

Experiencia Piloto para el Desarrollo de un Nuevo Modelo Instruccional

Ricardo Chrobak, Carlos A. Herrera,
Universidad Nacional del Comahue
Facultad de Ingeniería, Departamento de Física
Buenos Aires 1400
8300 Neuquén

Trabalho recebido em 24 de janeiro de 1995

La mayor parte de los estudios de investigación relacionados con la enseñanza de la Física indican que los modelos de instrucción convencionales no consiguen satisfacer los objetivos que se proponen. Muchos intentos se han realizado para cambiar esta situación, frecuentemente con resultados desalentadores. Este trabajo, que constituye la etapa piloto de un proyecto de investigación de mayor alcance, intenta cambiar hacia un modelo basado en la teoría cognitiva del aprendizaje conocida como de Ausubel-Novak-Gowin, aplicando las herramientas metacognitivas que surgen de la misma. Los datos obtenidos señalan que los alumnos responden positivamente a los objetivos del aprendizaje significativo, mostrando un entendimiento sustancial de la Mecánica Newtoniana y una importante reducción en el tiempo de estudio necesario para promocionar la asignatura (es decir, para cursar y aprobar).

1. Introducción

Hoy en día es incuestionable la gran influencia que ejercen las ideas y procedimientos de la Física en el estudio de las demás ciencias. Por este motivo, gran parte de las carreras científicas cuyo tema central no es la Física, incluyen al menos un curso de esta materia. Resulta obvio, entonces, la importancia que reviste la comprensión de los conceptos físicos por parte de los estudiantes. Sin embargo, esto se logra sólo en parte, o al menos, no en la medida en que sería conveniente.

Son numerosas las dificultades en la enseñanza de la Física (ver Chrobak, Ricardo: "Learning how to teach Introductory Physics Courses", Master's Thesis, Cornell University). Esto conduce a una urgencia, tanto de los profesores como de los alumnos, en lograr una mayor "efectividad" en el aprendizaje de la Física. A esta urgencia intenta responder el presente trabajo, como un primer paso hacia el desarrollo de un nuevo modelo instruccional.

Propuesta del Presente Trabajo

La intención del presente trabajo es hacer conocer nuestra investigación en enseñanza de la Física, como

así también el modelo instruccional emergente de la misma, centrada actualmente en la asignatura "Física I", correspondiente a las diversas orientaciones de la carrera de Ingeniería, y Profesorados de Matemática, Física y Química.

Los contenidos mínimos de esta asignatura, que se desarrollan durante un cuatrimestre con carga horaria de 12 horas semanales, son los siguientes:

- * Leyes y Magnitudes de la Física. Mediciones
- * Leyes de Conservación
- * Descripción del movimiento y sus causas
- * Hidrostática
- * Aplicaciones.

Los objetivos de esta propuesta pueden resumirse de la siguiente manera:

- Analizar la problemática instruccional emergente de los cursos de Física
- Favorecer el surgimiento de nuevos elementos que acentúen el cambio hacia el aprendizaje significativo
- Destacar la planificación como punto de partida esencial para toda acción educativa
- Desarrollar un modelo educativo que promueva el aprendizaje significativo
- Estudiar y adaptar el modelo para su aplicación a otras áreas educativas de la región.

Aspiramos a que el conocimiento de este modelo metodológico haga nacer la inquietud en docentes e investigadores y los anime a intentar la aplicación de enfoques similares al propuesto.

Encuadre Teórico del Proyecto

El encuadre teórico de este trabajo se halla en la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel, Novak, y Gowin, en la actualidad ampliamente difundida (Ausubel et al., 1978, 1983; Novak, 1977, 1982, Gowin, 1981; Novak y Gowin, 1986, 1988; Moreira, 1993). Esta teoría enfatiza el punto de vista cognitivo de la psicología educativa y su relación con el aprendizaje significativo. Concuerda, además, con una epistemología constructivista, en la medida en que sostiene que el conocimiento es una producción del ser humano, con las búsquedas, intuiciones, aciertos y desaciertos, rectificaciones, que esto implica. Como resultado de los trabajos de Novak y Gowin, se han producido las así llamadas “herramientas metacognitivas”, por ejemplo los Mapas Conceptuales (Novak, y Gowin, 1984) y los Diagramas Uve (Ibid.), también llamada “Ve de Gowin” (Moreira y Buchweitz, 1993), que permiten mejorar el aprendizaje y facilitan la investigación educativa. En Anexo 1 se explica brevemente en qué consisten estas herramientas.

La Teoría del Aprendizaje Significativo

La educación es un fenómeno universal requerido para la continuidad cultural, a través del cual las viejas generaciones preparan a las nuevas generaciones. El objetivo de la educación es, fundamentalmente, producir un cambio que puede ser de la ignorancia al conocimiento, de la inmadurez a la madurez o, simplemente, un cambio conceptual. Se puede resumir diciendo que la educación es un evento social en el cual los individuos comparten significados. Compartir significados hace que este evento sea posible y, al mismo tiempo, nos indica que el proceso debe ser llevado a cabo al menos por dos individuos: profesor y estudiante.

Todo instructor debe tener presente que educar es una “intervención en la vida de un ser humano para cambiar el significado de su experiencia” (Gowin, 1981, p.27. Traducción del autor) y lograr el completo desarrollo de su personalidad. Considerando este concepto es posible entender que las prácticas tan comunes en que los instructores actúan como “proveedores” de información y los alumnos son meros “adivinos” de

las respuestas que sus profesores consideran aceptables, no colaboran para cambiar el significado de la experiencia del estudiante.

En el caso de las ciencias podemos decir que enseñar ciencias es mucho más que distribuir información. Los estudiantes no pueden aprender ciencias solamente escuchando al profesor. Necesitan relacionar los conceptos de ciencia con sus propios conceptos, acciones y experiencias previas. Es muy útil para los estudiantes relacionar la ciencia con su vida de todos los días. Recordemos que se puede usar la ciencia como un instrumento para entender y preservar la naturaleza, de la cual formamos parte, para entender los aspectos físicos, sociales, biológicos y psicológicos del mundo y de la vida. Finalmente, la ciencia debe ser presentada como el fundamento tecnológico de nuestra era, que ya muchos han llamado “la era de la tecnología”, en que la aplicación de la ciencia a la tecnología significa usar la ciencia para bienestar de la humanidad.

En base a la cosmovisión aquí planteada y a elementos provistos por la psicología educativa y la pedagogía, se pueden llegar a desarrollar los principios didácticos que forman parte de la teoría de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia.

Compartir Significados

Este análisis se basará en lo que se ha denominado “aprendizaje significativo”, entendiéndose por tal el proceso mediante el cual las nuevas ideas adquiridas por los alumnos se relacionan de un modo no arbitrario, sino sustancial, con lo que ya saben. Este tipo de aprendizaje se diferencia del que se conoce como “aprendizaje mecánico”, en el cual las nuevas ideas se relacionan en forma arbitraria y no sustancial con lo que el estudiante ya sabe. El significado al que se refiere este análisis debe ser “construido” por el alumno o aprendiz, es decir es el ser humano en cuestión quien debe poner de manifiesto en qué forma interaccionan los elementos involucrados en el proceso de formación de significados. Por otra parte estas construcciones no son definitivas, sino más bien, forman parte de un proceso de transformación esencialmente dinámico y evolutivo.

Esta teoría enfatiza la idea de aprendizaje significativo y sostiene que para que éste ocurra, el alumno debe ser consciente de que él debe relacionar las nuevas ideas o informaciones que quiere aprender, a los aspectos relevantes de su estructura cognoscitiva. Esto debe realizarse en forma no arbitraria, no “al pie de la

letra”, sino substancialmente. Para que esto sea posible se deben cumplir ciertos requisitos, siendo los más importantes: (a) el material a ser aprendido debe ser potencialmente significativo, esto quiere decir que no se pueden enseñar significativamente listas de palabras sin sentido, las cuales, al no tener significado inherente, no podrán ser relacionadas con la estructura cognoscitiva; (b) la persona que está aprendiendo debe poseer en su estructura cognitiva, conceptos y proposiciones relevantes que sean capaces de actuar como “base de anclaje” para las nuevas ideas a ser asimiladas; (c) el que está aprendiendo debe elegir relacionar intencionadamente el material potencialmente significativo, en forma no arbitraria y sustancial, con la estructura cognoscitiva que ya posee. Si alguna de estas condiciones falla, el aprendizaje significativo también se verá afectado.

Como se ha señalado, el proceso fundamental del aprendizaje significativo es la incorporación de nuevos conceptos y proposiciones a una estructura cognoscitiva que, por naturaleza, está organizada jerárquicamente; Ausubel denominó “subsumption” a este proceso, y a los conceptos preexistentes los llamó “subsumers” (conceptos inclusores o ideas de anclaje o “subsumidores”). Por lo común la incorporación implica que las ideas específicas (menos inclusivas) sean incluidas (relacionadas o “ancladas”) bajo ideas más generales (más inclusivas) de la estructura cognoscitiva. Al ser la estructura cognoscitiva de cada estudiante de naturaleza idiosincrática (es decir, privativa de cada persona), es obvio que el proceso de aprendizaje significativo también lo será. De todos modos, los estudiantes de una determinada cultura poseen estructuras cognoscitivas suficientemente similares como para hacer posible la enseñanza grupal en forma tal que cada uno de ellos pueda aprender significativamente.

El marco teórico aplicado a la instrucción

Al referirse a la instrucción, Ausubel (1978) distingue dos tipos:

- * instrucción por recepción (aprendizaje receptivo)
- *instrucción por descubrimiento (aprendizaje por descubrimiento).

La instrucción por recepción ocurre cuando los conceptos y proposiciones a ser aprendidos son presentados al alumno por el instructor, para que los incorpore a su estructura cognoscitiva.

La instrucción por descubrimiento tiene lugar cuando el que aprende identifica el contenido y relaciones a

ser aprendidas, y construye sus conceptos y proposiciones en forma independiente.

Es importante señalar que desde el punto de vista del aprendizaje, la situación puede variar continuamente desde un mero aprendizaje receptivo hasta el alto nivel de aprendizaje autónomo que caracteriza a las investigaciones originales. Sin embargo, el aprendizaje por descubrimiento también puede darse, por ejemplo resolviendo rompecabezas a través del método de ensayo y error, en cuyo caso el grado de significado que se alcanza es mínimo. Por este motivo, Ausubel puntualiza que forzar a los alumnos hacia un aprendizaje por descubrimiento no garantiza el logro de altos niveles de aprendizaje significativo. Se puede decir que, de acuerdo a Ausubel, la instrucción por recepción y la instrucción por descubrimiento pueden ser consideradas como los extremos de un eje horizontal continuo en el que se ubican muchas posiciones intermedias (Fig.1).

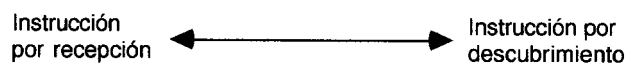


Figura 1. El continuo recepción-descubrimiento.

Aunque Ausubel explica el aprendizaje memorístico como esencialmente diferente del significativo (ya que este último requiere la incorporación no arbitraria y sustantiva del nuevo conocimiento a la estructura cognoscitiva), Novak sostiene que también es útil considerar al aprendizaje memorístico y al significativo como los extremos de otro eje continuo que, por conveniencia, suele considerarse en forma vertical. (Fig.2)

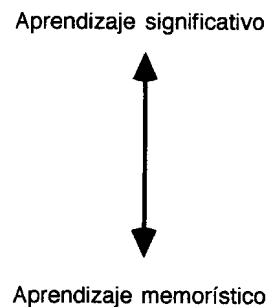


Figura 2. El continuo significativo-memorístico.

Novak fundamenta esta afirmación basándose en tres hechos principales:

- * El número y calidad de las asociaciones que tratan de establecer los estudiantes entre el conocimiento previo y lo que están aprendiendo, son generalmente muy variables.

* Tanto la cantidad y calidad del conocimiento previo que el estudiante posee, como el grado de compromiso con el que busca la integración del nuevo conocimiento, influyen considerablemente en el nivel de aprendizaje significativo que alcanza.

* La calidad y organización del material a aprender también influyen en el nivel de aprendizaje significativo.

Esta postura, en cuanto a las distintas formas de aprendizaje y a las distintas formas de instrucción, son representadas por Novak (Novak, J. D. 1977) en un esquema que incluye ejemplos típicos de cada zona del continuo, como se muestra en la Fig.3.

La diferenciación progresiva. De acuerdo al principio de la diferenciación progresiva, el aprendizaje es más efectivo cuando la nueva información se presenta comenzando por los conceptos y proposiciones más generales y terminando por los conceptos y proposiciones más específicos o más explícitos. Cuando la instrucción se organiza de esa manera, se favorece la posterior diferenciación de los segmentos más relevantes de la estructura cognoscitiva.

La reconciliación integradora. Este principio establece que la instrucción debe ser organizada de tal manera que favorezca la integración y encadenamiento de secuencias de conceptos que parecieran no estar relacionados. Cuando esto ocurre, el reconocimiento de diferencias y similitudes entre conceptos previamente aprendidos se hace más claro y transparente.

Un ejemplo de este principio se da cuando el estudiante reconoce y comprende las diferencias entre masa y peso, fuerza y aceleración, etc., incluyendo la diferencia entre estas etiquetas conceptuales en la vida diaria de los estudiantes, y su significado para la Física.

Es particularmente notable el hecho de que la falla que muchos estudiantes tienen cuando aprenden ciencia, se origina en que no pueden alcanzar una buena reconciliación integradora. Este es el origen de la mayoría de las dificultades que los profesores de ciencia conocen tan bien. Además, la reconciliación integradora de conceptos en la estructura cognoscitiva es el principal requerimiento para la superación de concepciones alternativas o conceptos erróneos.

Los organizadores previos: Cabe señalar aquí que el hecho por el cual Ausubel es más conocido se origina en su defensa del uso de los *organizadores previos*. Los mismos consisten en una introducción previa muy general y abstracta de las principales ideas del material a enseñar, cuyo objeto es facilitar *el anclaje* entre la estructura cognoscitiva y el material más específico que

se va a enseñar.

Hay dos requerimientos básicos para que esto pueda funcionar:

a) los organizadores previos deben poder ser relacionados en forma significativa con los conceptos preexistentes en la estructura cognoscitiva del que aprende.

b) deben ser fácilmente relacionables con la estructura conceptual y proposicional del material que va a ser enseñado.

El uso de los organizadores previos ha sido muy discutido, siendo además uno de los aspectos más investigados de la teoría. Algunas de estas investigaciones no han mostrado diferencias significativas en el nivel de aprendizaje, habiéndose reportado incluso efectos negativos. Sin embargo, la mayoría de estas investigaciones no han tenido en cuenta alguna de las condiciones más importantes que se deben cumplir, como por ejemplo:

1. Que los organizadores previos deben ser relacionables con la estructura cognoscitiva del que aprende.

2. La necesidad de que el estudiante elija aprender significativamente.

3. La necesidad de evaluar los resultados del aprendizaje significativo con instrumentos adecuados para ese fin.

Cuando todas las condiciones necesarias son tenidas en cuenta, el uso de los organizadores previos ha demostrado ser muy efectivo para la obtención del aprendizaje significativo, ya que ayuda a la aplicación del principio de la diferenciación progresiva, contribuyendo a: (a) producir el efecto de economizar esfuerzos en el aprendizaje, (b) evitar el aislamiento en compartimentos separados de conceptos que son esencialmente similares, (c) desalentar la proliferación de múltiples términos para representar en forma diferente, ideas que son esencialmente equivalentes.

Metodología Implementada

El diseño de este curso se basó en el punto de vista cognitivo mencionado anteriormente y da por resultado un nuevo modelo educativo que privilegia el aprendizaje significativo sobre el tradicional aprendizaje memorístico, que caracteriza a la enseñanza actualmente en vigencia en la mayoría de nuestras instituciones.

Durante el curso se enseñó a los alumnos a usar las ya mencionadas “herramientas metacognitivas” de aprendizaje, basadas en lo que se conoce acerca del conocimiento humano, o en otras palabras, aprender a aprender. (Ver ANEXO 1) .

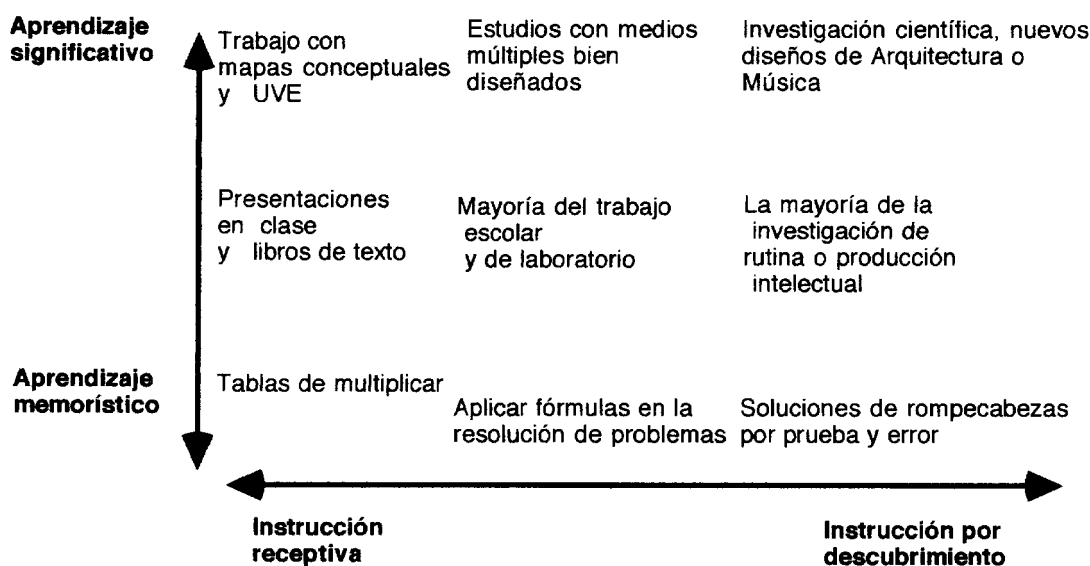


Figura 3. Continuos de instrucción y aprendizaje (Novak, 1977).

Las actividades desarrolladas por los alumnos del grupo experimental, fueron las siguientes:

- * Rendir un examen previo tomado durante la primer semana de clases. Este examen fue tomado también por los alumnos del grupo Control, en forma simultánea.

- * Lectura de las unidades asignadas, que incluyó libros de texto y material especialmente preparado.

- * Realización de mapas conceptuales durante el estudio, para favorecer la reconciliación integradora, en cada unidad.

- * Asistencia a clases teóricas.

- * Asistencia a clases de resolución de problemas, en las que se instruye a los alumnos en el uso de la "UVE de Gowin", aplicada a la resolución de problemas.

- * Realización de experiencias e informes de trabajos de laboratorio. Dichos informes también son realizados utilizando la herramienta "UVE".

- * Realización de un trabajo de investigación, que incluye su exposición en una clase especial a la que asisten alumnos y docentes.

- * Rendir los exámenes parciales

- * Rendir un examen final (simultáneamente con el grupo control)

Se solicitó a los alumnos que registraran sus trabajos (soluciones a los problemas asignados, apuntes de clase, datos de laboratorio, etc) en una carpeta, claramente legible tanto para él como para su instructor.

Es obvio que la utilidad del punto anterior radica

en la importancia de que un buen encabezamiento y comentarios breves y precisos, permiten al alumno y a toda persona que lea la carpeta, la reconstrucción de todo lo realizado.

Si bien durante el curso se alentó el trabajo grupal, las carpetas fueron individuales, siendo cada alumno el responsable de conocer cada parte de su trabajo, de tener sus propios datos, como así también la fecha de realización y el nombre de sus compañeros de grupo, para evitar todo tipo de ambigüedades.

Siendo la Física una materia en que la mayor parte del tiempo se emplea en desarrollar los conceptos ya aprendidos, las acciones didácticas fueron fuertemente orientadas a que los estudiantes profundizaran cada tema de las unidades asignadas, antes que estudiar superficialmente muchos temas y a que trataran de resolver *individualmente* problemas novedosos, fueran éstos asignados o no. Entre las acciones didácticas podemos destacar: exposición de la introducción de cada tema; discusiones de conceptos y sus relaciones, orientadas por los docentes; discusiones acerca de los conceptos involucrados en los trabajos de Laboratorio y en la resolución de problemas.

Puesto que la Teoría de Ausubel-Novak-Gowin enfatiza la relación entre el aprendizaje significativo y los hechos de la vida cotidiana, los trabajos de laboratorio fueron considerados una experiencia esencial del proceso de enseñanza-aprendizaje, de modo que los alumnos participaron activamente en ellos, presentando un

completo informe del trabajo realizado, que en todos los casos incluyó: teoría, principios y conceptos en los que se basó el trabajo, una explicación detallada de la experiencia tal como se llevó a cabo, resultados obtenidos, cálculos y transformaciones realizadas, afirmaciones de conocimiento y de valor, según corresponda, conclusiones y comentarios finales.

No hubo límites estrictos para la finalización y entrega de los trabajos; no obstante, el curso estuvo estructurado para que todos los alumnos pudieran avanzar de la misma forma con un esfuerzo de trabajo razonable.

Se aconsejó a los alumnos presentar la carpeta, para su evaluación, a uno de los asistentes de la cátedra, al finalizar cada unidad. Esta evaluación dio al alumno la oportunidad de discutir su trabajo y formular todo tipo de preguntas al docente, quien a su vez podía determinar el nivel de entendimiento de conceptos alcanzado por el alumno, si era capaz de aplicarlos adecuadamente a la resolución de problemas y ofrecer su ayuda, en caso de ser necesario.

Dado que la Física es una asignatura que acarrea grandes dificultades, se puso especial énfasis en motivar permanentemente a los alumnos, favoreciendo de este modo el aprendizaje significativo. Y, en la medida en que aprende significativamente, el alumno está cada vez más motivado a continuar aprendiendo en esa forma. Un factor importante para poder lograr la motivación del alumno, es que el mismo docente esté motivado permanentemente por lo que enseña, de tal modo que transmita su entusiasmo. Se recalcó, además, la relación de la Física con los fenómenos de la vida cotidiana, tanto en el estudio teórico, como en la resolución de problemas y en los prácticos de laboratorio.

Diseño de la Investigación

La investigación fue diseñada de tal manera que pueda ser aplicada en situaciones reales de clase, con cursos reales, es decir, sin suposiciones de condiciones experimentales artificiales. Se seleccionaron dos grupos de estudiantes de los cursos regulares de Física I de las carreras de Ingeniería de la UNC. Uno de estos grupos constituyó el Grupo Experimental, y el otro el Grupo Control. Este último estuvo a cargo de un destacado profesor del Departamento de Física, que aplicó una metodología considerada “tradicional”.

Con el Grupo Experimental trabajó un conjunto de investigadores participantes del Proyecto de Investigación, utilizando la metodología aquí propuesta.

Los grupos de estudiantes no fueron seleccionados al azar, debido a que los alumnos podían elegir el módulo al cual asistir, principalmente de acuerdo a sus disponibilidades horarias, ya que no conocían de antemano ni los profesores, ni las metodologías que se aplicarían.

La investigación fue llevada a cabo durante un cuatrimestre regular, y las diferencias en los resultados fueron determinadas por diversas evaluaciones de los cursos, por ejemplo, pretest, parciales, y finales.

Respecto a los contenidos, en el módulo experimental fue posible desarrollar el programa en su totalidad, mientras que en el módulo control, no se contó con tiempo suficiente para dictar los contenidos: Teoría de la Medición, e Hidrostática.

Con el objeto de validar la experiencia, en cuanto a la equivalencia inicial de ambos grupos, se controlaron estadísticamente las siguientes variables: resultados del pretest y del post-test, si el alumno trabaja o no trabaja, cantidad de horas trabajadas por semana, número total de asignaturas que cursa cada alumno, cantidad de alumnos repitentes, y año de ingreso a la carrera.

El esquema de análisis estadístico de los datos obtenidos referentes a estas variables, se presentará a medida que se realicen los cálculos.

Con respecto a los resultados del pretest, con un total de nueve preguntas (ver copia resumida de las preguntas en ANEXO 2), se observó que, si bien el puntaje final favorece al grupo control, no existe diferencia estadísticamente significativa en cuanto al nivel de conocimientos de Mecánica entre ambos grupos, ya que el promedio del grupo experimental fue de 2,18, mientras que para el grupo control alcanzó a 2,61. Como primera aproximación en cuanto a la validación del test, podemos realizar el siguiente análisis: suponiendo que los alumnos adivinaran las respuestas, el promedio sería 1,8, debido a que cada pregunta tenía cinco alternativas. Como en los dos grupos el resultado fue mayor que 1,8, puede asegurarse que el pretest presenta una validez satisfactoria, ya que de no ser así, la diferencia de ambos, con respecto al resultado de la simple adivinación de las respuestas, sería significativamente menor.

Para determinar el logro de los estudiantes luego de finalizado el cuatrimestre, se les solicitó responder otro cuestionario (post-test, ver muestra de preguntas en Anexo 3), de un nivel de complejidad similar al pretest, pero con un total de 18 preguntas. En el siguiente análisis estadístico, trataremos con mayor detalle las implicancias del pre y el post-test.

Validación del pre y del post-test: Cuando se realiza una medición, es necesario verificar que realmente está siendo medido aquello que se pretende medir. Existen varias formas de determinar el coeficiente de confiabilidad de un test; en este caso se ha utilizado el “coeficiente alfa de Cronbach” (Cronbach, 1951), habiéndose obtenido valores aceptables para ambos:

Pre-test: alfa = 0,786

Pot-test: alfa = 0,811

Es pertinente acotar, no obstante, que la validación de un instrumento de medida siempre es relativa a la situación en la cual el estudio fue realizado: es decir, no existe “La Confiabilidad”, sino evidencias de la validez, para un determinado instrumento, y para un determinado grupo de participantes de una situación específica.

Análisis Estadístico de los Resultados Obtenidos

El primer punto del análisis estadístico, es la consideración de la equivalencia de los grupos experimental y control. Se controlaron estadísticamente las siguientes variables: a) resultados del pre-test, b) si el alumno trabaja o no, c) cantidad de horas que trabaja cada alumno por semana, d) número total de asignaturas que cursa cada alumno, e) cantidad de alumnos repitentes, f) año de ingreso a la carrera.

a) Comparación de los resultados del Pre-test

Los datos estadísticos que resultaron del pre-test, se resumen en la Tabla Nº 1, cuyos valores muestran que los grupos no presentan diferencias estadísticamente significativas en las notas de los pre-test, al nivel alfa = 0,05.

Tabla Nº 1: COMPARACION DE CONOCIMIENTOS PREVIOS

	Núm. Est.	Prom.	Desv. Std.	F	t
Exper.	32	2,18	1,4016	1,14	0,475
Control	42	2,61	1,4972		

b) Comparación alumnos que trabajan y que no trabajan

Este factor también es importante cuando se trata de determinar el rendimiento de un grupo de alumnos. Para analizar esta variable, se construyó una tabla de contingencia, que fue analizada por el método del chi-cuadrado. Los resultados se muestran en la Tabla Nº 2. No se halló diferencia estadísticamente significativa (alfa= 0,01).

Tabla Nº 2: COMPARACION SEGUN TRABAJEN O NO

	Trabajan	No trab.	Total
Exper.	10	18	28
Control	17	7	24
Total	27	25	52

Chi=6,38

c) Promedio de horas trabajadas

Este factor se analizó por el método de la t de Student, y se resume en la Tabla Nº 3. No se halló diferencia estadísticamente significativa al nivel alfa = 0,05.

Tabla Nº 3: COMPARACION DE HORAS TRABAJADAS

	Núm. Est.	Prom.	Desv. Std.	F	t
Exper.	28	1,55	2,64	1,1	2,16
Control	24	3,13	2,52	1,1	2,16

d) Número total de asignaturas que cursa cada alumno

Este factor se analizó con la t de Student, y se resume en la Tabla Nº 4. No se encontraron diferencias significativas al nivel alfa = 0,05.

Tabla Nº 4: COMPARACION DE ASIGNATURAS CURSADAS

	Núm. Est.	Prom.	Desv. Std.	F	t
Exper.	28	3,74	0,903	1,06	1,09
Control	24	3,46	0,932	1,06	1,09

e) Cantidad de alumnos repitentes

Este factor se analizó mediante la tabla de contingencia que se muestra a continuación, aplicando el método del chi-cuadrado. No se hallaron diferencias estadísticamente significativas al nivel alfa = 0,05.

Tabla Nº 5: COMPARACIÓN DE ALUMNOS REPITENTES

	Repitentes	No Repit.	Total
Exper.	11	17	28
Control	4	20	24
Total	15	37	52

Chi= 3,22

f) Año de ingreso a la carrera

El año de ingreso a la carrera también se ha considerado importante para tener en cuenta; se analizó mediante la tabla de contingencia que se muestra a continuación, aplicando el método del chi cuadrado. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas al nivel alfa = 0,05.

Tabla Nº 6: COMPARACIÓN SEGÚN EL AÑO DE INGRESO

	Ingr. 1992	Ant. 1992	Total
Exper.	7	21	28
Control	3	21	24
Total	10	42	52

Chi= 1,3

Logros de los Estudiantes al Final de la Experiencia

Con respecto a las notas obtenidas por los estudiantes de los grupos experimental y control en el Pre y en el Post-test, y considerando la importancia crucial del conocimiento previo en la adquisición de nuevos conocimientos (hecho que no solamente es reconocido por la Teoría de Ausubel-Novak-Gowin, sino por toda la comunidad educativa) se medirá el logro de cada alumno mediante el cociente entre el avance obtenido desde el Pre-test al Post-test, y los conocimientos manifestados en el Pre-test; es decir:

$$f = \frac{\text{Nota Post-test} - \text{Nota Pre-test}}{\text{Nota Pre-test}}$$

Otro factor importante a tener en cuenta para el análisis de la efectividad del modelo, es el tiempo de estudio que cada alumno le dedicó a la asignatura en cuestión; este factor se ha considerado mediante la aplicación del criterio que se detalla a continuación.

Para considerar la influencia del número total de horas de estudio, se adopta el siguiente esquema de cálculo: al total de horas de estudio que cada alumno debe dedicar por semana (12 horas de clase, más 4 horas extra clase), se le sustrae, por cada 4 horas de jornada laboral (en los casos de alumnos que trabajan) dos horas semanales.

Considerando que los alumnos que siguen el plan de estudios normal, deben cursar cuatro asignaturas en el primer cuatrimestre del 2do. año, se le restarán dos horas semanales por asignatura, además de las cuatro, mientras que a los alumnos que cursen menos de cuatro asignaturas, se le agregarán dos horas semanales por cada una de ellas.

Ejemplo: un alumno trabaja 6 hs por día y cursa 5 asignaturas, por lo tanto, el número de horas que le dedica a Física, por semana, será:

$N^{\circ} \text{hs} = 12\text{hs clase} + 4 \text{hs extra clase} - 3 \text{hs (porque trabaja 6 hs)} - 2 \text{hs (porque cursa 5 asignaturas)}$

$N^{\circ} \text{hs} = 16 - 3 - 2 = 11 \text{ horas semanales}$

En base a estas consideraciones, se confeccionó la tabla 7, en la que se utilizó la siguiente nomenclatura:

EXP = Logros obtenidos por los alumnos del grupo experimental

CONT = ídem grupo control

HS (exp) = número total de horas que cada alumno del grupo experimental le dedicó a la materia en todo el cuatrimestre

HS (cont.) = ídem grupo control

El análisis estadístico de los datos presentados en la Tabla N^o 7, se resume en la Tabla N^o 8, que muestra los promedios, en cada caso con su correspondiente desviación standard.

Tabla N^o 7: Resumen de logros y horas de estudio

EXP	CONT	HS(Exp.)	HS (Cont.)
2,27	2,0	182	224
0,51	2,03	182	288
4,54	1,6	234	224
0,72	5,0	208	192
2,0	0,09	208	256
3,0	5,0	182	224
4,0	2,27	208	288
0,28	0,33	260	208
1,54	0,25	234	224
5,0	5,0	182	208
0,15	0,5	208	256
0,66	1,0	208	288
0,66	0,15	182	272
0,3	2,0	208	256
1,27	0,33	208	256
4,54	0,38	195	240
1,0	0,5	221	256
4,54	0,0	221	224
3,54	0,33	182	288
2,0	5,0	182	256
1,0	2,5	208	224
2,27	0,38	208	224
1,27	0,22	130	224
0,0	2,3	234	354
1,0		234	
0,34		234	
5,0		234	
3,5		234	

TABLA N^o 8: RESUMEN ESTADISTICO DE LA TABLA N^o 7

Hs (Exper.) N = 28 Prom. = 207,54 D. Std. = 26,35	Logros (Exper.) N = 28 Prom. = 2,032 D. Std. = 1,63
Hs (Cont.) N = 24 Prom. = 248 D. Std. = 35,62	Logros (Cont.) N = 24 Prom. = 1,6317 D. Std. = 1,74

Por último, se efectuaron los t-test para logros y horas trabajadas. Los resultados se muestran en la Tabla

N° 9.

TABLA N° 9: t -TEST PARA COMPARAR LOGROS Y HORAS DE ESTUDIO

t -test para las horas de estudio:		
t = 4,698	grad. lib. = 50	$\alpha = 0,01$
Resultado: Existe diferencia significativa		
t -test para los logros alcanzados:		
t = 0,847	grad. lib. = 50	$\alpha = 0,05$
Resultado: No existe diferencia significativa al nivel 0,05		

En la Tabla N° 9 podemos observar que con respecto a los logros, no existe diferencia significativa entre los grupos experimental y control a un nivel $\alpha = 0,05$. No obstante, es de destacar que el promedio de logros para el grupo experimental es mayor que el del grupo control. Con respecto a las horas, podemos ver que la cantidad de horas de estudio del grupo control, es significativamente mayor que las del grupo experimental, a un nivel $\alpha = 0,01$.

Una importante conclusión que podemos extraer de esta tabla, es que el grupo experimental alcanzó un logro equivalente al del grupo control, en una cantidad de horas mucho menor que las empleadas por este último grupo, lo que habla de una mayor eficiencia de la metodología utilizada.

Reacción de los estudiantes

Para evaluar la reacción de los estudiantes ante el empleo de la nueva metodología, se elaboró una encuesta que fue contestada al finalizar el cuatrimestre, solamente por los estudiantes del grupo experimental, en forma anónima, y después de tomar conocimiento del resultado de sus exámenes parciales, lo que asegura plenamente que las respuestas no tendrían incidencia en cuanto a las condiciones de notas obtenidas para la promoción del cursado.

Consideramos que no es éste el lugar apropiado para explayarnos sobre el análisis de la encuesta, pero sí para señalar que las reacciones de los alumnos fueron altamente positivas, como por ejemplo el siguiente comentario típico:

“Que las clases continúen siendo como hasta ahora, porque ayudan mucho a los alumnos a que realmente entiendan y valoren la Física.”

Pensamos que no es exagerado afirmar que no encontramos prácticamente ningún comentario adverso y sí alicientes para continuar con este tipo de modelo.

Conclusión

Nadie puede negar las dificultades que los cursos introductorios de Física acarrean, aun en carreras como Ingeniería, donde se supone que el alumno está pre-dispuesto a aprender esta asignatura. No obstante, la mayoría de los estudiantes sienten cierto rechazo hacia ella, y la estudian solamente porque constituye un requisito curricular. Esto hace de la Física una materia difícil, tanto para enseñar como para aprender.

Por otra parte, sabemos que la Física es una ciencia con estructura conceptual bien definida, lo que la hace excepcionalmente ventajosa para facilitar el razonamiento.

El propósito de este trabajo ha sido indagar sobre nuevos conocimientos acerca de cómo un modelo instruccional basado en una teoría, puede contribuir a mejorar la eficiencia del proceso enseñanza-aprendizaje en los cursos introductorios de Física.

Los resultados de este estudio, basados en las opiniones de los estudiantes y en los resultados de los análisis estadísticos de los test implementados, pueden interpretarse como muy auspiciosos. Verdaderamente los conocimientos previos deben ser tomados como guía fundamental de cualquier modelo instruccional, para implementar cursos introductorios de Física.

Especial mención merece la aplicación de los diagramas UVE, en dos aspectos: a) para organizar la estructura conceptual básica del estudiante, y b) para mejorar sus habilidades en la resolución de problemas.

Este estudio ha sido sólo nuestro segundo intento de aplicación de la UVE, como herramienta que ayuda a organizar el conocimiento y a resolver los problemas. Evidentemente, el uso de esta herramienta fue muy bien recibido por los estudiantes, como lo evidencia la encuesta mencionada anteriormente.

Otra herramienta que ha dado buenos resultados, en especial durante el estudio teórico, ha sido el uso de mapas conceptuales. En los primeros temas, los docentes ejemplificaron el uso de mapas conceptuales para visualizar la estructura conceptual del tema en cuestión. Posteriormente, los alumnos realizaron mapas a medida que progresaba el estudio del tema. Estos mapas fueron revisados y corregidos por los profesores. En algunos casos se realizaba una “puesta en común”, para unificar conceptos. También fueron empleados como instrumento de evaluación: en algunas de las evaluaciones tomadas semanalmente se solicitaba realizar un mapa del tema que se estudiaba.

Con respecto a los logros finales reflejados en el post-test, debemos recalcar que no existe diferencia significativa en las notas finales, si bien el promedio general es mayor para el grupo experimental. Lo que sí habla a las claras de la buena eficiencia del modelo, es la gran diferencia en los tiempos de estudio empleados por los alumnos, diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo experimental.

Finalmente, podemos decir que las dificultades que tienen los estudiantes con los cursos introductorios de Física, bien pueden deberse a deficiencias en los modelos instruccionales y, por consiguiente, consideramos absolutamente imprescindible continuar profundizando en este tipo de estudios, basados en teorías de aprendizaje, y más importante aún, en lo que los estudiantes ya conocen.

Bibliografía

1. Ausubel, D., Novak, J.D., and Hanesian, H. *Educational Psychology, a cognitive view* 2nd Edition (Holt, Rinehart and Wiston, New York, 1978).
2. Ausubel, D., Novak, J.D., and Hanesian, H. *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo* 2a Edición. (Trillas, México, 1983).
3. Bloom, B.S. *Human characteristic and school learning* (McGraw Hill, New York, 1976).
4. Cronbach, L.J., *Coefficient alpha and the internal structure of the Test* Psychometrika, **16**, 297 (1951).
5. Chrobak, R. *Learning how to teach Introductory Physics Courses* Master's Thesis (Cornell University, Ithaca, New York, 1992).
6. Chrobak, R. *Análisis de las opiniones de los estudiantes sobre la enseñanza de Cursos Introductorios de Física* Actas del Primer Congreso Nacional sobre Problemática de la enseñanza de la Física en Carreras de Ingeniería, Instancia Final, Paraná, Entre Ríos, 1993.
7. Gowin, D.B. *Educating* (Cornell University Press, 1981) Ithaca, New York.
8. Hestenes, D., Malcolm, W., & Gregg, S. *Force Concept Inventory*. The Physics Teacher, Vol. 30, March 1992; p. 141-166.
9. Lang da Silveira, Fernando, *Validação de Testes de Papel e Lápis* Material preparado para a II Escola Latino-Americana sobre Pesquisa em Ensino de Física, Porto Alegre (Canela), 5 a 16 de julho de 1993. UFRGS, Brasil.
10. Moreira, M.A. *An Ausubelian Approach to Physics Instruction: An Experiment in an Introductory College Course in Electromagnetism* PhD Thesis (Cornell University, N.Y. Ithaca, 1977).
11. Moreira, M.A. *Uma abordagem Cognitivista ao Ensino da Física*, Porto Alegre, Brasil, Editora da Universidade, 1983.
12. Natchigal, D.K. *What is wrong with Physics Education?* European Journal of Physics January 1990, p. 1-14.
13. Moreira, Marco A. y Buchweitz, Bernardo, *Novas estratégias de ensino e aprendizagem*, (Gabinete Técnico de Plátano Editora, Lisboa, 1993).
14. Novak, J. D., *A Theory of Education*, (Cornell University Press, Ithaca, N.Y. 1977) En español: *Teoría y Práctica de la Educación* (Alianza Editorial, Madrid, 1982).
15. Novak, J.D. & Gowin, D.B. *Learning How to Learn*, (Cambridge University Press, N.Y., 1986).
16. Novak, J.D. & Gowin, D.B. *Aprendiendo a aprender*, (Martínez Roca,- Barcelona, 1988).
17. Reichert, J. F. *A modern introduction to Mechanics*, (New Jersey, Prentice-Hall, Inc. 1992).

Anexo 1

Los mapas conceptuales

Los estudiantes pueden aprender conceptos poco familiares, por ejemplo, memorizándolos. Una definición puede ser aprendida repitiéndola una y otra vez hasta ser capaz de colocar las palabras correctas en el orden apropiado. De este modo, tal definición podrá ser repetida mecánicamente sin estar relacionada con el conocimiento previo. Se puede elegir, en cambio, integrar la nueva información a la estructura cognoscitiva. Elaborar mapas conceptuales es un método que facilita un aprendizaje colmado de significado. Este método requiere que se tomen decisiones esenciales acerca de: (1) la importancia de las ideas, (2) cómo estas ideas se relacionan unas con otras, y (3) cómo estas ideas se relacionan con sus conocimientos previos. Para hacer un mapa conceptual, el que aprende puede basarse en un texto, en sus apuntes de clase, en sus notas de laboratorio, etc. Puede hacerlos para un tema específico o para estructurar todo el contenido de una materia. El estudiante verá así facilitada su tarea de relacionar nuevos conceptos, con su conocimiento, previamente adquirido. Seguramente el estudiante ya use técnicas de subrayado, resaltadores, resúmenes o sinopsis para reforzar su aprendizaje. Todas estas operaciones ordenan linealmente las ideas. Sin embargo, la disposición de las estructuras conceptuales en la mente humana no está restringida al ordenamiento lineal. Los mapas conceptuales le permitirán establecer relaciones entre los conceptos, en forma explícita y jerárquica, por medio de proposiciones, por ejemplo:

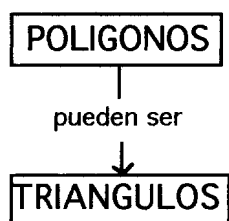


Figura 1.1. El mapa conceptual más simple.

La figura anterior constituye el mapa conceptual más simple que pueda concebirse: dos conceptos relacionados por un nexo o conector, para formar una proposición lógica. Aun en su simpleza, este mapa refleja principios de la Teoría de la Asimilación, ya que hay un orden jerárquico establecido para cada uno de

los conceptos en función de su inclusividad, partiendo del más general al más específico (Principio de la Diferenciación Progresiva).

Es evidente que todo mapa puede ser ampliado a medida que se va agregando más significado al concepto en cuestión, como lo muestra la Fig. 1.2. Cuanto más relaciones puedan establecerse, más significados adquirirá el concepto, permitiendo, a su vez, una mayor diferenciación de otros conceptos similares. Docentes y alumnos pueden “negociar” significados compartidos en el marco de actividades creativas. Pueden compararse significados, pero no aprendizajes, ya que éstos son competencia exclusiva del que aprende.

En esta búsqueda de relaciones, el alumno puede llegar a poner de manifiesto sus concepciones alternativas que, si bien basadas en la práctica cotidiana, no son válidas en el campo de la ciencia. Siendo estos errores conceptuales uno de los impedimentos más tenaces para cualquier aprendizaje, mucho beneficiará al proceso que ellos afloren, para poder ser corregidos.

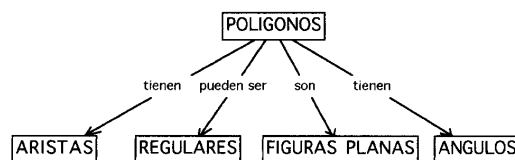


Figura 1.2. Mapa conceptual mostrando varias proposiciones.

Cuando las relaciones se establecen entre conceptos de igual orden jerárquico, se evidencia el principio de Reconciliación Integradora, mecanismo mental mediante el cual, recorriendo el camino inverso, se profundiza el reconocimiento de similitudes y diferencias entre conceptos semejantes.

Un mapa conceptual realizado al finalizar la instrucción, proporciona un resumen gráfico de todo lo aprendido, por ser un recurso esquemático para representar un conjunto de significados conceptuales, incluidos en una estructura de proposiciones.

Una vez que el alumno se halla práctico en su uso, los mapas conceptuales pueden ser utilizados ventajosamente como herramienta de evaluación. Asimismo, favorecen la interacción grupal cuando su elaboración es socialmente compartida y los significados son negociados entre pares y con el docente, reforzando positivamente la autoestima del alumno. Para el docente, el mapa conceptual constituye un excelente instrumento para la planificación áulica y el diseño curricular, que le

permite no sólo la enumeración sucinta de los conceptos centrales a ser enseñados, sino también explicitar su orden jerárquico y las relaciones existentes entre ellos. Además, permite al docente visualizar conceptos similares, que deberán ser aclarados y reforzados, a fin de que el alumno los distinga claramente.

La primer preocupación de los educadores debe ser ayudar a los estudiantes a aprender a través de sus propias experiencias, en base a su conocimiento previo, compartiendo y negociando en todo momento el significado con sus docentes. Es una buena idea solicitar a los estudiantes que realicen mapas conceptuales sobre algún tema relacionado con sus experiencias y que conozcan muy bien. De esta manera sus conocimientos previos se verán exteriorizados a través de mapas conceptuales y los estudiantes ganarán confianza en su propio conocimiento.

Los mapas conceptuales no son solamente algo nuevo para hacer, sino que sirven también para dar validez al conocimiento de los estudiantes y los proveen de una nueva fuerza para que manejen sus propias mentes. Algunas veces estas experiencias resultan en sentimientos de frustración, cuando descubren, con la ayuda del docente, lo equivocados que estaban en algunos aspectos; pero esto también ayuda cuando se dan cuenta de la forma en que pueden corregir sus proposiciones erróneas. Este procedimiento usualmente libera energías y genera gran diversidad de respuestas en los estudiantes. Obviamente, estas experiencias pueden ser compartidas y, aunque los profesores no pueden causar el aprendizaje, la negociación de significados es lo que hace posible la educación.

La UVE heurística

Se llama heurística a la herramienta utilizada como ayuda para resolver un problema o comprender un procedimiento. La “UVE” heurística (o diagrama en “V”) fue desarrollada en sus orígenes para ayudar a los estudiantes y sus instructores a ver más claramente la naturaleza y finalidad de las prácticas de laboratorio en los cursos de Ciencias.

El uso del diagrama UVE propuesto por Gowin permite imaginar aproximadamente una docena de los elementos epistémicos más relevantes, que componen un cuerpo de conocimientos, ocupando diferentes espacios de la estructura intelectual.

Es importante señalar que los elementos epistémicos están relacionados entre sí, y que si estas relaciones no

están bien establecidas en la estructura intelectual, el diagrama reflejará, posiblemente, una de las antes mencionadas concepciones espontáneas y las elaboraciones futuras (en niveles superiores de la UVE) resultarán probablemente defectuosas. Esta propiedad del diagrama UVE de reflejar las concepciones espontáneas, es lo que lo hace particularmente útil para aplicarlo en educación, ya que permite visualizar en forma simple las proposiciones que necesitan ser re-elaboradas.

La UVE ayuda a “desempaquetar”, en forma imaginaria, un determinado cuerpo de conocimientos y analizar cada uno de sus distintos componentes epistemológicos, para luego reestructurarlos y reconstruirlos desde una nueva perspectiva, lo que permite obtener un cuerpo de conocimientos más amplio y evolucionado. Esta representación utilizada en un área de conocimientos determinada recibe el nombre de “UVE del conocimiento”, como se grafica en la Fig. 1.3.

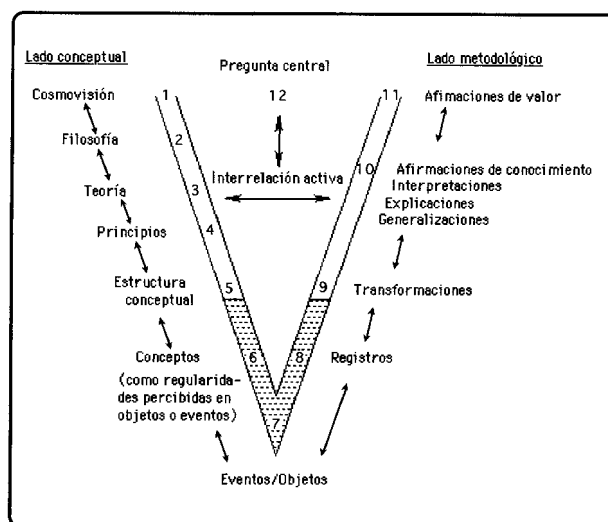


Figura 1.3: UVE heurística como representación de la estructura del conocimiento: una docena de elementos epistémicos.(Gowin, 1987).

La UVE para fortalecer a docentes y alumnos

La UVE heurística nos muestra una forma de usar lo que ya sabemos y que constituyen los elementos epistemológicos sobre los que debemos pensar cuando intentamos realizar un nuevo aprendizaje. Al mismo tiempo, reconocemos que el conocimiento es construido por las personas, por lo que, evidentemente, habrá una estrecha relación entre el conocimiento que cada persona construye para sí mismo y su aprendizaje. Considerando que el aprendizaje está íntimamente enlazado al contexto de la educación, podemos analizar cómo las dos

ramas principales de la UVE del conocimiento están relacionadas por actividades de preguntas y actividades de respuestas, durante el aprendizaje humano, lo que la convierte en una herramienta que permite examinar el aprendizaje y es de vital importancia para la educación. El diagrama UVE en el contexto de la educación como una herramienta de aprendizaje, se muestra en la Fig. 1.4.

Numerosos trabajos de investigación han demostrado el gran valor educativo de la UVE del aprendizaje.

Por otra parte, Gowin destaca la importancia de relacionar, en forma explícita y deliberada, el pensar, el actuar y el sentir.

Podemos aprender a pensar a través del uso de mapas conceptuales, guiar los procesos del actuar con la UVE, mientras que los sentimientos son expresados ampliamente a través de entrevistas clínicas y materiales escritos realizados por los estudiantes (Novak & Gowin, 1985).

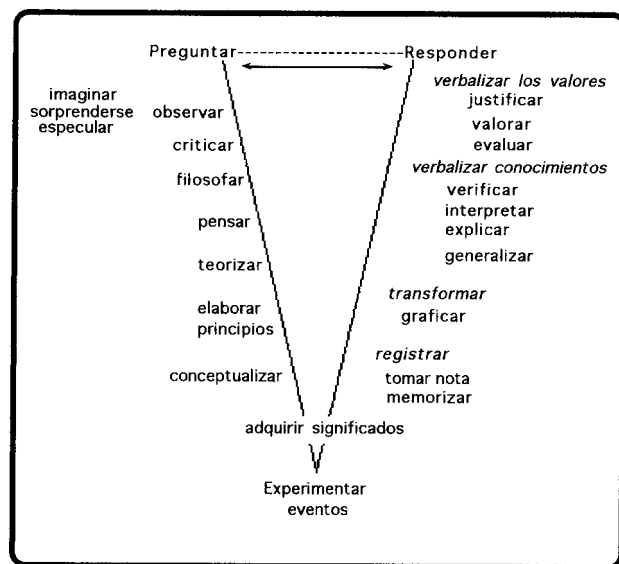


Figura 1.4: UVE del Aprendizaje. (Gowin, 1987).

Finalmente, digamos que, en términos de esta postura constructivista, se considera el actuar como el comportamiento gobernado por el significado. Por lo tanto, el logro de aprendizajes significativos por parte de los estudiantes resultará en un cambio positivo en su forma de actuar. Aprender acerca del aprendizaje también lleva un cierto tiempo. Y el tiempo que toma es diferente para cada estudiante. El tiempo es un tirano de todo proceso de enseñanza-aprendizaje. No obstante el tiempo suele utilizarse para controlar directamente los esfuerzos, más que para verificar cuáles son los significados que dirigen esos esfuerzos. ("Educating", cap. 6:

Las autoridades).

Un segundo paso consiste en lograr que el estudiante llegue a ser competente en el análisis de la UVE. Puede ser a través del análisis de trabajos de otros, de ser posible de autoridades en el tema. Es útil asimismo, analizar trabajos de investigación, libros, manuales, artículos y las filosofías de la disciplina. El fortalecimiento aparece cuando los estudiantes llegan a comprender en qué medida la autoridad experta también es falible, ya que entre los expertos suele haber desacuerdos. Cada docente debería construir su propio currículum y constituirse en su propia autoridad. Y, aunque sólo fuera uno entre mil, aún así sería uno.

Un tercer momento se inicia cuando los alumnos comienzan sus propias investigaciones. A medida que van completando sus trabajos, se van dando cuenta de cuánto aprendieron por sí mismos. El trabajo del docente puede considerarse terminado cuando los trabajos de los alumnos están bajo su propio control. Y es de esperar que ellos lograrán lo mismo con sus alumnos. Las entrevistas entre el docente y los estudiantes, grabadas o filmadas, son técnicas muy recomendables, que constituyen registros de nuevos eventos. Estos registros pueden ser estudiados por docentes y alumnos para construir así una UVE de aprendizaje como estructura de conocimiento acerca del hecho educativo. A medida que estos eventos vayan cambiando en el futuro, estas UVEs también cambiarán, fortaleciendo el hecho educativo.

Finalmente digamos que en el vértice de la "UVE" se ubican los hechos u objetos, y es allí donde, en algún sentido, comienza a producirse el conocimiento. Si se trata de observar regularidades, necesitaremos seleccionar hechos u objetos específicos a nuestro alrededor, observarlos detenidamente y hacer algún tipo de registro de esas observaciones. Este proceso de observar y registrar, requerirá hacer uso de conceptos anteriormente adquiridos; estos conceptos previos influirán en nuestra selección de hechos u objetos a observar y en los registros que decidamos hacer. Estos tres elementos: conceptos, hechos/objetos y registros, confluyen en una íntima relación para la formación del nuevo conocimiento. La organización de la estructura cognitiva juega un rol preponderante, tanto en el aprendizaje como en la resolución de problemas. También constituye la base de los conocimientos de ciencias y, en este caso, puede utilizarse para resolver problemas, o guiar investigaciones, constituyendo otra de las aplicaciones de la "UVE".

Tanto los mapas conceptuales como la “UVE” son herramientas que nos ayudarán a dar ese primer paso hacia la obtención del aprendizaje significativo y a mejorar el proceso educativo en general.

Anexo 2

Algunas preguntas correspondientes al Test de Diagnóstico

Identifique la respuesta correcta con una cruz.

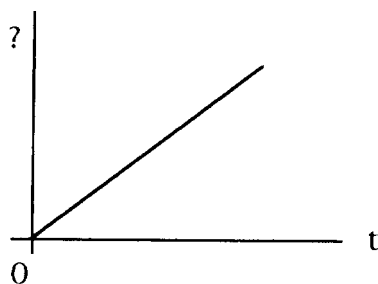
1) Desde un balcón se lanza una pelota verticalmente hacia arriba, alcanzando la altura de 18 m, medidos desde el punto de lanzamiento; luego cae, recorriendo 30 m hasta llegar al suelo. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es la correcta?

- a) El desplazamiento total es 48 m
- b) La distancia recorrida ha sido 12 m
- c) La distancia recorrida ha sido 48 m
- d) El desplazamiento total ha sido 12 m
- e) Los incisos c) y d) son correctos.

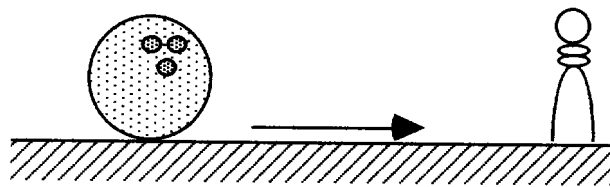
3) Se deja caer un objeto desde una altura h . La velocidad con que llega al piso es: a) 0 b) $\sqrt{2gh}$ c) hgm d) $\sqrt{gh}$, e) $4hm$

7) Para un cuerpo uniformemente acelerado, el gráfico siguiente podría ser la representación correcta de:

- a) Aceleración vs. tiempo
- b) Distancia vs. tiempo
- c) Velocidad vs. tiempo
- d) Desplazamiento vs. tiempo
- e) Energía cinética vs. tiempo



8) Como se muestra en la siguiente figura, una bola de bowling se desliza sobre la pista hacia el palo (se desprecian las fuerzas de fricción).



Compare las fuerzas ejercidas sobre la bola y el palo, durante el impacto, e indique la opción correcta.

- a) La bola ejerce una fuerza mayor sobre el palo, que el palo sobre la bola.
- b) El palo ejerce una fuerza mayor sobre la bola, que la bola sobre el palo.
- c) Ejercen fuerzas de igual magnitud uno sobre el otro.
- d) La bola ejerce una fuerza sobre el palo, y éste no ejerce fuerza sobre la bola.
- e) El palo ejerce una fuerza sobre la bola, pero la bola no ejerce fuerza sobre el palo.

Anexo 3

Algunas preguntas correspondientes al Test de Diagnóstico Final (“Post-Test”)

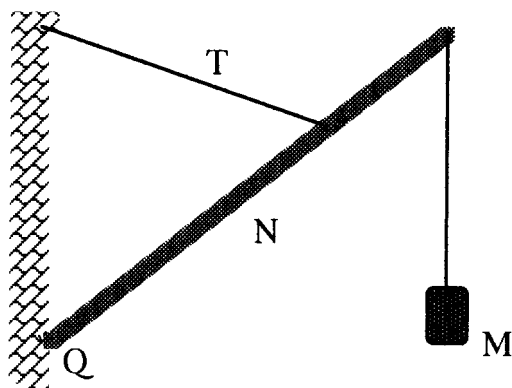
Indicar solamente las proposiciones verdaderas

2- Para el sistema representado, y tomando torques (momentos de fuerza) respecto al punto Q, consideramos:

- 1. torque del peso M
- 2. torque del peso de la viga N
- 3. torque de la tensión del cable T
- 4. torque que realiza el soporte sobre la viga.

Los torques que actúan sobre la viga, en equilibrio, son:

- A) solamente 1
- B) 1 y 3
- C) 1, 2, y 3
- D) 1, 2, 3, y 4
- E) 1, 2, y 3 se equilibran con 4.



3 - Un camión se avería y un auto chico lo empuja. Mientras el auto está aumentando su velocidad para alcanzar una velocidad estable:

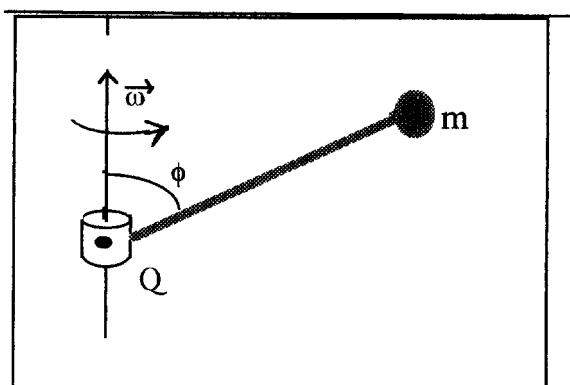
A) la fuerza que ejerce el auto sobre el camión es igual (en módulo) a la que ejerce el paragolpe trasero del camión sobre el auto

B) la fuerza que ejerce el auto sobre el camión es menor que la del camión sobre el auto

C) la fuerza que ejerce el auto sobre el camión es mayor que la del camión sobre el auto

D) ni el auto ni el camión ejercen fuerzas uno sobre el otro. El camión es empujado hacia adelante simplemente porque está en el camino del auto

7 - El gráfico representa una partícula de masa "m" que gira en una trayectoria horizontal con velocidad angular constante. Considerando las magnitudes respecto al punto Q, para la partícula, se cumple:



A) El vector momento angular es paralelo al vector cantidad de movimiento

B) El vector aceleración tangencial es paralelo al vector cantidad de movimiento

C) El vector momento angular es perpendicular al vector torque ejercido sobre la partícula

D) El vector momento angular es paralelo al vector velocidad angular

E) El vector variación de momento angular es perpendicular al vector posición de la partícula

Anexo 4

Encuesta Fin de Curso

Física I MODULO II

Mucho agradeceremos su colaboración con la cátedra de Física I en completar los datos que se solicitan a continuación. Los mismos serán utilizados en el proyecto de investigación que tiene como objetivo mejorar la enseñanza de la Física. La presente encuesta es anónima. Si los espacios asignados son insuficientes, use el dorso de la hoja o agregue otra.

	Mal	Reg.	Bien	M.B.	Excel.
¿En qué medida se sintió motivado para comprender en profundidad los temas de Física I?					
¿Cómo calificaría su comprensión de los conceptos físicos estudiados?					
¿En qué medida pudo resolver los problemas planteados?					
Las clases teóricas, ¿le ayudaron a identificar los conceptos y sus relaciones?					

* ¿Tuvo oportunidad de trabajar e interactuar con sus compañeros?

* ¿Le insumió la Física más horas de estudio que otras asignaturas con carga horaria equivalente?

* ¿Fueron de utilidad los trabajos de laboratorio? ¿qué cambios propondría en ellos?

* ¿Le pareció que resolvió los parciales basándose más en la manipulación de ecuaciones que en un claro entendimiento de los conceptos? Dé ejemplos.

* ¿Le parece que la cátedra debería afianzar definiciones exactas y precisas? ¿Por qué?

* ¿Puede sugerir algo para mejorar este curso?

* ¿Alguna otra sugerencia?