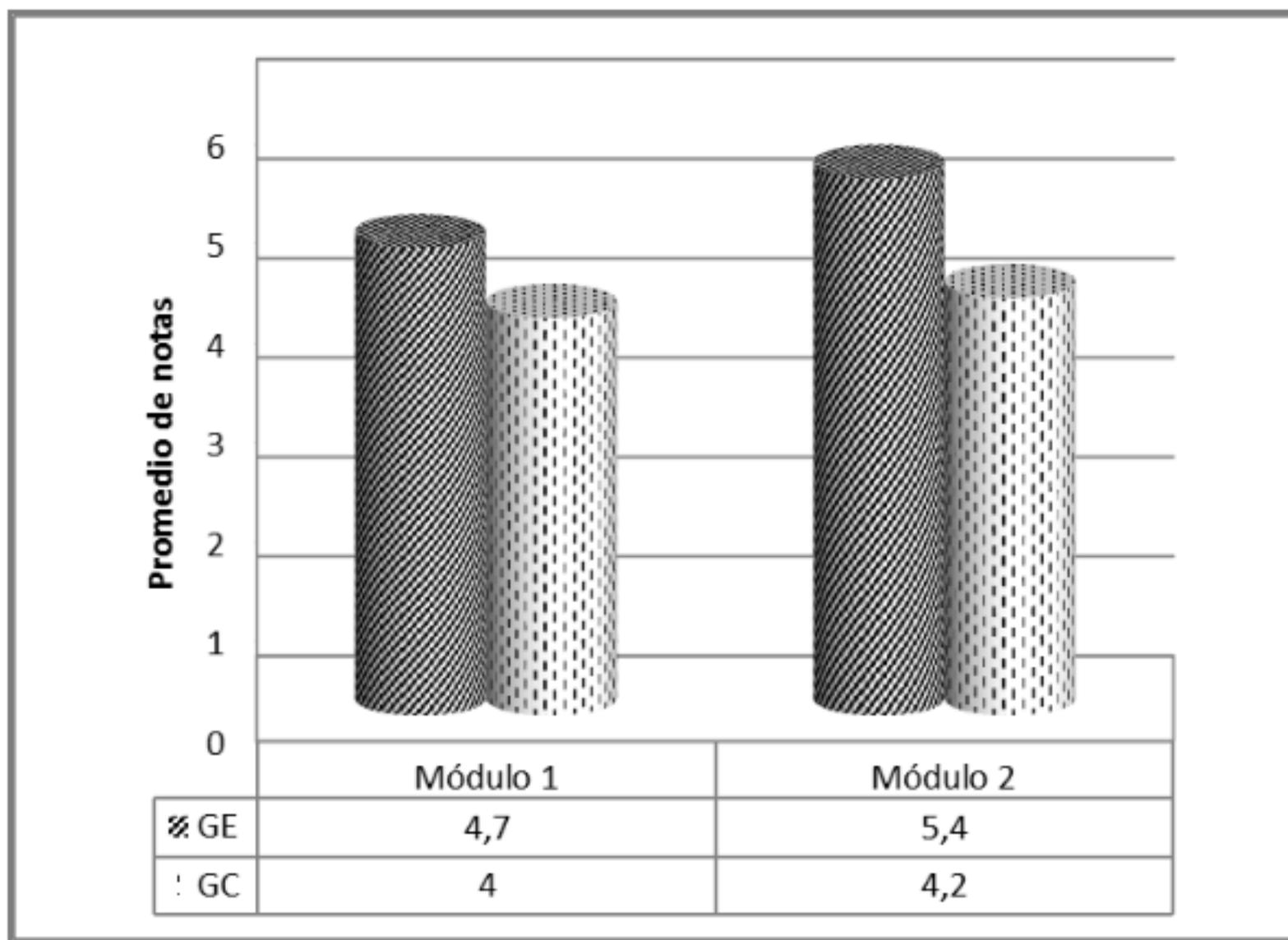
En la figura 4, se observa que los estudiantes de GE y GC, con mayor porcentaje en la primera medición se encuentran en el estadio de transición o formal (64%,35%)

respectivamente; en cambio en la segunda medición el % en el estadio de transición es de (73%, 27%) respectivamente, lo que indican que hay un incremento en GE de estudiantes en este estado provenientes del estadio concreto ya que el hipotético-deductivo o formal permanece constante. Por otra parte, en el GC se observa una disminución de este estadio aumentando el número de estudiantes que alcanza el estadio de razonamiento empírico-inductivo (concreto) y disminuyendo el de transición respecto a la medición inicial, sin embargo, estos cambios no son estadísticamente significativos en ninguno de estos estadios según la prueba de McNemar.

3.2. Efecto del uso del diagrama Uve al indagar y modelizar en TPL de Física General en el rendimiento académico.

El rendimiento académico de los estudiantes del GE y GC se muestra en la figura 5.; según el promedio de calificación alcanzada en el módulo I y módulo II.

Figura 5
Rendimiento Académico del
GE y GC en TPL de física



(Autores, 2019)

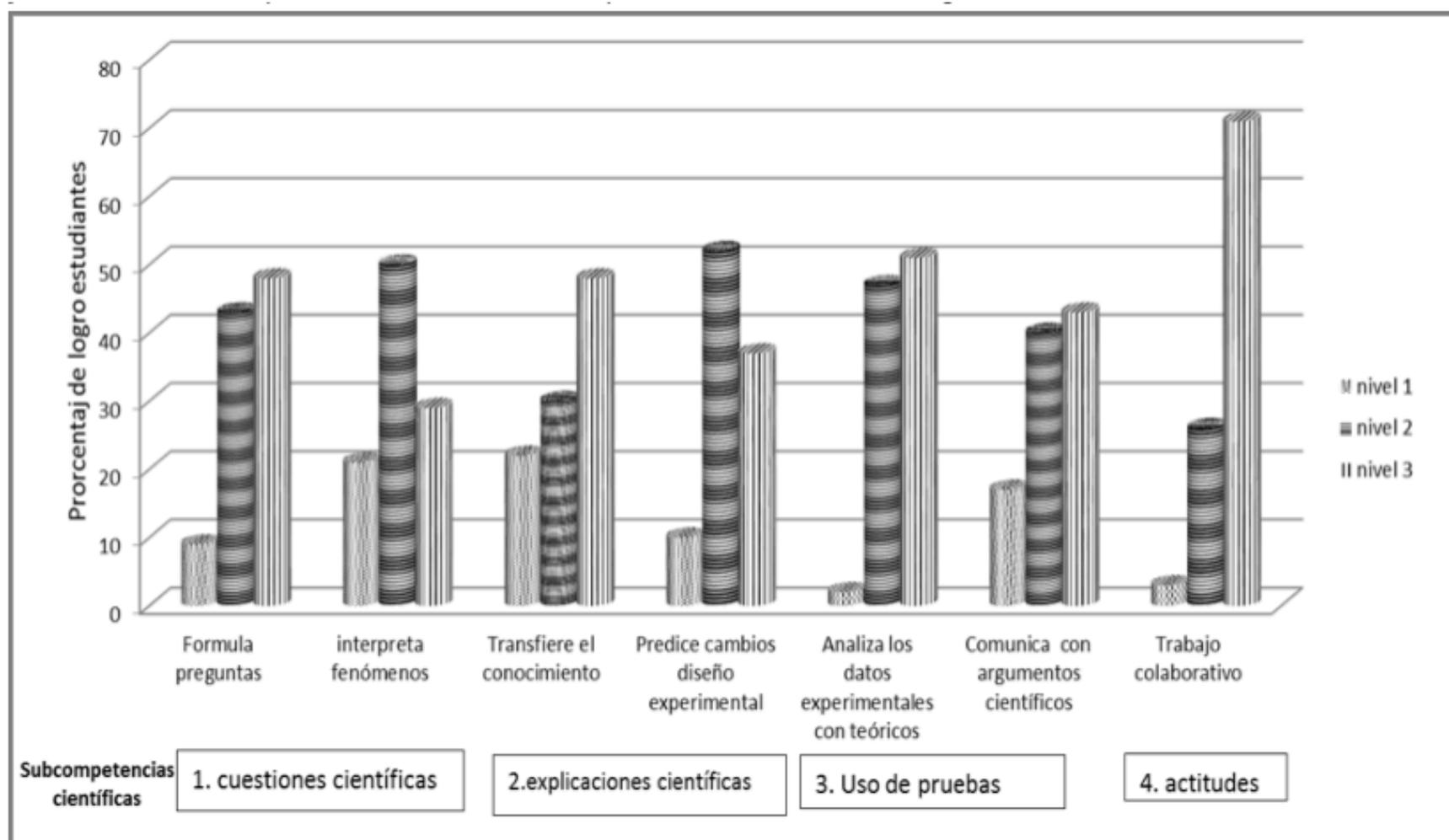
En la figura 5 se observa que el mayor promedio en el rendimiento académico lo obtuvo el grupo experimental (GE) en el módulo I ($x=4,7$) y en el módulo II ($x=5,4$) con respecto al grupo control. Al comparar el rendimiento en una medición entre el GE y GC, al final del módulo I y módulo II respectivamente, por medio de la prueba estadística U de Mann Whitney se obtiene para el módulo I un estadístico y un nivel de significación ($z = 3,300$; $p = 0,001$) y para el módulo II ($z = 7,009$; $p = 0,0000$) lo que indica que existen diferencias estadísticamente significativas a favor del GE. Lo que es posible atribuir a la intervención implementada con el diagrama Uve de Gowin. Para comparar el rendimiento académico en un mismo grupo en dos mediciones entre módulo I y módulo II, se emplea la prueba no paramétrica de Wilcoxon, que entrega un estadístico y un nivel de significancia ($z=4.595$; $p= 0.00$) para el GE y ($z=2,016$; $p= 0.044$) para el GC lo que indica que hay diferencias

estadísticamente significativas entre la primera y segunda medición en ambos grupos.

3.3. Efecto del uso del diagrama Uve al indagar y modelizar en TPL de Física General en el nivel de logro competencia científica.

El nivel de desempeño de los estudiantes de Ingeniería en la competencia científica en los TPL de Física al usar el diagrama Uve de Gowin se evaluó con una rúbrica que evidencia el nivel de logro (1= básico, 2 = adecuado y 3= avanzado) en los indicadores de cada dimensión de la sub competencia científica (ver anexo) que se muestran en la figura 6 para los estudiantes del GE.

Figura 6
Desempeño en la sub-competencia científica en TPL de Física. Nivel1, básico; nivel 2, adecuado; nivel3, avanzado



(Autores, 2019)

En la figura 6 se observa el desempeño alcanzado por los estudiantes en TPL de física con el uso del Diagrama Uve de Gowin en las sub competencias científicas, las que se analizan en porcentaje de logro de cada indicador:

1. *Sub competencia 1, identificación de cuestiones científicas.* El mayor % de alumnos se encuentra: i) en el indicador formular preguntas en el nivel de logro a) avanzado (48%); b) adecuado (43%) y ii) en el indicador interpretar fenómenos, a) adecuado (50%); b) adecuado (29%). De los informes se infiere que las mayores dificultades de los alumnos se presentan en formular hipótesis, a partir de la información disponible.

2. *Sub competencia 2, explicaciones científicas,* i) en el indicador de transferencia del conocimiento, los estudiantes se encuentran en el nivel de logro a) avanzado (48%); b) adecuado (30%) y ii) en el indicador predice cambios en el diseño experimental a) adecuado (52%); b) avanzado (37%). Sus dificultades se refieren específicamente en el indicador de aplicar los conceptos físicos, principios y leyes en la práctica de laboratorio.

3. *Sub competencia 3, uso de pruebas científicas,* i) en el indicador de analizar los datos experimentales, el % estudiantes que se encuentran en el nivel de logro a) avanzado (51%); b) adecuado (47%) y ii) en el indicador comunica sus resultados con argumentos

científicos a) avanzado(43%); b) adecuado (40%). Sus mayores dificultades se presentaron en el indicador de comunicar sus resultados en coherencia con la hipótesis, resultados y conocimientos físicos involucrados

La valoración positiva del trabajo colaborativo en el laboratorio, se evidencia en los estudiantes que se encuentran en a) avanzado (71%); b) adecuado (26%).

4. Conclusiones

A partir del estudio de la eficacia del uso del diagrama Uve de Gowin para indagar y modelizar en los TPL de Física General en el desarrollo del razonamiento científico ($p=1.14$; $z= 3,57$), convenimos que sería necesario replantear los TPL con estrategias metodológicas que vayan mucho más allá de generar réplicas o simulaciones sin un sentido, por aquellas que favorecen el razonamiento científico de manera sistemática, ya que no se evidenciaron diferencias estáticamente significativas entre los estudiantes del GE y GC en un semestre.

Al realizar el laboratorio de física con el uso del diagrama Uve de Gowin es posible cambiar la experiencia de aprendizaje del estudiante y mejorar su rendimiento académico por las diferencias estadísticamente significativas evidenciadas entre el GE ($z=4.595$; $p= 0.00$) y el GC ($z=2,016$; $p= 0.044$) cuando se propone a los estudiantes una situación problema contextualizada a Ingeniería que genera negociación de significados entre los conceptos involucrados y la experiencia práctica, cuando surgen resultados discrepantes entre sí, o discrepantes con el modelo planteado; en el análisis riguroso de las condiciones y supuestos bajo los cuales se realizó el diseño experimental, generando una discusión argumentativa acerca de ellos, en el grupo colaborativo y con la guía de su profesor. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Gil, J., Solano, F., Tobaja, L. y Monfort, P. (2013) en la mejora con el uso de diagrama Uve en la calidad del aprendizaje, incrementando tanto sus capacidades en la resolución de problemas de física como en la comprensión de conocimientos sobre temas de dinámica.

Estamos ciertos, que el espacio de los TPL fortalece una relación efectiva entre teoría y práctica, a partir de las acciones llevadas a cabo por los estudiantes como actores principales del proceso, puesto que no sólo demostraron el aprendizaje de los conceptos físicos, sino que desarrollaron habilidades cognitivas superiores al completar el diagrama Uve de Gowin en el laboratorio para buscar explicaciones al problema, representar modelos y probar sus respuestas para comunicar sus conclusiones, al mismo tiempo que demostraron su competencia científica, específicamente en el nivel de logro avanzado en la sub-competencia 2, *formular explicaciones científicas* y sub-competencia 3, *uso de pruebas científicas*, en su actitud de responsabilidad, respeto por el otro y en la colaboración en el aprendizaje en su grupo. En esta misma perspectiva, Lacambra y Soto (2014) coinciden al afirmar la necesidad de formar alumnos competentes que desarrollen habilidades y dominen recursos, estrategias y herramientas durante la construcción autorregulada de su conocimiento mediante el empleo del diagrama Uve de Gowin. Por tanto, consideramos muy importante el aporte de su uso en los TPL, si se tienen en cuenta factores como trabajo autónomo de los estudiantes, motivación por su aprendizaje y uso de las TIC en el laboratorio para desarrollar la competencia investigativa.

Agradecimientos

El presente trabajo es parte de una investigación, que es posible gracias al financiamiento logrado a través del Proyecto de Investigación FONDECYT N° 1181525.

Referencias bibliográficas

Adúriz-Bravo, A. (1999). Elementos de teoría y de campo para la construcción de un análisis epistemológico de la didáctica de las ciencias (Doctoral dissertation, Universitat Autònoma de Barcelona, Departament de Didàctica de les Matemàtiques i de les Ciències Experimentals).

Anderson, L., Krathwohl, D., Airasian, P., Cruikshank, K., Mayer, R., Pintrich, P., Raths, J. y

Wittrock, M. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives* (complete edition). Nueva York: Longman.

Ates, S., y Cataloglu, E. (2007). The effects of students' reasoning abilities on conceptual understandings and problem-solving skills in introductory mechanics. *European Journal of Physics*, 28(6), 1161

Ausubel, D. P., Novak, J. D., y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo* (Vol. 2). México: Trillas.

Barrow, R., y Woods, R. (2006). *An introduction to philosophy of education*. Routledge.

Caamaño, A. (2005). Trabajos prácticos investigativos en química en relación con el modelo atómico-molecular de la materia, planificados mediante un diálogo estructurado entre profesor y estudiantes. *Educación química*, 16(1), 10-19.

Caamaño, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 17(69), 21-34

Cohen, L., y Manion, L. (1990). *Método de investigación educativa* (No. 37.012). La Muralla

Draper, D. C. (2015). Digital knowledge mapping as an instructional strategy to promote visual literacy: A case study. In *Essentials of teaching and integrating visual and Media literacy* (pp. 219-236). Springer, Cham.

Duit, R. (1995). The Constructivist Views: A Fashionable and Fruitful Paradigm for Science Education. Research and Practice. In: Steffe, L.; Flores, J., Caballero S., María, C. 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).

Escudero, C., y Moreira, M. A. (1999). La V epistemológica aplicada a algunos enfoques en resolución de problemas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 17(1), 61-68.

Ferrés, C., Sanmartí, N., y Marbà, A. (2015). ¿Cómo evaluar los trabajos de indagación del alumnado? *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (80), 1001-1011.

Flores, J., Caballero Sahelices, M. C., & Moreira, M. A. (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.

Carmona, A. G. (2012). Aprender Física y Química mediante secuencias de enseñanza investigadoras. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 307-308.

Gil, D.; Carrascosa, J.; Furió, C. y Mtnez, J. (1991). La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. *Cuadernos de educación*, V. 5. Horsorí, España, Cap. III.

Gil, J., Solano, F., Tobaja, L., & 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), 2402-2.

Gil-Pérez, D., Guisasola, J., Moreno, A., Cachapuz, A., Pessoa de Carvalho, A. M., Martínez Torregrosa, J., Salinas, J., Valdés, P., González, E., Gené Duch, A., Dumas-Carré, A., Tricárico, H., Gallego, R. (2002). Defending constructivism in science education. *Science & Education*, 11(6), 557-571.

Gowin, D. B. (1981). *Educating*. Cornell University Press

Guardián, B. y Ballester, A. (2011). UVE de Gowin instrumento metacognitivo para un aprendizaje significativo basado en competencia. *Latin-American Journal of Physics Education*, 3(1), 51-62.

Hmelo-Silver, C.E., Duncan, R.G., y Chinn, C.A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107.

Hodson, D. (1994). Seeking directions for change: The personalisation and politicisation of science education. *Curriculum Studies*, 2(1), 71-98.

Hofstein, A., y Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science education*, 88(1), 28-54.

- Izquierdo, M. (1994): La V de Gowin, un instrumento para aprender a aprender (y a pensar). *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 1(3). 114-124
- Lacambra, A. M. M., y Soto, B. D. G. (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. *REDU: Revista de Docencia Universitaria*, 12(4), 457-473.
- Lueddeke, G. R. (1999). Toward a constructivist framework for guiding change and innovation in higher education. *The Journal of Higher Education*, 70(3), 235-260.
- Labudde, P. (2008). 6.1 The role of constructivism in science education: yesterday, today, and tomorrow. *Four Decades of Research in Science Education-from Curriculum Development to Quality Improvement: From Curriculum Development to Quality Improvement*, 139.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. wadsworth publishing company.
- López, S., Veit, E. A., y Araujo, I. S. (2014). La formulación de preguntas en el aula de clase: Una evidencia de Aprendizaje Significativo Crítico. *Ciência & Educação*, 20(1), 117-132
- Mayer, R. E. (1996). Learners as information processors: Legacies and limitations of educational psychology's second. *Educational psychologist*, 31(3-4), 151-161.
- 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.
- Novak, J. D., Gowin, D. B., & Otero, J. (1988). *Aprendiendo a aprender* (pp. 117-134). Barcelona: Martínez Roca
- OECD (2016) *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*. Paris: OECD Publishing.
- Piaget, J. (1973). *Psicología genética*. Buenos Aires: EMECÉ Editores
- Séré, M. G. (2002). La Enseñanza en el laboratorio: ¿qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 357-368.
- Tamir, P., Nussinovitz, R., y Friedler, Y. (1982). The design and use of a practical tests assessment inventory. *Journal of Biological education*, 16(1), 42-50.
- Van Der Valk, T., y De Jong, O. (2009). Scaffolding science teachers in open-inquiry teaching. *International Journal of Science Education*, 31(6), 829-850.
- Vygotsky, L. S. (1979). Consciousness as a problem in the psychology of behavior. *Soviet Psychology*, 17(4), 3-35.
- Windschitl, M., Thompson, J., y Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92(5), 941-967.
-

Anexos

RÚBRICA PARA EVALUAR LABORATORIO FÍSICA GENERAL I

Nivel DESEMPEÑO : 1= básico 2= Adecuado 3= avanzado		Eval	
Identificación de cuestiones científicas	Identificación de problemas o formulación de preguntas	No identifica problemas y no plantea preguntas	1
		Identifica parte del problema y sus preguntas no se focalizan en la situación.	2
		Identifica el problema y plantea preguntas de la situación.	3
	Describe o interpreta fenómenos científicamente	No plantea hipótesis correctamente ni relaciona las variables.	1
		Formula hipótesis ambiguas y no relaciona correctamente las variables	2
		Formula hipótesis, a partir de la información disponible y relaciona las variables involucradas.	3
Explicación científica de las situaciones	Transfiere el conocimiento de la ciencia a una situación determinada	Identifica conceptos físicos, hechos, principios y leyes presentes en la práctica de laboratorio, y no tiene clara su aplicación.	1
		Busca en forma autónoma la información para describir y explicar los conceptos físicos, hechos, principios y leyes involucrados en la práctica de laboratorio y los aplica parcialmente.	2
		Aplica los conceptos físicos, hechos, principios y leyes involucrados en la práctica de laboratorio.	3
	Predice cambios e identifica las descripciones, explicaciones apropiadas en su diseño experimental	Describe los procedimientos para contrastar las hipótesis correctamente de forma parcial.	1
		Diseña el experimento para contrastar las hipótesis correctamente y controla las variables involucradas en las prácticas de laboratorio	2
		Realiza el montaje del experimento para contrastar las hipótesis correctamente y controla las variables involucradas en las prácticas de laboratorio	3
uso de pruebas en contextos relevantes	Analiza los datos recogidos y su congruencia con datos teóricos	Procesamiento incompleto de los datos, en tablas o gráficos.	1
		Interpreta, analiza datos a partir gráficos y no modela matemáticamente la situación.	2
		Interpreta, analiza datos a partir gráficos y modela matemáticamente la situación.	3
	Comunica sus resultados con argumentos científicos	Comunica en forma parcial los resultados y no responden a la hipótesis, objetivos de la situación.	1
		Comunica en forma parcial los resultados y estos se ajustan a la hipótesis y objetivos, pero no argumentan sus respuestas.	2
		Comunica correctamente los resultados en coherencia con la hipótesis y objetivos planteados, argumenta con los conceptos físicos involucrados en la situación.	3
Actitudes	Trabajo colaborativo	El trabajo que realizan los integrantes del grupo no evidencia implicancia y participación en las tareas	1
		Los miembros del grupo trabajan , pero evidencian falta de organización y comprensión en algunas tareas	2
		Los miembros trabajan con responsabilidad , rigurosidad y todos se implican en la realización de las actividades	3

1. Doctor en Educación: Didáctica de las Ciencias Experimentales. Departamento de Ciencias de la Educación. Facultad de Educación y Humanidades, Universidad del Bío Bío, Chile. eherrera@ubiobio.cl

2. Doctor en Enseñanza de las Ciencias. Profesor Titular Departamento de Física. Facultad de Ciencias. Universidad del Bío-Bío, Chile. isanchez@ubiobio.cl