

TESIS DE MAESTRÍA

UN MODELO PARA ENSEÑAR LA FUERZA DE CORIOLIS EN UN CURSO DE FÍSICA I

Autora: Ing. Silvia Elena Mancini

silviamancini@frba.utn.edu.ar

Director de Tesis: Dr. Ing. Ricardo Chrobak

Co Director de Tesis: Dr. Jorge Sztrajman



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE (FACULTAD DE INGENIERÍA)
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
(Orientación Física)**

MAYO 2019

UN MODELO PARA ENSEÑAR LA FUERZA DE CORIOLIS EN UN CURSO DE FÍSICA I

RESUMEN

Este trabajo es la Tesis de la Maestría de Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales (orientación Física) cursada en la Universidad Nacional del Comahue. Corresponde a una investigación llevada a cabo en dos cursos de Física I de la Universidad Tecnológica Nacional (Facultad Regional Buenos Aires). Se desarrolla en el marco de la investigación – acción, desde el punto de vista de Elliott y usa el ciclo de Kemmis. Utiliza un enfoque reciente presentado por el co – director, que permite introducir la fuerza de Coriolis sin las complicaciones matemáticas típicas del análisis vectorial. Los resultados sugieren una mejora del lenguaje de los estudiantes en forma más temprana por la aplicación del modelo utilizado y los temas relacionados con el mismo, como sistemas de referencia, y una mejora en el control de sus propios procesos de aprendizajes, así como un aprendizaje más significativo, con respecto a ambos grupos de control en los que no se aplicó el enfoque mencionado.

Palabras clave: Coriolis, Investigación – acción, Aprender, Física, Universidad

ABSTRACT

This work is the Thesis of the Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales (orientación Física) taken at Universidad Nacional del Comahue. Corresponds to an investigation carried out in two courses of Physics I of the Universidad Tecnológica Nacional (Facultad Regional Buenos Aires). It is developed within the framework of action - research, from Elliott's point of view and uses the Kemmis cycle. It uses a recent approach presented by the co – director, which allows introducing the Coriolis Force without the typical mathematical complications of vector analysis. The results suggest an improvement of the language of the students in an earlier form by the application of the model used and the subjects related to it, as reference systems, and an improvement in the control of their own learning processes, as well as learning more significant, with respect to both control groups in which the aforementioned approach was not applied.

Keywords: Coriolis, Action – Research, Learn, Physics, University.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I. PROPUESTA.....	1
I.1 INTRODUCCIÓN	1
I.1.1 ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
I.2 OBJETIVOS	7
I.2.1 OBJETIVO GENERAL	7
I.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
I.3 MARCO TEÓRICO	8
I.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL	8
I.3.2 MARCO TEÓRICO EDUCATIVO	10
I.3.2.1 TEORÍA ANG (AUSUBEL, NOVAK Y GOWIN)	11
I.3.2.1.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS. LA METODOLOGÍA A EMPLEAR.....	11
I.3.2.1.2 MAPAS CONCEPTUALES.....	24
I.3.2.1.3 UVE DE GOWIN	28
I.3.2.1.4 ENTREVISTAS CLÍNICAS	32
I.3.2.2 ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS.	34
I.3.2.2.1 TÉCNICAS DIDÁCTICAS CENTRADAS EN EL ALUMNO	34
I.3.2.3 TAXONOMÍA DE BLOOM	37
I.3.2.4 EL LENGUAJE EN LA CIENCIA	41
I.4 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	46
I.4.1 INVESTIGACIÓN-ACCIÓN	46
CAPÍTULO II. RESULTADOS	57
II.1 RESULTADOS OBTENIDOS	57
II.1.1 PRIMER CICLO	57
II.1.1.1 CUESTIONARIO PRESENTADO.....	57
II.1.1.2 RESULTADOS DE LOS CUESTIONARIOS.....	58
II.1.1.2 RESULTADOS ACADÉMICOS DE LOS CURSOS.....	62
II.1.2 SEGUNDO CICLO	65
II.1.2.1 ENTREVISTAS CLÍNICAS. GRUPO DE CONTROL	65
II.1.2.1.1 PRIMERA ENTREVISTA CLÍNICA.....	67
II.1.2.1.2 SEGUNDA ENTREVISTA CLÍNICA	68
II.1.2.1.3 RESULTADOS DE LAS ENTREVISTAS CLÍNICAS	70
II.1.2.2 RESULTADOS ACADÉMICOS DE LOS GRUPOS	76
II.2 RESULTADOS DE LOS REGISTROS DE CAMPO EN AMBOS	79
CICLOS	79
CAPÍTULO III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
III.1 CONCLUSIONES	81

III.1.1 LENGUAJE	81
III.1.2 RESULTADOS ACADÉMICOS	82
III.2 RECOMENDACIONES	83
III.2.1 RECOMENDACIONES A LOS ALUMNOS	83
III.2.2 RECOMENDACIONES GENERALES.....	84
REFERENCIAS	1

ÍNDICE DE TABLAS

I.1 MODELO INSTRUCCIONAL AUSUBELIANO (CHROBAK, R., 2010).....	12
I.2 PRESENTACIÓN DE UN MAPA CONCEPTUAL.....	26
I.3 MAPA CONCEPTUAL QUE MUESTRA FUERZAS EN UN SR EN ROTACIÓN.....	27
I.4 UVE DE GOWIN SOBRE EL APRENDIZAJE.....	30
I.5 UVE DE GOWIN SOBRE CÓMO OBTENER IMÁGENES EN UN ESPEJO ESFÉRICO.....	31
I.6 PIRÁMIDE DE LA TAXONOMÍA DE BLOOM (ÁMBITO COGNITIVO).....	38
I.7 ELEMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN - ACCIÓN SEGÚN LEWIN.....	49
I.8 CICLOS DE LA INVESTIGACIÓN - ACCIÓN SEGÚN ELLIOT.....	55
I.9 CICLOS DE LA INVESTIGACIÓN - ACCIÓN SEGÚN KEMMIS.....	56
II.1 RESULTADOS DEL CUESTIONARIO. PRIMER CICLO.....	59
II.2 ASISTENCIA AL PRIMER PARCIAL. PRIMER CICLO.....	62
II.3 RESULTADOS DEL PRIMER PARCIAL. PRIMER CICLO.....	63
II.4 ASISTENCIA AL SEGUNDO PARCIAL. PRIMER CICLO.....	63
II.5 RESULTADOS DEL SEGUNDO PARCIAL. PRIMER CICLO.....	64
II.6 PROMEDIO DE NOTAS EN PRIMER PARCIAL Y SEGUNDO PARCIAL. PRIMER CICLO..	64
II.7 PORCENTAJE DE SUPERACIÓN DEL CURSO. PRIMER CICLO.....	65
II.8 PRIMERA SITUACIÓN. PRIMERA ENTREVISTA CLÍNICA.....	67
II.9 SEGUNDA SITUACIÓN. PRIMERA ENTREVISTA CLÍNICA.....	68
II.10 PRIMERA SITUACIÓN. SEGUNDA ENTREVISTA CLÍNICA.....	69
II.11 MAPA CONCEPTUAL DE REFERENCIA.....	71
II.12 RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE MAPAS COGNITIVOS.....	74
II.13 RESULTADOS DE LA PRIMERA Y SEGUNDA ENTREVISTA CLÍNICA. SEGUNDO CICLO.....	75
II.14 RESULTADOS DEL PRIMER PARCIAL. SEGUNDO CICLO.....	77
II.15 RESULTADOS DEL SEGUNDO PARCIAL. SEGUNDO CICLO.....	77
II.16 PROMEDIO DE NOTAS EN PRIMER PARCIAL Y SEGUNDO PARCIAL. SEGUNDO CICLO.....	78
II.17 PORCENTAJE DE SUPERACIÓN DEL CURSO. SEGUNDO CICLO.....	79

ANEXO A

MODELO PARA LA ENSEÑANZA DE LA FUERZA DE CORIOLIS

(SZTRAJMAN, JORGE)

ANEXO B

VOLVER A APRENDER: EL DERECHO A ENSEÑAR

(CHROBAK, RICARDO)

ANEXO C

MAPA CONCEPTUAL Y UVE DE GOWIN

(ALUMNOS)

CAPÍTULO I. PROPUESTA

I.1 INTRODUCCIÓN

I.1.1 ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el año 2013 la Secretaría Académica de UTN.BA realizó un estudio, conjuntamente con los integrantes del Sistema Institucional de Tutorías dependiente de esa Secretaría. En él se arribó a la conclusión que existe un alto índice de desaprobación en todas las materias del Departamento de Ciencias Básicas, con el consecuente desgranamiento de la población estudiantil a esa altura de las distintas carreras de la Universidad. Las conclusiones se comunicaron a los docentes a través de las distintas Unidades Docentes Básicas. El Secretario Académico decidió, entonces, invitar a la Profesora Alicia Camilloni para que hiciera una evaluación, un diagnóstico y diera algunas charlas de orientación a los profesores de las distintas áreas que conforman el Departamento de Ciencias Básicas. La charla, concretamente, era sobre evaluación.

En el caso de la Unidad Docente Básica de Física, los análisis pormenorizados fueron realizados para Física II. El Departamento informó que las dificultades son similares y extensivas a Física I.

Existe un alto índice de desaprobación en ambos parciales obligatorios de la materia que tiene dos posibilidades de recuperación cada uno, siendo bajo el porcentaje de alumnos que llegan a la instancia de rendir el examen final y desde el ciclo lectivo 2017 a promocionar o poder rendir el examen final. Y aun aquellos alumnos que alcanzan esa instancia de examen final tampoco tienen un alto rendimiento en ella o, por lo menos, en la medida esperada. También se concluye que las dificultades no se relacionan con la aprobación en los trabajos prácticos realizados en Laboratorio.

A partir del conocimiento de esta problemática surgió el desafío relativo a la necesidad de redefinir “el cómo” y “el qué” hacer, para que dentro de la normativa existente, correspondiente a la asignatura con un programa definido, extenso y estricto en su cumplimiento en la enseñanza, los alumnos superen con éxito la instancia de aprobación de Física I.

Se habían mostrado los magros resultados académicos de estas asignaturas y surgió la necesidad de aportar soluciones al problema así planteado. Se consideró necesario lograr que los alumnos pudieran construir significados nuevos y más completos en las clases para alcanzar una mejor comprensión del contenido temático. Que logaran conectar la preparación de los temas tratados con los problemas a resolver.

Se pensó de qué forma se podía incluir una innovación sin alterar los reglamentos establecidos.

Surgió la necesidad de comenzar con las investigaciones para solucionar la problemática, puesta a consideración de quiénes estaban interesados en la misma. En esta tarea, comenzaron indagaciones de pensamientos involucrados en la investigación que motivaron esta propuesta. De las lecturas del libro *Aprendiendo a aprender* (Novak y Gowin, 2002), un párrafo resultó especialmente motivador para iniciar el presente trabajo:

“... una de las razones por las que creemos que la educación puede mejorar mucho es que, precisamente a causa de su naturaleza artificial y, por tanto, dependiente en gran medida de las decisiones de las personas, podemos decidir modificar los acontecimientos de la educación según queramos. Lo que necesitamos es un amplio cuerpo de conocimientos que dirija nuestras decisiones. El papel apropiado de la investigación educativa es construir ese cuerpo de conocimientos.” (Novak y Gowin, op. cit.).

Otro apartado del mismo libro menciona la importancia de los símbolos lingüísticos en la formación de los conceptos. Así, surgieron las primeras ideas para encarar la coyuntura, en lo que respecta a los distintos tipos de sistemas de referencia inerciales y no inerciales.

“...el aspecto más significativo de la conducta humana es nuestra capacidad de formar conceptos, de representar estos conceptos mediante símbolos lingüísticos y de manipular dichos símbolos...” (Novak y Gowin, op. cit.).

En el presente trabajo se utilizó el modelo basado en la teoría del aprendizaje significativo ANG (Ausubel, Novak y Gowin).

El tema de mayor contenido en esta asignatura, en el primer parcial, es la Mecánica del Punto Material. En el programa a seguir no se pide, explícitamente, la profundización de la explicación de los sistemas de referencia inerciales y no inerciales. Dinámica requiere solamente de interacciones. Según Novak, y Gowin (op. cit.), “Nos resulta muy difícil pensar en las ideas que son nuevas, poderosas y profundas; necesitamos tiempo y alguna actividad

mediadora que nos ayude. El pensamiento reflexivo es un quehacer controlado, que implica llevar y traer conceptos, uniéndolos y volviéndolos a separar. Los estudiantes necesitan practicar el pensamiento reflexivo.” (Novak y Gowin, op. cit.).

Haciendo un análisis de una posible solución al problema planteado, con ayuda de un diagrama temático informal, siguiendo el desarrollo del programa analítico de la materia, surgió, en ese momento, un concepto planteado para mapas conceptuales por Novak y Gowin (op. cit.), ...“darse cuenta de las conexiones que faltan entre los conceptos y que sugieren la necesidad de un nuevo aprendizaje.”, remarcan que una de las concepciones equivocadas corresponde a “una conexión que pasa por alto la idea principal que relaciona dos o más conceptos”.

Ante dicho problema se generó la intención de la tesista de elevar el rendimiento académico de sus cursos, incluyendo como conceptos mediadores y de conexión una detallada explicación y distinción de los sistemas de referencia inerciales y no inerciales, en forma teórica y mediante ejemplos. Se introdujeron así las primeras ideas sobre los sistemas de referencia y la necesidad de mostrar otro tipo de fuerzas que ven observadores en sistemas de referencia en rotación (no inerciales). Estas fuerzas inerciales no están mencionadas en el programa de estudios. Con esos conocimientos previos agregados al programa, se decidió mostrar un ejemplo de la fuerza centrífuga y proponer un modelo de enseñanza de la fuerza de Coriolis (Sztrajman, 2015), incluyendo ejemplos cualitativos a lo largo del desarrollo del currículo para destacar su importancia. El programa de la materia no contempla los sistemas de referencia en rotación ni menciona a las fuerzas inerciales, que forman una parte importante de la Dinámica. Creemos que, como consecuencia, los alumnos no logran profundizar el concepto de la Dinámica del Punto Material, la que luego es aplicada al Cuerpo Rígido en el segundo parcial, y que forma una parte importante del contenido de ese parcial. Se observa escasa interrelación entre ambas partes de la materia, por parte de los alumnos.

El objetivo es explicar la Mecánica del Punto de una forma más gradual para favorecer la transición desde un aprendizaje basado en la memoria hacia uno más significativo.

Consideramos que es muy importante que comprendan esta parte del programa, no solamente con fines de aprobación, sino también porque estos conceptos son necesarios a lo largo de la carrera en diferentes materias, como por ejemplo Mecánica, Mecánica de los Fluidos y otras.

El tema de este trabajo fue elegido no solamente pensando que podría ser una contribución a la solución de la problemática mencionada anteriormente, sino también porque resulta interesante en sí misma. La visión particularmente atractiva del modelo sobre fuerza centrífuga y fuerza de Coriolis, cuyo autor es el Dr. Jorge Sztrajman, confirmó la elección del tema. Además, en una interesante charla, el Dr. Ricardo Chrobak aportó ejemplos prácticos aplicables al cálculo de estructuras de edificios de gran altura. Luego continuó la búsqueda de varios ejemplos aplicables a la ingeniería donde estaban presentes las fuerzas inerciales y en particular la fuerza de Coriolis.

La experiencia se realizó en dos cursos diferentes, en años diferentes. Pero ambos comparten la característica común de que están conformados por alumnos recursantes de la materia.

La característica común de los cursos elegidos para realizar la experiencia es que todos los alumnos han cursado la asignatura Análisis Matemático I, lo que representa una ventaja respecto de los cursos correspondientes a estudiantes ingresantes. Estos últimos cursan ambas materias en simultáneo.

La decisión de repetir la experiencia en una segunda oportunidad se ve reflejada en palabras de Antonio Latorre (2005): “La idea de la enseñanza como una actividad investigadora ha ido calando en el ámbito educativo, se basa en que la teoría se desarrolla a través de la práctica, y se modifica mediante nuevas acciones. El profesorado como investigador formula nuevas cuestiones y problematiza sus prácticas educativas. Los datos se recogen en el transcurrir de la práctica en el aula, se analizan e interpretan y vuelven a generar nuevas preguntas e hipótesis para ser sometidas a indagación.”

Las nuevas hipótesis y acciones a evaluar para intentar mejorar la práctica, corresponden a ajustarse con mayor rigurosidad a las propuestas de Novak y Gowin op. cit. En el primer ciclo se evaluó la conveniencia de aplicar el modelo de la fuerza de Coriolis mediante un cuestionario estandarizado mientras que en el segundo ciclo se realizaron entrevistas clínicas con una parte estandarizada y una segunda parte con preguntas flexibles. En ambos ciclos se incluyeron resultados académicos.

La primera vez se eligió el curso más adecuado, según la opinión de la tesista, para presentar el modelo en la oportunidad apropiada. El grupo de aplicación estaba conformado por toda la cohorte de Física I del Curso de verano 2015, desarrollado en febrero y principios de marzo de 2016. Es un grupo de cuarenta y un alumnos que recursa la materia. La elección

del curso de verano resultó apropiado, ya que al mismo concurren alumnos que han cursado la materia en su totalidad, cumpliendo con la asistencia y habiendo rendido el primer parcial así como también el segundo en cualquiera de las oportunidades sin haber podido aprobarlos. La condición para participar de este curso es haber obtenido la calificación 2 (dos) como nota mínima en ambas evaluaciones, en cualquiera de las tres oportunidades que están previstas en el reglamento de la Universidad. La escala de evaluación es de 1 (uno) a 10 (diez), siendo la aprobación con 4 (cuatro). En el momento de realizar el segundo ciclo la nota mínima de aprobación fue 6 (seis) pero se mantuvieron los requisitos y exigencias, solamente se cambió la escala de calificaciones.

Asimismo estos alumnos cumplen con el requisito de haber aprobado la parte de la asignatura correspondiente a las prácticas de laboratorios que son obligatorias, para poder superar la cursada de la materia. No deben haber quedado libres por inasistencias en la cursada del ciclo lectivo correspondiente al curso de verano, y deben tener aprobadas sus prácticas de laboratorio. Es decir que han cursado la materia en su totalidad y no lograron aprobarla. El desarrollo temático corresponde a temas que a la mayoría les resultará familiares pero que no los tienen aprendidos significativamente.

Además de estos alumnos, son admitidos aquellos que superaron la cantidad de veces permitida para aprobar el examen final.

La intención de esta elección fue poder reunir información y poder interpretar cómo resignificaron sus conocimientos previos a partir del modelo de enseñanza y los conceptos de los distintos sistemas de referencia presentados. También para hacer una comparación de características académicas con un grupo de control. Para esto se eligió un curso del verano anterior en el que el modelo no fue aplicado. Estas comparaciones no son válidas en términos absolutos. Consideramos que esta pequeña y sutil modificación del currículo va en dirección de los intereses de los alumnos.

El método de investigación usado fue de Investigación – Acción, basado en la metodología propuesta orientada a la educación por J. Elliott y usando la espiral recursiva de S. Kemmis.

Finalizado el primer ciclo se decidió implementar uno nuevo, con la intención de lograr los mismos objetivos y siguiendo la misma metodología de investigación cualitativa pero con mayores aproximaciones a lo establecido por Novak y Gowin (op. cit.) se realizaron entrevistas clínicas antes de presentar el ejemplo de la fuerza centrífuga y el modelo de la

fuerza de Coriolis (Sztrajman, op.cit.) y luego de hacerlo. En ambos ciclos se pidió a los alumnos que usaran mapas cognitivos y diagramas UVE de Gowin para acompañar sus aprendizajes. Se insistió en la importancia de mejorarlos a medida que avanzaban en su comprensión del tema dinámica de la partícula. El modelo de la fuerza de Coriolis, empleado, se encuentra en el Anexo 2: “Elemental, Coriolis. Una idea simple para la deducción de esa fuerza inercial.”

En la segunda oportunidad se concurrió a encuentros fuera del horario de clases, con los alumnos del grupo de aplicación.

Este segundo ciclo se realizó en un curso de alumnos recursantes en modo cuatrimestral. Se eligió una cohorte del segundo cuatrimestre del año lectivo 2017. Doce alumnos voluntariamente decidieron participar de la investigación, lo hicieron con entusiasmo y compromiso. Este grupo de doce alumnos es el grupo de aplicación. Los restantes catorce alumnos constituye el grupo de control. Algunos no podían participar por razones laborales o personales.

Fuera del horario de clases y antes de empezar las mismas, se fijaron los encuentros con los alumnos del grupo de aplicación. Con ellos se implementó el uso de los mapas conceptuales y la herramienta UVE de Gowin así como también la enseñanza del ejemplo de la fuerza centrífuga, la enseñanza del modelo de la fuerza de Coriolis. También las entrevistas clínicas se desarrollaron fuera de horario de clases. En el Anexo 4 puede observarse un ejemplo de cada herramienta, efectuadas por alumnos a medida que se desarrollaban las clases.

Se destaca que a partir del primer cuatrimestre de 2017 se implementó la promoción de la materia. Además, tal como se expresó, se modificó la escala de las notas necesarias para la aprobación. En las nuevas condiciones la nota mínima de aprobación es 6 (seis), aunque los requisitos se mantienen. Para promocionar hay que obtener un mínimo de 8 (ocho) puntos en cada parcial, que puede ser logrado necesariamente en los dos parciales en la primera oportunidad. Otra forma de acceder a la promoción es obtener 8 (ocho) en uno de los dos parciales en la primera oportunidad y luego recuperar el otro en fecha del primer recuperatorio si fue desaprobado, o, rendir una prueba complementaria si obtuvo 6 (seis) o 7 (siete). La nota máxima posible es 10 (diez).

I.2 OBJETIVOS

Se plantearon los siguientes objetivos de manera que al finalizar las clases, incluyendo los conceptos de los distintos tipos de sistema de referencia y el modelo de enseñanza de la Fuerza de Coriolis, fueran capaces de cumplir con el objetivo general y los objetivos específicos.

Para lograr alcanzar los objetivos propuestos en el segundo ciclo, como mejora, se controló con mayor detalle que los alumnos acompañaran sus estudios con las herramientas metacognitivas desarrolladas desde el inicio de la instrucción.

I.2.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer un modelo de enseñanza basado en la teoría del aprendizaje significativo ANG, de la fuerza de Coriolis, para facilitar la comprensión de la Dinámica en cada uno de los alumnos que componen el curso, con el fin de mejorar los resultados académicos en sus carreras.

I.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aprender cómo elegir correctamente los sistemas de referencia en la resolución de un problema.
- Aprender a relacionar temas del programa y no tomarlos como una yuxtaposición de fragmentos.
- Comprender y aprender significativamente la teoría de la Dinámica Clásica.

En el segundo ciclo se agregó como objetivo específico:

- Usar adecuadamente las herramientas: UVE de Gowin y mapas conceptuales.

El modelo basado en la teoría de aprendizaje significativo ANG será descrito en el Marco teórico educativo

I.3 MARCO TEÓRICO

I.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El centro de este trabajo es la aplicación del modelo de estudio propuesto en la oportunidad considerada adecuada y su posterior evaluación.

Para la instrucción se usó el modelo ANG (Ausubel, Novak y Gowin), basado en el aprendizaje significativo y además centrado en el alumno.

Para la investigación se usó el método de Investigación – Acción desde el punto de vista de John Elliott.

La aplicación del modelo permitió una explicación gradual del tema Mecánica del Punto Material.

Lo realizado en el primer ciclo fue:

- a) Desde el principio de las explicaciones de Mecánica del Punto Material se insistió en la importancia de la correcta elección de sistemas de referencia para una adecuada resolución de los problemas de aplicación de Mecánica del Punto Material. Oportunamente se presentaron los conceptos de sistemas de referencia inerciales y de sistemas de referencia no inerciales. Mediante ejemplos se discutió qué percibe un observador desde cada uno de ellos en distintas situaciones.
- b) Se explicó la Dinámica del Punto Material por interacciones contemplada por el programa de estudios y, una vez finalizada esa etapa, se explicó también mediante un ejemplo sencillo la fuerza centrífuga.
- c) Para concluir con las explicaciones teóricas, correspondientes a la investigación, se desarrolló el modelo de enseñanza propuesto para la fuerza de Coriolis (Sztrajman, op. cit.).
- d) A la semana siguiente se tomó el Primer Parcial y se adjuntó un cuestionario con preguntas de característica cualitativa sobre el modelo de fuerza de Coriolis y los conceptos previos para comprenderlo.
- e) Durante el transcurso de las clases se explicó la técnica heurística UVE de Gowin para que los alumnos la aplicaran como método de autoevaluación y aprendizaje y así seguir construyendo su conocimiento, para ayudarlos “a reflexionar sobre la estructura y el proceso de producción del conocimiento, o del metaconocimiento.” (Novak, y Gowin, op. cit.).

- f) Se arribó a una conclusión sobre la conveniencia de la aplicación del modelo, analizando: las respuestas dadas por los alumnos en el cuestionario entregado en oportunidad de rendir el Primer Parcial, los resultados académicos obtenidos en la primera oportunidad de ambos parciales y las notas tomadas en el transcurso de las clases que duró la investigación.
- g) Se efectuaron algunas recomendaciones.

En el segundo ciclo:

- a) A toda la cohorte: desde el principio de las explicaciones de Mecánica del Punto Material se insistió en la importancia de la correcta elección de sistemas de referencia para una adecuada resolución de los problemas de aplicación de Mecánica del Punto Material. Oportunamente se presentaron los conceptos de sistemas de referencia inerciales y de sistemas de referencia no inerciales. Mediante ejemplos se discutió qué percibe un observador desde cada uno de ellos en distintas situaciones.
- b) A los alumnos del grupo de aplicación: en los primeros encuentros se les explicó la técnica de la UVE de Gowin y de los mapas conceptuales para favorecer el aprendizaje autónomo. Se les explicó que estas herramientas favorecen la transición desde un aprendizaje basado en la memoria hacia uno significativo, que estas herramientas tenían que ser mejoradas a medida que dominaran la técnica y que simultáneamente progresaran sus conocimientos. Los alumnos iban construyendo sus propios mapas conceptuales y sus diagramas de la UVE de Gowin. Algunos ejemplos se pueden ver en la sección de anexos.
- c) En las clases de toda la cohorte se presentó la teoría, aclarando que su validez es para sistemas de referencia inerciales.
Se desarrolló el programa de acuerdo a las fechas previstas en el cronograma compartido oportunamente a los alumnos. En los días estipulados se desarrolló la Dinámica del Punto Material en sistemas de referencia inerciales.
- d) A continuación se realizaron las primeras entrevistas clínicas a todos los alumnos del grupo de aplicación. Se tomó registro en notas escritas y de audio.
- e) Luego se explicó con más detalle los conceptos de sistemas de referencia inercial y no inercial y se resaltó la necesidad de fijar el adecuado a las situaciones.
- h) Se mostraron videos educativos a modo de organizadores previos, debido a los resultados de la primera entrevista clínica.

- f) Se introdujo el concepto de fuerzas inerciales que se agregan en los sistemas de referencia no inerciales, aclarando que no cumplen con el principio de acción y reacción.
- g) En un encuentro posterior con el grupo de aplicación se mostraron las fuerzas inerciales a considerar en un sistema en rotación: la fuerza centrífuga, mediante un sencillo ejemplo y el modelo de la fuerza de Coriolis propuestos por Sztrajman (op.cit.). Se completó el estudio presentando ejemplos cualitativos de ambas fuerzas. (Anexo A).
- h) Luego se tomó la primera evaluación a toda la cohorte, correspondiente a todos los temas vistos hasta el momento.
- i) Luego se realizaron nuevas entrevistas clínicas, para comprender modificaciones en los aprendizajes. Se tomó registro mediante notas escritas y audios.

En todas las clases se tomó nota, en forma detallada, de todo lo que acontecía durante las mismas y en los encuentros grupales también. Además se grabaron audios.

“...Los diarios ofrecen tales oportunidades: poner por escrito y después compartir esas reflexiones puede contribuir de manera significativa al desarrollo de una comunidad investigativa.” (Barell, 1999).

En resumen, las características en las investigaciones propuestas en las aulas son:

- Datos: cualitativos.
- Método: estudio de casos.
- Participación en el análisis de datos: profesores y alumnos.
- Técnicas: observación participante mediante notas tomadas en clase, cuestionarios de evaluación en el primer ciclo y entrevistas clínicas en el segundo ciclo.

I.3.2 MARCO TEÓRICO EDUCATIVO

La realización de este trabajo tuvo su inicio y justificación por los magros resultados obtenidos en los resultados académicos de la asignatura, hasta ese momento. Asimismo se observaba una falta de relación, por parte de los alumnos, entre los distintos temas del programa. Esta forma fragmentada de interpretar la materia fue observada durante varias oportunidades de haberla dictado con anterioridad a la investigación. La manera de intentar corregir estos resultados se basó en investigar por qué los alumnos no logran un aprendizaje significativo de la asignatura.

La aplicación del modelo de la Fuerza de Coriolis y los conceptos y ejemplos colaterales tuvieron la intención de ofrecer un enfoque bien organizado de la instrucción. Ayudar a través de esa aplicación a lograr aprendizajes significativos en los que lo que se estudia se relaciona con lo que ya se sabe. Involucrarlos para que realicen sus propias investigaciones y búsqueda de aplicaciones sobre sus curiosidades. Se buscaron situaciones y ejemplos sencillos que apuntaran a la misma intencionalidad y que no generaran más confusión, desafiando a los alumnos a pensar de manera productiva y no simplemente repetir la información. Introducir a los alumnos a conocimientos que recordarán a largo plazo. Cambiar un aprendizaje memorístico por un aprendizaje significativo.

I.3.2.1 TEORÍA ANG (AUSUBEL, NOVAK Y GOWIN)

I.3.2.1.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS. LA METODOLOGÍA A EMPLEAR

Se tomó como base la teoría del aprendizaje significativo ANG desarrollada en el libro: Volver a aprender: el derecho a enseñar, capítulo VIII (Chrobak, 2010). En él se resalta la importancia del conocimiento de la Física: “En el caso de la Física podemos decir que enseñar Física es mucho más que distribuir información. Los estudiantes no pueden aprender Física solamente escuchando al profesor. Ellos necesitan relacionar los conceptos de Física con sus propios conceptos, acciones y experiencias previas. Es muy útil para ellos relacionar la Física con su vida de todos los días. Recordemos que se puede usar la Física 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 Física debe ser presentada como el fundamento tecnológico de nuestra era, que ya muchos han llamado “la edad del conocimiento”, en que la aplicación de Física a la tecnología significará usar la Física para bienestar de la humanidad.”

Chrobak, en el capítulo VIII, también expresa que tomando como base la cosmovisión anteriormente planteada, y otros elementos sacados de la psicología educativa y de la pedagogía, se pueden desarrollar los principios didácticos que forman parte de la teoría de enseñanza y aprendizaje de la Física.

Continúa reflexionando que esta teoría provocaría una revisión de los métodos tradicionales de enseñanza de Física. Hace referencia a situaciones concretas de las formas tradicionales: “como por ejemplo la memorización exacta de hechos, fórmulas y definiciones, el “recitado” del contenido de los textos, la resolución mecánica de problemas, etc.”.

El objetivo de esa revisión permitiría formular nuevos y modernos principios, para llevarlos a cabo en las aulas.

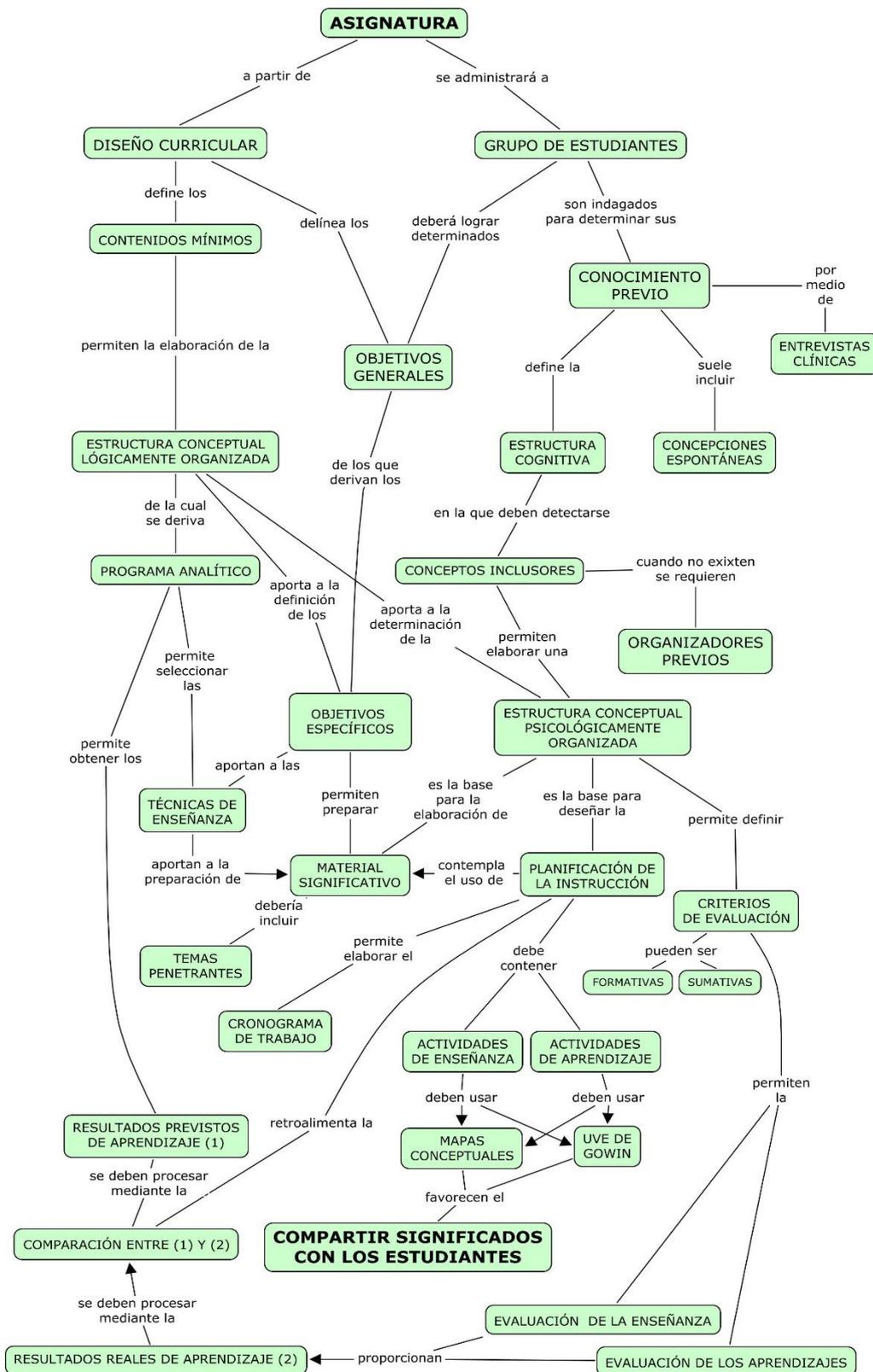


Figura I.1. Modelo instruccional ausubeliano (Chrobak, op.cit.)

Chrobak, además, hace referencia, en un apartado especial, a la importancia socioeconómica ya estudiada en otros trabajos de investigación hechos en países desarrollados. De estos trabajos se desprende que se puede mejorar la calidad de la enseñanza de las Ciencias de manera que resulte más eficiente y provechosa. Estos trabajos muestran que la enseñanza de las Ciencias puede resultar considerablemente más efectiva y productiva que lo que se realiza actualmente.

Chrobak continúa en este apartado reflexionando sobre la importancia del empleo de metodologías de enseñanza de las Ciencias, más eficaces. Valora la posibilidad de que se incrementaría la disponibilidad y calidad de este tipo de cursos. Esto traería aparejado una mayor igualdad en los aprendizajes y oportunidades de educación. Esta mayor igualdad en los aprendizajes agregada a igualdad de oportunidades de educación, favorece a un mayor nivel de vida y crecimiento económico.

Hay trabajos realizados que cuantifican la relación existente entre el alfabetismo y el aumento del ingreso “per capita” de los habitantes.

El autor afirma que mejorando la metodología de la enseñanza, la población se encontrará en mejores condiciones para enfrentar la edad de la ciencia y el conocimiento.

En el capítulo VIII Chrobak dedica un apartado a los fundamentos teóricos. En él expresa que de acuerdo a la experiencia en cursos de Física introductoria los alumnos no estudian Física de manera efectiva. Esa es, también, la experiencia de la tesista y la razón fundamental de este trabajo. El autor supone que a los estudiantes egresados de escuelas secundarias nunca se les han enseñado técnicas de estudio adecuadas para estudiar Física. La tesista ha consultado informalmente en varios cursos y los alumnos no conocen las herramientas enseñadas en este trabajo de investigación: los mapas conceptuales y la UVE de Gowin. Cabe recordar que el Programa Conectar Igualdad entregó más de dos millones de netbooks que, entre otras herramientas, traían cargado el software Cmap Tools. Esto también resultó desconocido por un gran número de docentes. Además el portal Educ.ar y Conectar Igualdad ofrecían una guía tutorial online para brindar orientación sobre esta y otras herramientas.

De manera formal en los cursos donde se ha aplicado el modelo de la Fuerza de Coriolis ningún alumno conocía con anterioridad las herramientas heurísticas. El autor completa este concepto agregando que los alumnos adquieren habilidad lectora y reglas mnemotécnicas durante el transcurso de la escuela secundaria haciendo hincapié que estas habilidades son útiles en materias que no sean técnicas. Además son pocos los alumnos que aprenden

adecuadamente los diferentes conceptos y sus relaciones. De acuerdo a estas afirmaciones, se usó el modelo basado en la teoría de aprendizaje significativo ANG, acrónimo de Ausubel, Novak, Gowin. No se produce una reconciliación integradora.

En el aprendizaje significativo las ideas, conceptos o saberes previos que existen en la estructura cognitiva, se modifican y adquieren nuevos significados. Si este hecho se repite: “Produce una elaboración jerárquica de los conceptos o proposiciones” (Ausubel, 1976). Progresivamente va ocurriendo una diferenciación durante la asimilación. Esa **diferenciación progresiva** da lugar a que el concepto nuevo se subordine a otros más inclusores que el estudiante conocía con anterioridad. Mientras que la **reconciliación integradora** ocurre cuando el concepto nuevo es de mayor grado de inclusión que los conceptos que el alumno ya conocía.

En definitiva en ambos casos se produce una evolución de la estructura cognitiva.

“El concepto principal de la teoría de Ausubel es el de aprendizaje significativo, en contraposición con el aprendizaje memorístico. Para aprender significativamente, el individuo debe tratar de relacionar los nuevos conocimientos con los conceptos y las proposiciones relevantes que ya conoce. Por el contrario, en el aprendizaje memorístico, el nuevo conocimiento puede adquirirse simplemente mediante la memorización verbal y puede incorporarse arbitrariamente a la estructura de conocimientos de una persona, sin ninguna interacción con lo que ya existe en ella.” (Novak, y Gowin, op. cit.).

“Para alimentar el nuevo aprendizaje se necesita todo lo que los estudiantes hayan aprendido anteriormente.” (Novak, y Gowin, op. cit.).

Reafirmando los conceptos dichos con anterioridad, se cita que: “De acuerdo con David Ausubel (op.cit.), durante el aprendizaje significativo el aprendiz relaciona de manera sustancial la nueva información con sus conocimientos y experiencias previas. Se requiere disposición del aprendiz para aprender significativamente e intervención del docente en esa dirección. (Díaz Barriga Arceo, 2003). “... Según él, las personas enriquecen sus conocimientos principalmente a través de la recepción más que a través del descubrimiento. Mientras más organizada sea la presentación de un concepto, hechos o ideas mejor será el aprendizaje. Destaca el término significativo como algo esencial. En tal sentido, se hace relevante cuando lo adquirido se enlaza con conceptos ya existentes en la estructura cognoscitiva. Lo memorístico no es considerado significativo

El aprendizaje significativo ocurre en el momento que una nueva idea o información se conecta con otras ideas o conceptos relevantes (concepto subsunor) que ya existen en la estructura cognitiva; de este modo, las nuevas ideas, conceptos y proposiciones pueden ser aprendidos significativamente en la medida que otras ideas, conceptos y proposiciones relevantes estén debidamente ancladas y disponibles en la estructura cognitiva del estudiante (conceptos subsunores).

En contraposición el aprendizaje memorístico ocurre cuando hay conceptos o ideas previas y la nueva información se almacena arbitrariamente sin interactuar con los conocimientos previos. Un ejemplo de esto sería aprender fórmulas nuevas o la repetición de los Principios de Newton en forma literal y arbitraria haciendo meras asociaciones también arbitrarias.

Con mayor detalle, Chrobak afirma que lo observado es que los alumnos memorizan definiciones o procedimientos sin relacionar los significados de las palabras que expresan las diferentes definiciones o reglas con otros conceptos adquiridos y entendidos con anterioridad.

Al respecto expresa: “Es así que los alumnos no poseen una comprensión conceptual de la Física. Más aún, tienen dificultades en desarrollar habilidades para la resolución de problemas. De hecho, terminan creyendo que memorizar textualmente toda la información proporcionada durante el curso, es la única manera de aprender.”

El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (confedi) en el documento “Declaración de Valparaíso” sobre Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Iberoamericano que integra más de cien decanos de diferentes unidades académicas, del cual participa la Universidad Tecnológica Nacional, promueve para las Facultades de Ingeniería diferentes competencias que debe alcanzar el egresado de esas facultades. Entre las competencias tecnológicas se requiere: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería. Esta competencia debe desarrollarse desde el inicio de la carrera de ingeniería, en particular en la asignatura Física I. En definitiva se pide que además de saber el egresado debe saber hacer.

“Como educadores, solemos sentirnos totalmente impotentes para reducir el aprendizaje memorístico, como sería nuestro deseo. Dos causas importantes de este problema son: (1) muchos de los estudiantes no son conscientes de que existe otra alternativa de estudio distinta del aprendizaje memorístico y (2) los conceptos que deben ser aprendidos les son presentados de manera tal que promueve la memorización.” (Chrobak, op.cit.).

Ante los malos resultados vistos en las aulas, enseñar Física se convierte en una tarea difícil y de búsqueda de mejora continua y de frustración y desencanto para muchos alumnos. Esa búsqueda continua queda plasmada en el presente trabajo y otras innovaciones posteriores que no se mencionan aquí.

“El estilo del profesor de Física puede ser elegante, elaborado; los temas bien preparados y presentados en orden lógico, pero los alumnos comunes de Física, más que elegancia, necesitan familiarizarse con sus propias experiencias, haciéndose conscientes de las contradicciones que pueden presentarse en sus mentes cuando comparan sus conclusiones con las que presentan sus profesores.” (Chrobak, op.cit.).

Física es una ciencia que estudia fenómenos desarrollados en más de 2000 años y todo esto debe ser visto en algunas horas semanales durante dos o tres cursos. Los programas exigidos por las instituciones abarcan muchos temas y deben ser finalizados dentro de cronogramas rígidos. Esto trae como consecuencia que muchos temas son presentados a gran velocidad y con poco tiempo para reflexionar en ellos.

En este trabajo se ha modificado una variable de las tantas que influyen en el contexto del proceso enseñanza y aprendizaje. Al respecto Chrobak expresa:

“El desarrollo de una enseñanza más efectiva de la Física es una ardua tarea. El problema central es cómo determinar si uno ha mejorado o no la calidad de la instrucción en un curso; cada vez que se cambia una de las variables que influyen en la instrucción, es casi imposible demostrar en forma concluyente el progreso obtenido, debido a la gran cantidad de variables que deben manejarse. Para el que enseña Física el control de las variables de una demostración experimental (o trabajo de laboratorio) es sólo un aspecto de su trabajo; mucho más complicado es manipular todos los demás parámetros que influyen en el proceso de instrucción, como ser los intereses de los estudiantes, sus distintos niveles de entendimiento y habilidades para pensar, sentimientos, predisposición para aprender, estados emocionales, etc. Cada uno de estos ítems tiene un origen individual y complejo que no puede ser idealizado ni estandarizado, para facilitar su estudio”.

Otra cuestión que el autor enfatiza es la manera en que tradicionalmente se enseña Física y el material clásico disponible, al que tienen acceso los docentes y alumnos. Al respecto aclara:

“Si analizamos brevemente cómo se enseña Física en la mayoría de los cursos, veremos que el material es organizado y enseñado por investigadores de Física, lo cual es comúnmente aceptado y justificado en los ambientes científicos. Por lo tanto, el material termina siendo presentado en los cursos introductorios en la misma forma y contexto en que se presentaría en las conferencias científicas. “El resultado de esta forma de enseñanza es que los alumnos encuentran las clases de Física tediosas, monótonas, incomprensibles y, en consecuencia, no significativas”...”

“Los alumnos que construyen sus propios significados, sin limitarse meramente a copiar los del docente, siguen un proceso de diseñar, establecer conexiones, encontrar relaciones y buscar patrones.” (Barell, op.cit.).

“...comprender cómo y por qué se relacionan los nuevos conocimientos con los que ellos ya saben y transmitirles la seguridad afectiva de que son capaces de utilizar estos nuevos conocimientos en contextos diferentes.” (Novak, y Gowin, op. cit.).

El sustento de este trabajo se origina para resolver el dilema de enseñar para comprender la materia y enseñar para aprobar la evaluación de la misma. Partiendo de la concepción de que si la materia se entiende es más sencillo aprobarla. Además lograr un aprendizaje más eficaz de lo que era en ese momento. Y que los significados fueran nuevos y más completos. Aceptando que los profesores no producen el aprendizaje de los estudiantes, sino que el aprendizaje es producido por el alumno.

“...las prácticas educativas que no hacen que el alumno capte el significado de la tarea de aprendizaje, no son capaces normalmente de darle confianza a sus capacidades ni de incrementar su sensación de dominio sobre los acontecimientos.” (Novak, y Gowin, op. cit.). “...el conocimiento no consiste meramente en hechos, sino en hechos de tal modo estructurados por la teoría que adquieran sentido.” (Stenhouse, 2010).

Bruner (1960) expresa que: “Enseñar temas o destrezas específicos sin dejar clara su contextualización en la estructura fundamental más amplia de un campo de conocimiento, resulta antieconómico en diversos e importantes sentidos. En primer lugar, tal enseñanza hace que al alumno le resulte excesivamente difícil aplicar la generalización desde aquello que ha aprendido a lo que más tarde habrá de encontrarse. En segundo lugar, un aprendizaje que no incluye cierto número de principios generales, no resulta muy remunerador en cuanto a estímulos intelectuales. El mejor modo de despertar interés por una materia es conseguir que valga la pena conocerla, lo cual significa que el conocimiento adquirido pueda utilizarse

más allá de la situación en la que tuvo lugar su aprendizaje. En tercer lugar, el conocimiento adquirido sin estar dotado de estructura suficiente como para fijarlo se olvida con facilidad. Un conjunto inconexo de hechos tiene una vida lamentablemente corta en la memoria. Organizar hechos con arreglo a principios e ideas de los que pueden ser inferidos es el único modo que se conoce de reducir la rápida tasa de pérdidas en la memoria humana.” (Como se cita en Stenhouse, 2010, p. 42, 43).

“Una experiencia educativa es un acontecimiento complejo. Implica cuatro elementos que se distinguen normalmente y que, en la descripción de Schwab (1973), son: el profesor, el que aprende, el currículum y el medio. Ninguno de ellos puede reducirse a cualquiera de los demás y cada uno debe ser tenido en cuenta en la actividad de educar. Es obligación del profesor planificar la agenda de actividades y decidir qué conocimientos deberían tomarse en consideración y en qué orden...” (Novak, y Gowin, op. cit.). Posteriormente Novak agrega un quinto factor: La evaluación.

“...aunque se supone que el profesor es más competente que el alumno en el área de estudio que se trate. El alumno debe optar por aprender; el aprendizaje es una responsabilidad que no puede compartirse. El *currículum* comprende los conocimientos, habilidades y valores de la experiencia educativa que satisfagan criterios de excelencia, de tal modo que la conviertan en algo digno de estudio. Un profesor experto será competente tanto en los contenidos como en los criterios de excelencia que se aplican en el área de estudio. El *medio* es el contexto en el que tiene lugar la experiencia de aprendizaje, e influye en la forma en que el profesor y el estudiante llegan a compartir el significado del currículum.” (Novak y Gowin, op. cit.).

El modelo de enseñanza ausubeliano exige cuatro momentos:

- En primer lugar una interacción intensa entre el maestro y los estudiantes.
- Luego de la presentación inicial se piden ideas y respuestas de los estudiantes, con énfasis en la ejemplificación.
- Seguidamente se observa una exposición deductiva, los conceptos generales o inclusivos se presentan en primer lugar y los específicos se derivan de ellos.
- Finalmente, se debe respetar la secuencia. En definitiva, destaca que lo más importante que influye en el aprendizaje significativo es el estado de la estructura cognoscitiva de la persona en el momento del aprendizaje.

“Ausubel supone que el conocimiento se organiza en las personas en estructuras jerárquicas donde los conceptos subordinados se incluyen bajo conceptos supraordinados de niveles superiores. La estructura cognoscitiva proporciona un andamiaje que favorece la retención e interpretación de la información.” (Velásquez, 2001).

La intención de la incorporación del modelo de estudio de las fuerzas centrífuga y de Coriolis (Sztrajman, op. cit.), conjuntamente con los conceptos de sistemas de referencia inercial y no inercial y los ejemplos cualitativos que se mencionan a lo largo del currículum, es transformar lo que se considera un aprendizaje memorístico en un aprendizaje significativo. Es decir lograr un metaaprendizaje. “El *metaaprendizaje* se refiere al aprendizaje sobre el aprendizaje.” (Novak y Gowin, op. cit.). ...”los individuos pueden aprender cosas sobre el aprendizaje, pueden llegar a ser conscientes de la capacidad para controlar su propia experiencia de modo que transforme sus vidas.” (Novak y Gowin, op. cit.). Podrán conectar las distintas partes del programa que parecieran ser independientes las unas de las otras. “Para alimentar el nuevo aprendizaje se necesita todo lo que los estudiantes hayan aprendido anteriormente.” (Novak y Gowin, op. cit.). Construir el aprendizaje del programa de Física I en los cursos donde se aplique el modelo.

La metodología empleada en esta investigación fue la que se propone en el libro de Chrobak (op.cit.). Expuesta bajo el título: LA METODOLOGÍA A EMPLEAR, en el capítulo VIII. Está basada en la teoría del aprendizaje significativo (ANG). En ese capítulo el autor justifica su conveniencia, apoyándose en varios trabajos de investigación y en su propia experiencia en cursos introductorios de Física, similares a los cursos que corresponden a este trabajo. Este apartado lo inicia diciendo:

“Como ya se ha señalado, la mayoría de los estudiantes de cursos introductorios de Física tienden a usar conceptos técnicos, sin tomar conciencia de que el entendimiento que tienen de los mismos es incorrecto. Esta propuesta de un modelo nuevo para enseñar significativamente la mecánica newtoniana, tiene la intención de ayudar a los instructores a corregir los frecuentes errores de metodología, mediante la presentación de los temas en forma organizada, contemporánea y algebraicamente más simple que la metodología tradicional.”

A continuación se transcribe, en parte y de manera textual los catorce pasos seguidos en el modelo probado por el Dr. Ricardo Chrobak quien es Director de esta tesis y que sugirió para el presente trabajo:

“1 -Discutir entre los docentes y los alumnos, las metas a lograr durante el cursado de la asignatura.

2- Establecer, de acuerdo a las metas acordadas en el punto 1, los objetivos de aprendizaje de la asignatura.

3- Determinar lo que los estudiantes ya saben (preferiblemente utilizando entrevistas clínicas) y desarrollar un plan de enseñanza que tenga en cuenta esos conocimientos previos.

4- Desarrollar, de ser necesario, los organizadores previos que permitan conectar los primeros conceptos a desarrollar en el programa, con los que los estudiantes ya poseen en su estructura cognitiva.

5 - Organización de la estructura conceptual de la asignatura. Para seguir el marco teórico mencionado anteriormente, el instructor deberá determinar la estructura conceptual de la asignatura. Luego, los conceptos más generales, más inclusivos se deberán presentar al inicio, bajando progresivamente hacia los más específicos. De esta manera será posible acomodar la secuencia de los contenidos de acuerdo al principio de la organización secuencial.

...una vez que la estructura conceptual de la asignatura está organizada, será más fácil identificar cuáles son los conceptos centrales y, en consecuencia, cuáles deben tener los estudiantes en su estructura cognoscitiva para iniciar el proceso del aprendizaje significativo.

Resumiendo, el profesor tendrá que cumplir dos etapas importantes para lograr el aprendizaje significativo: la primera consiste en identificar los conceptos centrales de la disciplina y organizarlos jerárquicamente, comenzando por los más generales hacia los más específicos; en la segunda etapa se tomarán como base los resultados de la primera para determinar la organización secuencial de los contenidos.

6 - Identificar y enfatizar los conceptos centrales de la asignatura y su jerarquía; estos conceptos serán los unificadores de la asignatura. O sea, lo que este ítem propone es tener en cuenta el principio de la diferenciación progresiva.

7 - Enfatizar la importancia de descubrir similitudes y diferencias entre los conceptos interrelacionados. En otras palabras, tener en cuenta el principio de la reconciliación integradora.

8 - Asegurarse de haber logrado un aprendizaje claro, estable y organizado de cada tópico, antes de pasar al siguiente. (Principio de la consolidación).

9 - Usar técnicas que favorezcan la motivación. Con respecto a la motivación, podemos decir que si bien no es crucial para aprendizaje de corta duración, es indispensable para el tipo de aprendizaje conceptual involucrado en el dominio de cualquier disciplina científica como lo es la Física. Existen muchas reglas que se pueden tener en cuenta para incrementar la motivación, entre ellas podemos destacar: (a) el uso de materiales atractivos para maximizar la curiosidad intelectual de los estudiantes, (b) ayudar a los estudiantes a establecer metas realistas, dándoles tareas para probar los límites de sus capacidades y luego retroalimentarlos acerca del grado con que han alcanzado sus metas, (c) formular objetivos de aprendizaje lo más específicos posible, (d) puntualizar las relaciones entre las tareas de aprendizaje con otras clases de conocimientos y capacidades intelectuales, etc.

10 - Evaluación: Con respecto a la evaluación diremos que es un concepto central para el aprendizaje significativo. Ello es así debido a la gran importancia que tiene el hecho de conocer lo que el estudiante ya sabe antes de tratar de enseñarle nuevos materiales. Por otra parte, la evaluación también juega un rol crucial en el monitoreo de la eficacia de las distintas metodologías y de la forma en que se organizan los contenidos de la asignatura.

Para ser efectiva, la evaluación debe apuntar a un buen entendimiento de los conceptos previamente aprendidos; esto implica la posesión de significados claros, diferenciables y transferibles. Sin embargo, no siempre es fácil lograr eso, según Ausubel (1978, p. 146-147) si uno intenta testear esa clase de conocimiento preguntando a los estudiantes los atributos de un concepto o proposición, es muy posible obtener una respuesta verbal meramente memorística. Posiblemente, la mejor forma de hacerlo es pedirles a los estudiantes que diferencien entre conceptos que están relacionados, pero que son distintos, o bien pedirles que identifiquen elementos de un concepto o proposición, a partir de una lista que contenga conceptos o proposiciones que también están relacionados. (Como se cita en Chrobak, op.cit., p. 44).

Otra forma de evaluación es pedir la resolución de problemas, pero también en este caso debe procederse con cautela, ya que la resolución de problemas requiere otro tipo de habilidades y cualidades (astucia, potencia de razonamiento, flexibilidad, improvisación, perseverancia, etc.) aparte de haber logrado el aprendizaje significativo.

Por lo tanto, cuando se está buscando evidencia de aprendizaje significativo, hay que tener en cuenta dos clases de dificultades: a) la posibilidad de memorización siempre estará latente y b) la posible falla de los estudiantes en resolver problemas puede ser debida a otros factores ajenos a la falta de aprendizaje significativo.

Recapitulando, para preparar una evaluación del aprendizaje significativo se deben considerar las siguientes pautas:

a) Enfatizar el delineamiento de similitudes y diferencias entre conceptos que están relacionados entre sí. Esto puede lograrse mediante el uso de preguntas del tipo: ¿Es aceptable para usted la siguiente afirmación? donde los estudiantes son enfrentados con afirmaciones provocativas, pero inaceptables desde el punto de vista científico, desarrolladas a través de esquemas intelectuales de gente que no tiene formación en Física. O también del tipo: ¿Entendió usted realmente el concepto de...? Donde el estudiante debe dar argumentos Físicos, más que matemáticos, y su respuesta deberá basarse en análisis de tipo cualitativo.

b) Hacer que los estudiantes reformulen las nuevas proposiciones en sus propios términos. Este aspecto puede ser tenido en cuenta con preguntas del tipo: "Explique con sus propias palabras los siguientes conceptos..." donde los estudiantes deben explicar todos los nuevos conceptos que le son presentados en el lenguaje cotidiano.

c) Requerir a los estudiantes la resolución de problemas que sean nuevos y con los que no estén previamente familiarizados. Es importante, además, que los resuelvan en forma independiente.

Este tópico se encuentra cubierto en la resolución de problemas de final de capítulo en los libros clásicos. En el caso particular de este modelo, los alumnos son instruidos en el uso de la UVE de Gowin como se explicó anteriormente. En este caso el énfasis estará en el uso del formalismo obtenido en el lado conceptual de la UVE como herramienta útil para el análisis que llevará a la solución del problema planteado. Con el uso de este esquema el estudiante es ayudado a comprender que el formalismo matemático es mucho más que una receta para realizar operaciones algebraicas; podrán ver la estrecha correspondencia entre

ese formalismo y el fenómeno que están estudiando, de manera tal de poder conectar los conceptos, sus símbolos y sus relaciones con lo que realmente pasa en el mundo físico.

Este esquema también ayuda a los estudiantes a aplicar sus conocimientos en forma autónoma, al mismo tiempo que van interpretando los conceptos físicos de la misma forma en que los interpreta su profesor (compartiendo significados).

d) Se debe solicitar a los estudiantes la elaboración de respuestas en forma escrita. Aquí se solicita a los estudiantes que realicen tareas del tipo: "Escriba un corto resumen sobre el tema desarrollado en la clase de hoy..." Otra forma de lograr este fin es pidiendo a los alumnos que construyan un mapa conceptual de cada unidad que se finaliza; con este tipo de ejercicios, los estudiantes se concientizan sobre los elementos de su estructura cognoscitiva y las conexiones entre estos elementos. Desarrollar esta habilidad para escribir resúmenes y construir mapas conceptuales hace que los estudiantes vean fuertemente consolidadas su autoestima y confianza en sí mismo.

11 -Desarrollar un abordaje metódico para la resolución de problemas. Una buena idea, en el marco de la teoría que aquí se ha tomado como guía, es el uso de la herramienta UVE.

12- Favorecer en los estudiantes el trabajo grupal, dándole asimismo la oportunidad para que reformulen los conceptos con sus propias palabras y, posteriormente, se discuta entre ellos los significados que tienen para cada uno, hasta llegar a un acuerdo (compartir significados).

13- Utilizar y aconsejar a los estudiantes el uso de las herramientas metacognitivas, para lo cual es recomendable un corto entrenamiento al inicio del cursado. El mismo no debería tomar más que tres o cuatro horas cátedra, ya que los alumnos irán ganando confianza en el uso de estas herramientas a medida que avance el cursado y vean la utilidad cierta que ellas les brindan.

De ninguna manera será considerada esta acción como tiempo adicional y mucho menos una pérdida de tiempo, ya que la efectividad de estas herramientas en la ayuda para el aprendizaje significativo ha sido ampliamente comprobada por los investigadores de la educación.

14- El compromiso de responsabilidad. Se ha señalado ya, que una condición básica para el aprendizaje significativo es el compromiso del alumno con la tarea de aprender. En otras palabras, el alumno debe elegir aprender significativamente. Es esencial que el estudiante sea consciente de los progresos que él hace en el curso. Para colaborar con esta necesidad del estudiante, una de las mejores formas de lograrlo es mediante la organización de tareas de discusión grupales, en las que se analizan todo tipo de dificultades que puedan presentarse a lo largo del desarrollo de cada unidad; los grupos deben ser pequeños y asistidos por un tutor que les ayudará a expresarse libremente con respecto a sus inquietudes y equivocaciones sin preocuparse por las calificaciones. Para aumentar el grado de responsabilidad en el proceder de los estudiantes es recomendable asignar tareas del tipo: "estudiar por su propia cuenta el tema..." dándole luego la opción de exponerlo en una de las reuniones grupales o bien a toda la clase. Otra opción es sugerirle la realización de experiencias "caseras" con elementos que se encuentran posiblemente en la mayoría de los hogares. En una primera aproximación se le piden conclusiones meramente cualitativas, pudiéndose, en una segunda instancia, pasar a los aspectos cuantitativos.

Obviamente, las experiencias grupales son un excelente medio para el logro de los objetivos de significados compartidos, favoreciendo la superación de las concepciones alternativas y logrando, por último, un nivel de conocimiento más elevado.”

I.3.2.1.2 MAPAS CONCEPTUALES

Los mapas conceptuales surgieron de una investigación realizada por Joseph D. Novak en la Universidad de Cornell. Los puso en práctica y demostró su utilidad en el aprendizaje significativo. Su trabajo de investigación se basó en la teoría de D. Ausubel. Además observó que los estudiantes de todos los niveles logran aprender sobre su propio aprendizaje usando mapas conceptuales. En el libro de Novak y Gowin (op.cit.), desarrolla varios aspectos sobre los mismos.

En principio Novak, expresa que los mapas conceptuales “...tienen por objeto representar relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones”.

Una proposición es una oración formada por dos conceptos unidos mediante palabras de enlace. El conocimiento de un tema en particular está formado por un conjunto de proposiciones.

Los mapas conceptuales abarcan dos aspectos diferentes, que son: la técnica para confeccionarlos y la visión de la persona sobre el tema que desarrolla o pregunta que contesta.

En la docencia, los mapas conceptuales tienen importancia por los diferentes usos que puede hacerse de los mismos:

- Como organizador previo.
- Como estrategia para mostrar un conocimiento nuevo de la asignatura.
- Como estrategia de aprendizaje por parte de los alumnos, ya que usándolos pueden organizar sus conocimientos mediante la representación de los mismos.
- Como estrategia de evaluación.
- Como estrategia para enseñar a aprender a confeccionar mapas conceptuales.

En esta experiencia se les ha dado varios de los usos mencionados:

En ambos ciclos se consultó a los estudiantes y ninguno de ellos, en ambas cohortes, conocía los mapas conceptuales creados por Novak. Algunos alumnos conocían otros tipos de diagramas bajo ese nombre y en los que faltaban las palabras de enlace que son indispensables para relacionar conceptos y formar así, una proposición.

Debido a la falta de experiencia previa de los alumnos se les entregó material explicativo sobre cómo confeccionarlos y el objetivo de los mismos. El material contenía algunos ejemplos e instructivos sobre el programa Cmap Tools para representarlos en sus computadoras.

Cmap Tools es un software gratuito. Es fácil y cómodo de usar y en la propia interfaz se puede ver la manera de ser utilizado. Para su uso se requieren conceptos básicos de informática.

Los conceptos se pueden presentar, también, mediante la vinculación con imágenes o videos.

Se les explicó que el mapa debe responder a una pregunta o tema planteado, y que ese es el concepto de mayor jerarquía. Y que este concepto debía ser relacionado con otros de menor jerarquía mediante palabras de enlace para formar una proposición y que al leerlo se entendiera el tema o pregunta que estaban desarrollando.

En este trabajo, al momento de ser explicada la confección de la herramienta, los alumnos ya conocían el primer tema previsto en el currículo: Óptica geométrica.

Con el siguiente mapa conceptual, se mostró en la explicación correspondiente qué era un concepto y cómo eran vinculados dos conceptos mediante las palabras de enlace para formar una proposición.

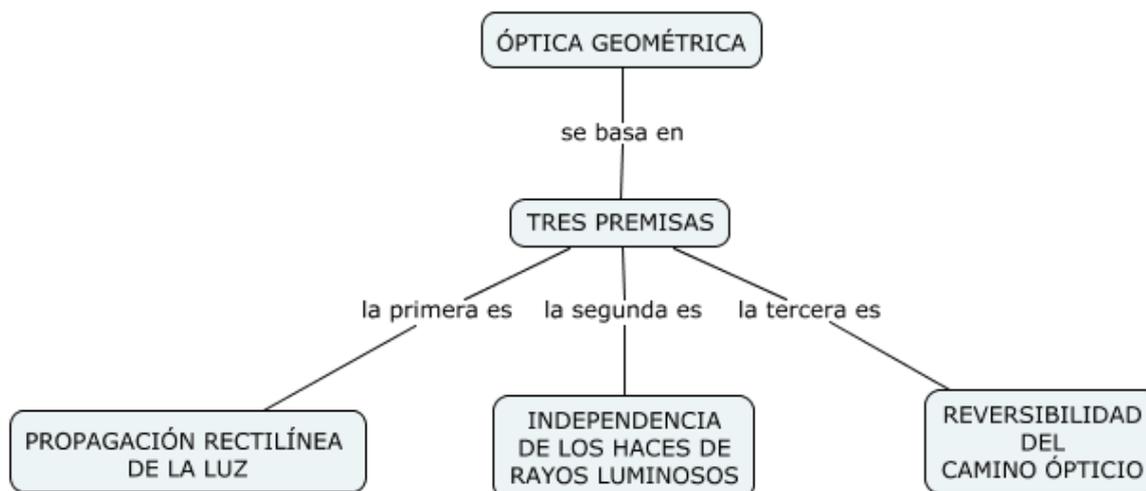


Figura I.2. Presentación de un mapa conceptual

Durante el transcurso de esta experiencia se mostraron algunos mapas conceptuales. Se presentó en clase el tema de tema de fuerzas inerciales con el siguiente mapa. En ese momento los alumnos ya estaban confeccionando los propios sobre Mecánica del Punto Material.

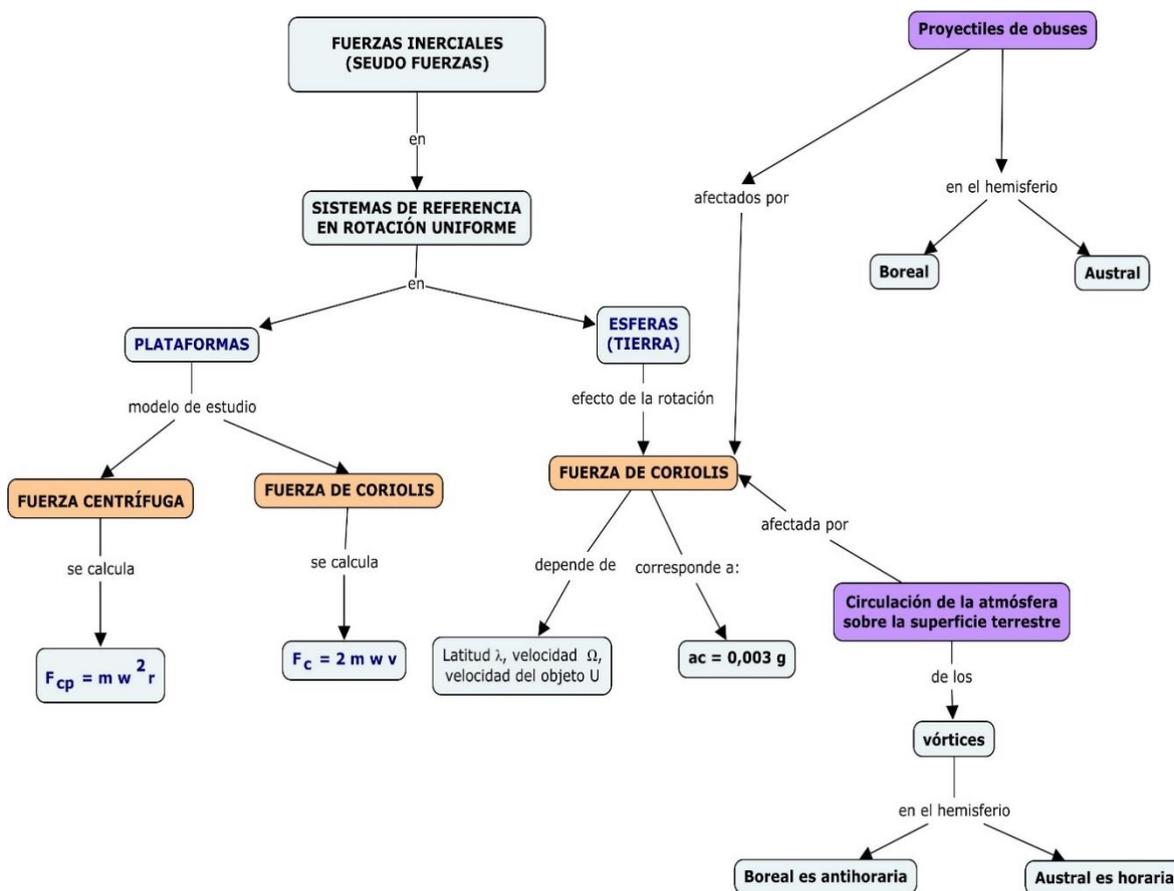


Figura I.3. Mapa conceptual que muestra fuerzas inerciales en sistemas en rotación

En el Anexo C se puede ver lo realizado por un alumno, en el segundo ciclo.

Luego de la presentación, se desarrolló la propuesta de Sztrajman referida a sistemas de referencia en rotación.

Otro uso que se les dio a los mismos, en este modelo instruccional, fue en el segundo ciclo, para evaluar las entrevistas clínicas con el mapa conceptual de referencia, mostrado en el apartado correspondiente a dichas entrevistas. Las entrevistas fueron introducidas en el segundo ciclo y, luego de su procesamiento, se confeccionaron los mapas cognitivos correspondientes que se contrastaron con el mapa conceptual de referencia, para su posterior evaluación.

En ambas experiencias los estudiantes se mostraron interesados en la herramienta al momento de las explicaciones y la describieron como positiva y motivadora.

De todas maneras, los resultados, en la primera cohorte no fueron muy buenos:

En el primer ciclo los alumnos desestimaron la herramienta y no hubo ningún mapa conceptual aceptable.

En el segundo ciclo se buscó que los mapas conceptuales cobraran protagonismo y se controló que los alumnos aprendieran la herramienta y que confeccionaran un mapa correspondiente a Mecánica del Punto Material, Dinámica del Punto Material.

Los errores observados corresponden a diversos tipos: confusiones en la jerarquía de los conceptos, ausencia de palabras de enlace y también falta de conocimiento de la Dinámica. En general resultaron mapas conceptuales con pocos conceptos. La mayoría no usó el software Cmap Tools.

En el Anexo C, puede observarse uno de los mapas presentados por uno de los estudiantes.

I.3.2.1.3 UVE DE GOWIN

“En el año 1987, el profesor D. Bob Gowin, de la Universidad de Cornell (USA), presenta una nueva forma de fortalecer el trabajo de los docentes y de los estudiantes, mediante el uso de los diagramas UVE y algunos principios de Educación. El objetivo de la presentación era el de disminuir, de alguna manera, el gran número de *conceptos espontáneos* que presentaban los estudiantes en Ciencias y Matemáticas.

El Profesor Gowin diseñó el diagrama UVE como forma de representar los principales elementos epistemológicos que forman un cuerpo de conocimientos. La mayoría de los científicos reconoce la importancia relevante de elementos epistemológicos tales como teoría, conceptos, evento, objeto, registros y afirmaciones de conocimiento. Según Gowin, los estudiantes y profesores pueden aprender en un corto tiempo cuáles son estos elementos y qué relaciones hay entre ellos. De esta manera, comenzarán a entender la estructura de los conocimientos.” (Chrobak, op.cit.).

Como se expresa más adelante se recomendó, en el primer ciclo, usar la UVE heurística ya que: “les ayudan a ver qué aprendizaje llega a ser significativo cuando ellos se hacen responsables de que sea así y que pueden tomar parte activa en él, enjuiciando la validez de lo que se afirma.” (Novak, y Gowin, op. cit.). En el segundo ciclo constituyó un objetivo de mayor control, el aprendizaje y uso de la UVE de Gowin, así como de los mapas conceptuales, como herramientas de estudio.

“Nuestra técnica heurística, por el contrario, requiere que los estudiantes reorganicen la información nueva empleando lo que ya conocen, lo cual es un proceso creativo e idiosincrásico y que precisa que se exprese la comprensión mediante distintos modos de razonamiento y actividad.” (Novak y Gowin, op. cit.).

Refiriéndose a la UVE heurística Novak y Gowin aportan que “...pueden aprender cosas sobre el aprendizaje, pueden llegar a ser conscientes de la capacidad para controlar su propia experiencia de modo que transforme sus vidas.” (Novak, y Gowin, op. cit.).

Más adelante agregan que con esta herramienta se representan la interrelación entre los elementos: conceptuales, teóricos y racionales del lado izquierdo y los elementos metodológicos, procedimentales y de la actividad del lado derecho y que así se puede reconocer la interrelación o interacción entre *pensamiento* y *acción* de cualquier campo de la actividad humana en la que se pretenda crear un nuevo conocimiento. Además que ayuda a organizar las ideas y la información.

“Cuando ellos se sienten mejor por sus logros, son más propensos a trabajar espontáneamente y es más probable que asuman la responsabilidad de su propio aprendizaje”. (Novak, y Gowin, op. cit.).

Podrán ejercer su capacidad para pensar críticamente que los llevará a una comprensión más profunda del contenido.

Al consultar a los alumnos, en ambos ciclos, sobre si conocían o habían usado la herramienta alguna vez surgió que nadie la había visto ni usado nunca. No conocían la utilidad de la misma.

En ambos ciclos se explicó la UVE de Gowin, mostrando sus elementos en forma teórica y se confeccionó un ejemplo práctico, con un tema recientemente visto al momento de su explicación. El tema elegido fue espejos esféricos.

En el primer ciclo no se controló el uso por parte de los alumnos.

En el segundo ciclo se complementó la intención de pasar de un aprendizaje memorístico a uno más significativo con el acompañamiento, verificado, de ambas herramientas metacognitivas, la UVE de Gowin y los mapas conceptuales. Fue a lo largo del desarrollo de las presentaciones del tema Dinámica del Punto Material.

De acuerdo a lo expresado por Chrobak (op.cit.), en el apartado correspondiente al desarrollo de la UVE de Gowin, se hizo énfasis en el significado de heurística como herramienta que ayuda a resolver un problema o comprender un procedimiento.

En la página siguiente, se adjunta una representación del diagrama UVE del modo en que se explicó y presentó en forma general y por primera vez, en ambos ciclos.

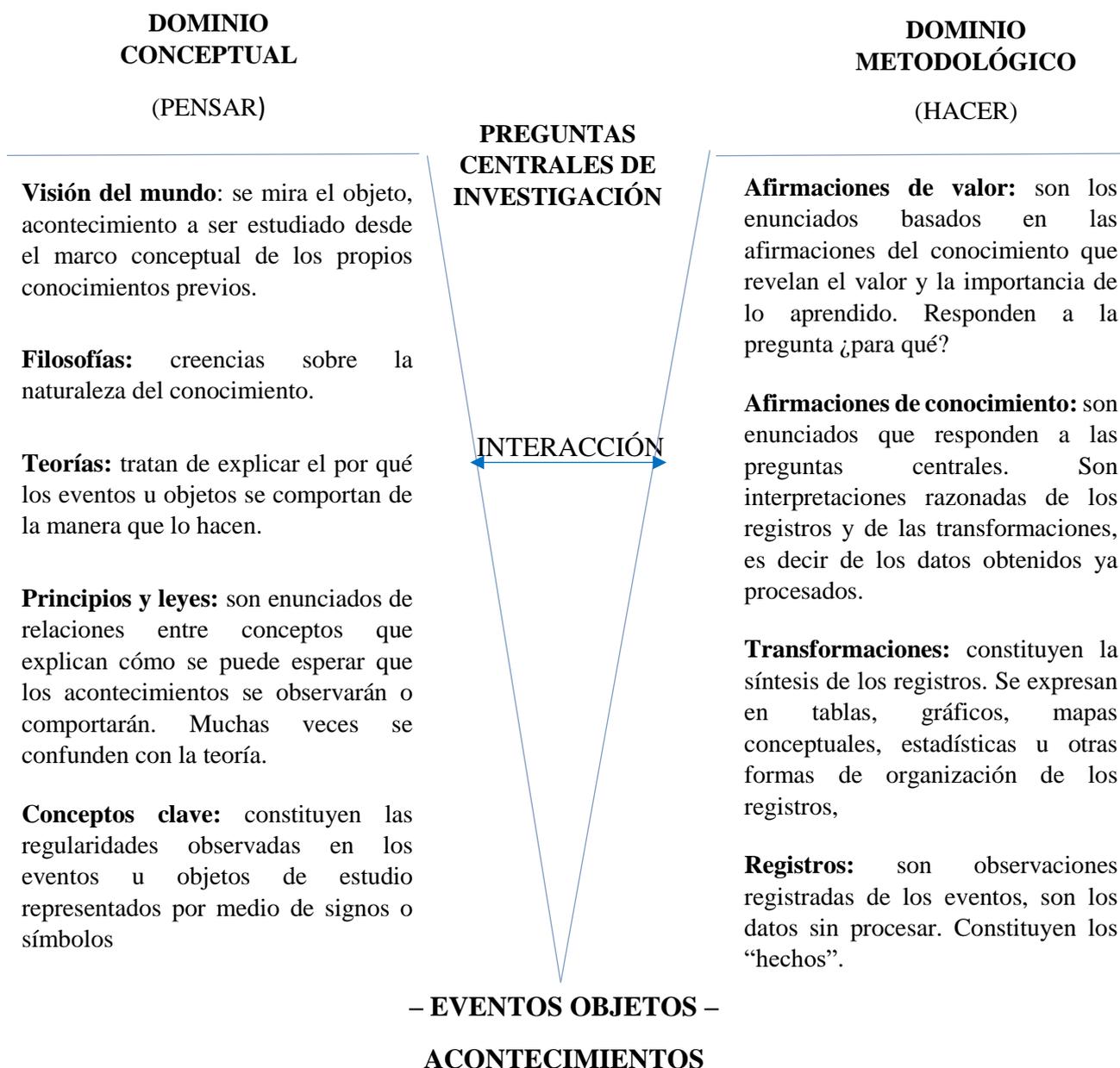


Figura I.4 UVE de Gowin sobre el aprendizaje

En el primer ciclo, al observarse que los alumnos, a su vez, se sentían motivados con la presentación general de la misma, de común acuerdo se decidió construir, en ese momento,

una aplicación con un tema ya visto en forma completa y con anterioridad. Surgió, así, una pregunta concreta a contestar: ¿cómo se obtiene una imagen en un espejo esférico de pequeña abertura? Este detalle hizo que el uso de la herramienta constituyera un objetivo para el segundo ciclo en el que se incorporó el uso verificado de mapas conceptuales.

A medida que expresaban sus aportes, los alumnos de la primera cohorte, en forma desorganizada sobre conceptos involucrados, teorías, leyes y principios, datos necesarios y los pasos a ejecutar para responder a la pregunta formulada, fueron valorando la importancia de la herramienta para construir y organizar la respuesta.

La siguiente UVE, es la que resultó del trabajo conjunto realizado en el pizarrón con los alumnos de la primera cohorte:

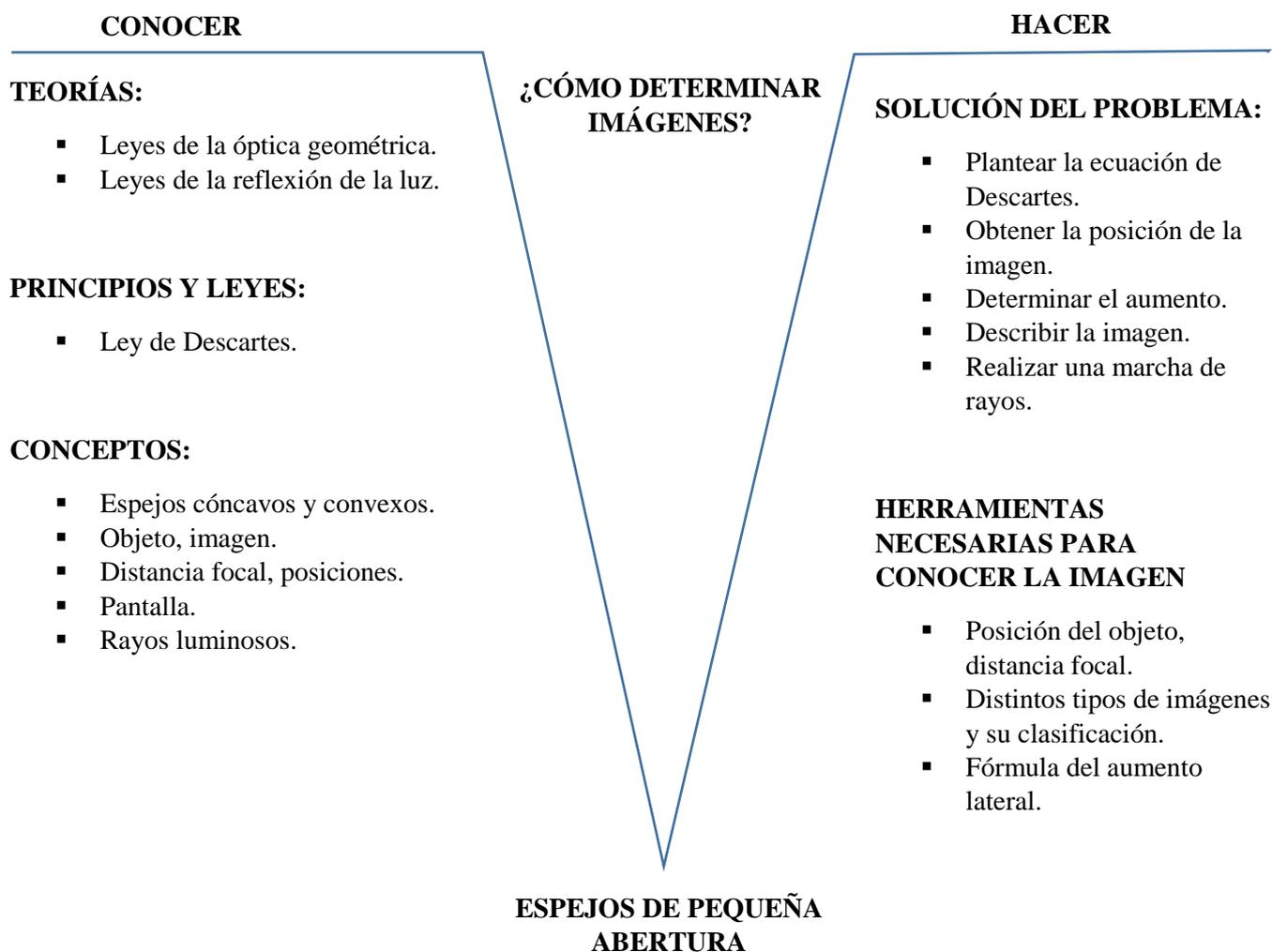


Figura I.5. UVE de Gowin sobre cómo obtener imágenes en espejos esféricos de pequeña abertura

En el segundo ciclo se sugirió repetir la experiencia con el mismo ejemplo de espejos esféricos, desarrollado por primera vez. Es decir se repitió el acontecimiento y la pregunta central. La experiencia resultó similarmente enriquecedora.

Quedó planteado el desafío de usar la UVE en los siguientes temas después de haber comprobado los beneficios que les aportó el uso de la misma en el sencillo ejemplo realizado en forma conjunta:

En el primer ciclo no se conservaron diagramas realizados por los alumnos. Un diagrama realizado en el segundo ciclo puede verse en el Anexo C.

I.3.2.1.4 ENTREVISTAS CLÍNICAS

Siguiendo la propuesta de Novak y Gowin (op.cit.), en el segundo ciclo se optó por realizar dos entrevistas clínicas al grupo de aplicación en vez de cuestionarios estructurados a ambos grupos ya que resultan más eficaces y, además, permiten obtener información más completa y profunda sobre la estructura cognitiva de los alumnos. Asimismo de acuerdo a Ausubel, (op.cit.) es necesario determinar los conocimientos previos de los alumnos con los que van a realizar las relaciones de los nuevos conceptos.

La primera entrevista tuvo como objetivo fundamental detectar *conceptos espontáneos* y verificar en la segunda que los hubieran superado y que no hubieran mostrado otros.

Sobre los conceptos espontáneos, Chrobak escribió:

“Nos referimos así para designar a aquellas concepciones que traen los estudiantes en su estructura cognoscitiva y que son derivadas de su contacto diario con el "mundo real", es decir con su experiencia cotidiana. Estos conceptos (también se los suele llamar: conceptos pre-científicos, conceptos erróneos, conceptos alternativos, o conceptos equivocados) se derivan de experiencias y observaciones de la vida diaria, del uso del lenguaje y del refuerzo de la cultura. Además, estas concepciones espontáneas se caracterizan por formar parte de las estructuras mentales de los alumnos, y son construcciones personales que tienen cierto grado de validez, son muy difíciles de cambiar o erradicar y, por último, recuerdan los conceptos mantenidos por científicos en etapas anteriores.” (Chrobak, op.cit.).

En otro apartado completó la noción sobre los conceptos espontáneos:

“Los conceptos espontáneos podrían entenderse, entonces, como relaciones imperfectas localizadas entre los elementos epistemológicos que forman un cuerpo de conocimientos que sustentan los estudiantes en sus estructuras cognitivas. Gowin propuso como remedio para superar estas relaciones imperfectas entre las “piezas” que forman la estructura de conocimiento, el análisis de los diagramas UVE para ayudar a los alumnos a reconstruir sus conocimientos previos.”

En estas entrevistas se buscó comprobar qué nivel habían alcanzado los alumnos según la taxonomía de Bloom. Es decir, verificar qué recordaban, qué comprendían y de qué manera podían aplicar la información recibida hasta el momento de cada instancia. Siguiendo por determinar si habían arribado a niveles de razonamiento superior mediante situaciones en las que se observó la capacidad de análisis que se apoya en la comprensión y las relaciones que podían establecer.

“Los orígenes de las entrevistas clínicas se remontan a los trabajos de los psicoanalistas del siglo XIX, aunque ciertas formas de interrogatorio sistemático se empleaban en los albores de las culturas griegas y romanas, o quizá antes, Sin embargo, fueron Jean Piaget y sus colegas suizos quienes en los años veinte y treinta perfeccionaron la entrevista como instrumento de evaluación de las capacidades cognitivas. A Piaget y sus colaboradores debemos el desarrollo de las estrategias que se emplean en las entrevistas con los niños.” (Novak, y Gowin, op. cit.).

El profesor J. D. Novak, de la Universidad de Cornell fue quien adaptó las entrevistas, mencionadas más arriba, con el objetivo de averiguar los conocimientos previos de los alumnos sobre ciertos temas.

“... determinación del conocimiento previo se entiende explicitar la estructura cognitiva de los estudiantes correspondiente al área de conocimiento que se va a impartir. En otras palabras, se deben determinar cuáles son los conceptos más importantes (centrales) relacionados con el material a enseñar que se encuentran firmemente establecidos en la memoria de largo plazo, como así también la forma en que están relacionados entre ellos. Estos conceptos tienen la particularidad de ser claros y estables para el estudiante, siendo por lo tanto los más pertinentes (en términos de la teoría de asimilación) para actuar como subsumosores del nuevo material, o, lo que es lo mismo, funcionar como elementos de “anclaje” donde la nueva información que se va a impartir quedará firmemente “encadenada”.” (Chrobak, op. cit.).

En el proceso de compartir significados dirigidos para el aprendizaje, las entrevistas clínicas permiten conocer y orientar al docente sobre la estructura cognitiva de los estudiantes. No solamente es importante la cantidad de información que poseen sino también los conceptos y proposiciones que manejan y su grado de estabilidad.

Las entrevistas clínicas son muy útiles además, para seguir el avance de los alumnos.

Se realizaron dos entrevistas clínicas a los doce alumnos, una antes de la aplicación de esta experiencia y otra luego de la primera evaluación parcial. El tiempo de duración fue de media hora con cada alumno en cada ocasión, aproximadamente.

Se eligió, en ambas ocasiones, una entrevista de tipo semiestructurada porque tiene la ventaja de adaptarse a los entrevistados con enormes posibilidades para motivar al interlocutor, aclarar términos, identificar ambigüedades y reducir formalismos. Permiten la re pregunta y de ese modo se pueden aclarar dudas durante el transcurso de las mismas. En estas circunstancias las respuestas son más útiles. Permiten observar el grado de interés de los alumnos. Se comenzó por preguntas y situaciones problemáticas estandarizadas, pero el rumbo final de la entrevista lo definieron las manifestaciones de cada estudiante.

A diferencia del primer ciclo, en el que se realizó un cuestionario estructurado, las entrevistas realizadas en el segundo ciclo permitieron recoger información acerca de sus intereses y dificultades reales.

“Hay que tener en cuenta, sin embargo, que estamos tratando de explorar la estructura cognitiva del estudiante, y averiguar, no solamente qué conceptos y proposiciones existen en ella, sino además cómo están estructurados y cómo pueden activarse, para resolver problemas.” (Novak, y Gowin, op. cit.).

I.3.2.2 ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS.

I.3.2.2.1 TÉCNICAS DIDÁCTICAS CENTRADAS EN EL ALUMNO

En particular, los pasos concretos, referidos a los temas desarrollados y seguidos en esta experiencia, en sus dos ciclos, ya fueron mostrados en el apartado MARCO TEÓRICO de esta tesis.

Es importante destacar que la aplicación del modelo instruccional ANG resulta interesante porque permite evitar el aprendizaje memorístico y provocar un aprendizaje significativo.

En un segundo ciclo se complementó la intención de pasar de un aprendizaje memorístico a uno más significativo con el acompañamiento verificado, de herramientas metacognitivas UVE de Gowin y mapas conceptuales, a lo largo del desarrollo de los temas correspondientes a esta experiencia.

En ambos ciclos se tuvo en cuenta, además, lo expuesto por Novak y Gowin (op.cit.), en cuanto a la enseñanza de las herramientas metacognitivas.

“El punto más importante que se debe recordar en lo referente a compartir significados en el contexto de la actividad de educar es que los estudiantes siempre aportan algo de ellos mismos a la negociación y que no son una tabla rasa donde hay que escribir o un depósito vacío que se debe llenar”.

Las clases teóricas estuvieron dictadas con *metodologías centradas en el alumno*, buscando que los estudiantes fueran protagonistas de un aprendizaje activo.

Estas clase fueron de tipo expositivas – interrogativas, de manera que los estudiantes fueron motivados a razonar los conocimientos que les eran impartidos y debían aplicar estos razonamientos para poder responder preguntas surgidas en el aula, ya sea formuladas por la tesista o aquellas que surgían de los propios alumnos.

En el segundo ciclo, en los momentos de realización de problemas por parte de los alumnos, se eligió la modalidad de discusión de ideas. Es una modalidad informal para trabajos en equipo, que permite que los estudiantes discutan sobre el problema a realizar sin ningún tipo de restricciones al momento de presentar sus ideas. De este modo en el equipo se logra la oportunidad de considerar diferentes alternativas.

Esta técnica es ventajosa porque permite conocer el problema y la teoría asociada a fondo y verificar que todos los aspectos fueron tenidos en cuenta.

Los alumnos intercambiaron ideas, debatieron entre ellos y con la tesista. Mejoraron la verbalización ya que surgió la necesidad de expresar la manera en que resolvían las situaciones planteadas, la solución a la que arribaban y si sus resultados estaban de acuerdo con algún modelo o teoría general.

Ese momento es el adecuado para trabajar sobre la necesidad de que expliquen la resolución de los problemas, la necesidad de realizar diagramas de cuerpo libre claros, la definición de sistemas de referencia adecuados concordantes con el vector aceleración, que expresen de manera clara qué leyes están utilizando, si están trabajando con los vectores o

sus módulos que serán representados por una cantidad y la correspondiente unidad, etc. En definitiva que se expresen en lenguaje verbal y escrito.

Durante el período de la investigación del segundo ciclo, se destinó tiempo a que un integrante de cada equipo explique el procedimiento realizado en la resolución de problemas sin salir de su lugar, es decir utilizando el lenguaje oral.

Otras veces, para que el alumno se expresara, se realizó la experiencia de que la tesista resolviera algún problema en el pizarrón y que los estudiantes expresaran oralmente lo hecho y las teorías generales aplicadas.

Las explicaciones verbales con significado correcto de los problemas fueron tenidas en cuenta en el momento de hacer las evaluaciones de la segunda entrevista clínica.

Los alumnos del grupo de aplicación del segundo ciclo aceptaron muy bien esta estrategia y la valoraron positivamente, de acuerdo a los registros tomados en clase.

La discusión de ideas permite encontrar nuevos caminos creativos y ayuda a los alumnos a comprender diferentes ideas a las propias, surgidas de sus compañeros.

Es una herramienta de aprendizaje colaborativo, ya que en esta situación los estudiantes resuelven o intentan resolver la situación juntos y las conclusiones son elaboradas en conjunto por todo el equipo.

Se armaron los equipos entre alumnos pertenecientes al grupo de aplicación por un lado y los de control formaron sus equipos por el otro. Esto fue decidido así porque los integrantes del grupo de control compartían responsabilidades similares y para lograr alcanzar una solución es necesario que cooperen todos los integrantes.

De los registros tomados durante las clases se evidenció que los momentos de trabajo de este modo resultaron muy productivos, porque al exponer diferentes ideas, los estudiantes más comprometidos pudieron transformarlas en conceptos.

Más adelante se hace referencia a la necesidad de que los alumnos hablen ciencia para adquirir la habilidad de resolver problemas.

En el segundo ciclo, muchas preguntas eran planteadas mediante el uso de los dispositivos móviles usando la aplicación Socrative, descargada en sus celulares, de forma tal que se podían evaluar las respuestas de forma inmediata.

La aplicación Socrative nació en 2010 en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), en EEUU. Es una aplicación que permite realizar actividades, tests (quiz) y las respuestas vertidas en tiempo real y de manera instantánea por los alumnos, pueden ser utilizadas como datos útiles y seguir el avance del curso, en distintos aspectos, de manera continua por parte del docente.

El tipo de preguntas que admite la aplicación es: de respuesta múltiple, verdadero -falso y pregunta corta.

Esta interacción entre el docente y el alumno resulta motivadora y permite que el docente pueda desarrollar mejor su actividad con el fin de que los alumnos aprendan más.

Admite de manera sencilla, diferentes aplicaciones:

- Una pregunta corta al finalizar la clase: ¿Cuáles fueron los conceptos principales vistos hoy?
- Una pregunta corta al inicio de la clase para averiguar qué saben sobre conceptos necesarios para el tema que se va a tratar ese día. ¿Qué sabes sobre...?
- Las preguntas de tipo verdadero falso pueden usarse para evaluar la comprensión lectora.
- Cambio de roles: motivar a los alumnos a que sea uno de ellos quien formule una pregunta a responder por el resto.
- Además de los temas específicos permite realizar correcciones de ortografía.
- Otra forma de motivación que admite la herramienta es: realizar concursos en el aula.
- Con esta información se pueden adaptar las clases a las necesidades manifestadas por los estudiantes.
- Otra ventaja que ofrece es la participación activa, de todos en la clase. Usada con frecuencia, colabora con que los alumnos se involucren con la clase.

La versión más elemental es gratuita y está disponible en Play Store, Apple Store, etc.

I.3.2.3 TAXONOMÍA DE BLOOM

Desde el inicio de las clases todos los temas, sus actividades y evaluación, se desarrollaron pensando en el modelo de los tres niveles del intelecto: el primer nivel fue entregarles información para que pudieran pensar. Es decir en este nivel se ubican, empiezan a describir, investigan, reúnen información. Luego de esto comienza el segundo nivel en el que empiezan a procesar la información. Por lo tanto, ya comienzan los razonamientos,

comparan, separan, distinguen, pueden analizar e inferir. En el tercer nivel comienzan las aplicaciones, las evaluaciones, ya están en condiciones de aplicar un principio. Tal como lo propone Barell (op.cit).

También se tuvo en cuenta la taxonomía de Bloom, para conseguir los objetivos propuestos y evaluar los resultados de los problemas en los exámenes parciales.

Benjamín Bloom estableció una jerarquía de los objetivos educativos que se querían alcanzar con el alumnado, dividiéndolo en tres ámbitos: Ámbito cognitivo, ámbito afectivo y ámbito psicomotor. Es del primer ámbito del que surge la tabla de la taxonomía de Bloom.

No es lo mismo recordar un cierto dato que analizarlo o valorarlo: de esto se dieron cuenta ya a fines de los años 50 del pasado siglo. Había una corriente psicológica en los Estados Unidos, que estaba interesada en determinar cuáles eran los procesos de aprendizaje. Estaba encabezada por la escuela de Chicago.

La taxonomía revisada de Bloom implica, por tanto, una **ordenación jerarquizada** de categorías de destrezas y habilidades, que desde un orden inferior de pensamiento a un orden superior, se resumen en una serie de procesos concretados en verbos: recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar, crear.

Para apreciar los distintos niveles de aprendizaje es muy útil la taxonomía de Bloom, graficada en la siguiente pirámide:

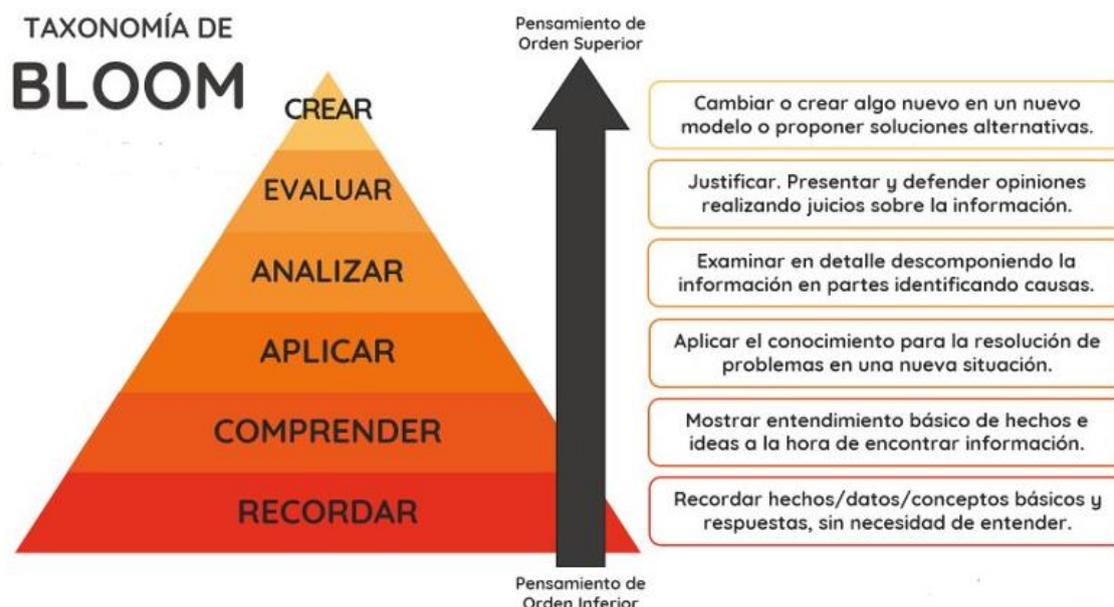


Figura I.6. Pirámide de la taxonomía de Bloom
(ámbito cognitivo)

“Esta taxonomía ordena los distintos niveles de razonamiento de los alumnos con la información a aprender. Es una clasificación jerárquica que normalmente se representa de una forma piramidal para transmitir la noción de que, los niveles de razonamiento superior se apoyan en la consecución previa de otros niveles de razonamiento más básico o bajo.” (Prieto Martín, A., 2017).

La taxonomía de Bloom constituye una herramienta para dar forma a los objetivos de aprendizaje.

En la pirámide, se diferencian dos tipos de habilidades cognitivas a alcanzar:

- Las de orden inferior: recordar, comprender y aplicar.
- Las de orden superior: analizar, evaluar y crear.

Comenzando por el nivel inferior y terminando en el nivel superior de la pirámide, se tiene la siguiente descripción para cada uno de ellos:

Los niveles de razonamiento de orden inferior o más elemental son:

- a) Recordar: consiste en rescatar hechos pertinentes desde la memoria secundaria (a largo plazo). Es el proceso de retener datos, lo que conduce a memorizar contenidos. Esta primera fase debe ser atravesada para lograr, luego, un aprendizaje significativo. Es la base para lograr y construir un concepto de orden superior. Si se reduce la carga expositiva y se usan metodologías activas, se libera tiempo en las clases para trabajar otras habilidades que permitan recorrer las distintas fases de la pirámide, en sentido ascendente. A este nivel se encuentra, la posibilidad de reconocer, buscar, asociar, citar, reproducir, seleccionar, etc.
- b) Comprender: es un proceso de construcción de significados nuevos, a partir de nueva información mezclada con ideas previas. En esta fase los estudiantes están en condiciones de realizar las primeras actividades: en el caso de este trabajo reconocer fuerzas y realizar diagramas de cuerpo libre de un punto material o de un sistema vinculado sencillo. A este nivel se puede: interpretar, ejemplificar, clasificar, esquematizar, resumir, predecir, estimar, inferir, comparar, explicar, etc.
- c) Aplicar: llegado a este nivel el estudiante puede resolver problemas y completar tareas. En esta fase ya pueden implementar, poner en práctica lo aprendido. En esta instancia, se plantea un reto motivador que invite a los alumnos a protagonizar un

proceso de aplicación de los contenidos en un problema relacionado con el mundo en que viven, el entorno natural que los rodea y que ellos conocen. Ellos deben iniciar una tarea de búsqueda de una posible respuesta. En esta labor es interesante el trabajo en equipos. Verbos asociados: producir, ejecutar, elegir, emplear, asignar, etc.

Llegada esta instancia el alumno ya puede lograr interacciones con la información, asimilarla y recordar las definiciones básicas de manera que además comprende la estructura de las relaciones.

Los niveles de razonamiento de orden superior:

- a) **Analizar:** en este nivel el estudiante logra subdividir el sistema en componentes significativos y además relaciona las partes. El estudiante debe realizar una práctica reiterada de los procedimientos propios de la asignatura. En esta fase están en condiciones de: integrar, estudiar, debatir, identificar, explicar, resolver, etc.
- b) **Evaluar:** el alumno puede arribar a conclusiones basándose en patrones o criterios. El estudiante en este nivel puede evaluar mediante la reflexión y revisión continua de su trabajo. Por eso es importante aportar a los estudiantes herramientas de aprendizaje, tal como las elegidas para este trabajo: los mapas conceptuales y la UVE de Gowin. Es decir que una vez lograda esta fase, ya está en condiciones de contrastar, comprobar, calcular, justificar, criticar, juzgar, verificar, etc.
- c) **Crear:** en esta instancia el alumno está en condiciones de reorganizar elementos en un nuevo patrón. El estudiante ya puede elaborar un producto final en el que puede plasmar todo lo que ha aprendido. Está en condiciones de resolver situaciones problemáticas del mayor nivel de complejidad esperado para los conceptos desarrollados. Ya puede generar, idear, combinar, planificar, elaborar, etc.

Como se puede intuir, todos los niveles tienen que estar presentes y van suponiendo, paso a paso, diferentes logros en el desarrollo cognitivo de los estudiantes.

“Si pretendemos que los alumnos aprendan a realizar tareas que requieran razonamiento de alto nivel deberemos entrenarles para ello y además establecer un sistema de evaluación que valore el razonamiento de alto nivel. Esto se consigue por medio de la evaluación de la capacidad de los alumnos para crear soluciones a problemas nuevos, analizar situaciones complejas y novedosas reconociendo los elementos relevantes y evaluando qué acciones serían las más convenientes.” (Prieto Martín, op.cit).

“Debemos evaluar de manera que el aprendizaje exclusivamente superficial y memorístico equivalga al suspenso, y que la pretensión de aprender sólo superficialmente no sea una alternativa viable para aprobar. Así, les haremos ver a los alumnos que si quieren aprobar deberán adoptar una estrategia de aprendizaje profundo y al razonamiento de alto nivel que les permita aplicar y transferir su comprensión a la resolución de nuevas situaciones.” (Prieto Martín, op.cit).

I.3.2.4 EL LENGUAJE EN LA CIENCIA

También, y para completar, en búsqueda de un aprendizaje significativo, se reparó en dar mucha importancia al lenguaje de la ciencia.

Para esto se tuvo en cuenta el aporte de Lemke (1997) para lograr un aprendizaje significativo se refiere a aprender a hablar ciencia o “hablar científicamente”, tal como lo propone en su libro. Para él es fundamental el lenguaje ya que los profesores de ciencia comunicamos significados complejos principalmente a través del lenguaje. Marca mitos dañinos respecto a cómo debe hablarse la ciencia. Además, reconoce que los problemas educativos obedecen fundamentalmente a causas sociales y culturales que van más allá de los hallazgos de investigaciones educativas y las soluciones técnicas propuestas por éstas. Una clase es una actividad social.

Su tesis es que para dominar una materia de ciencia, entre otras, es necesario dominar las formas especializadas del lenguaje.

En su libro, también aporta, que para hablar sobre física los alumnos necesitan detectar el contenido científico en el diálogo producido en las clases. Aclara que no solamente es una cuestión de vocabulario ni de una lista de términos técnicos ni definiciones: “Es el uso de esos términos relacionados unos con otros en una amplia variedad de contextos”. (Lemke, op.cit.).

“<<Hablar ciencia>> no significa simplemente hablar *acerca* de la ciencia. Significa *hacer* ciencia a través del lenguaje.” (Ibid). Los alumnos necesitan combinar términos y significados para aprender significativamente.

“...el lenguaje no es sólo vocabulario y gramática: el lenguaje es un sistema de recursos para construir significados. Además de un vocabulario y una gramática, nuestro lenguaje nos proporciona una *semántica*.” (Ibid).

“...las diferentes relaciones semánticas *tienen* que configurarse como patrón para que lo que se diga tenga sentido. Necesitamos usar eslabones entre varias relaciones semánticas para construir el significado.” (Ibid).

“Para hablar de ciencia, o de cualquier otra materia, tenemos que expresar relaciones entre los significados de diferentes conceptos, y la semántica es el estudio de cómo usamos el lenguaje para hacer esto. Es un campo de estudio sutil y profundo, y además muy útil.”

“El contenido de toda materia científica y técnica se puede expresar en lenguaje (y en derivaciones especializadas del lenguaje, tales como las matemáticas).” (Ibid).

En estos tres últimos conceptos nos basamos para introducir el modelo de enseñanza de Sztrajman (op.cit.). Es la estrategia pensada como nexo entre distintos conceptos vistos, para poder armar el patrón temático que nos ocupa en la investigación. Siguiendo los conceptos de Lemke: serán muy pocos los alumnos que puedan aplicar un principio conociendo únicamente su planteamiento formal. Solamente cuando comprenden los patrones temáticos correctos les resulta más sencillo comprender los siguientes.

“Los profesores de ciencias pertenecen a una comunidad que hablan el lenguaje de la ciencia. Los alumnos, al menos por un largo tiempo, no lo hacen. Los profesores utilizan dicho lenguaje para dar sentido a cada tema de una manera particular. Los alumnos emplean su propio lenguaje para formar una visión del tema que puede ser muy diferente. Ésta puede ser una razón por la cual comunicar ciencia puede ser tan difícil. Tenemos que aprender a ver la enseñanza de la ciencia como un proceso social e introducir a los alumnos, al menos parcialmente, dentro de esta comunidad de personas que *hablan ciencia*.” (Lemke, op. cit.).

El lenguaje oral o escrito, además de instrumento de comunicación, sirve para estructurar el pensamiento, dar un orden a las ideas, los conceptos y las diferentes teorías. En consecuencia hablar y escribir correctamente es esencial en cualquier aprendizaje.

En la experiencia de la tesista, en los exámenes, en general las respuestas a situaciones problemáticas vienen acompañadas de ninguna o con escasas frases explicativas de las teorías generales a las que han acudido para responder la situación en cuestión.

En ambos ciclos se puso de manifiesto, la escasa posibilidad de verbalización, por parte de los alumnos, cuando se les solicitaba respuesta a determinados interrogantes en distintos momentos de las clases. Ya sea cuando se planteaba una pregunta durante las explicaciones

o en oportunidad de usar la aplicación Socrative, tal como quedó manifestado en los registros escritos de las clases.

En Física I, las representaciones gráficas constituyen una parte del lenguaje.

En particular, en Dinámica del Punto Material los diagramas de cuerpo libre asociados a sistemas de referencia adecuados y con una anticipación correcta sobre los elementos del vector aceleración.

Muchas veces, esto representa una gran dificultad e incurren en respuestas incorrectas. Si transcurridas las clases y con suficiente tiempo dedicado a estas prácticas no logran esquematizar adecuadamente las situaciones problemáticas planteadas, se infiere que no han entendido el enunciado. Esto puede suceder por diferentes motivos: o no conocen significativamente la teoría correspondiente o no tienen habilidad para resolver problemas.

Es importante para contribuir a estos logros que los alumnos se enfrenten a diversas situaciones, por sí mismos o formando parte de un equipo. En un equipo surge con mucha importancia el lenguaje hablado, además del lenguaje escrito. Escribiendo y también hablando mejoran la comprensión y se acercan a un aprendizaje más significativo.

Formular preguntas disparadoras oportunas, durante las clases, motiva a que los alumnos hablen y se expresen acercándose al lenguaje de la ciencia.

Lemke además, introduce el concepto de *patrón temático* como una poderosa herramienta para analizar el lenguaje y la enseñanza de la ciencia. Cuando se refiere al diálogo científico aclara que éste tiene otro patrón más y es el de organización, representado por la estructura de actividad: ocurre cuando los alumnos se interrelacionan unos con otros “paso a paso, actuando estratégicamente dentro de un juego de expectativas en cuanto a lo que puede suceder.” (Lemke, op. cit.). Mientras que el patrón temático está presente cuando están construyendo significados al combinar palabras y otros símbolos correspondientes al tema particular. El patrón temático es el que corresponde a “hablar científicamente”.

También caracteriza y define el concepto de patrón temático: “Un patrón temático muestra lo que tienen en común las diversas formas de decir la misma cosa. Describe un patrón compartido de relaciones semánticas.” (Ibid).

“...Es el mismo patrón que los alumnos deben dominar para lograr <<hablar ciencia>> de forma aceptable sobre el tema en cuestión. Es asimismo el patrón que deben utilizar para

razonar a su manera un problema, o proporcionar la respuesta esperada en un examen”. (Lemke, Ibid).

La Dinámica del Punto Material tiene un lenguaje propio y específico. Este lenguaje está compuesto por un vocabulario definido: masa, fuerza, fuerza resultante, aceleración, velocidad, etc.

La semántica es la construcción de significados en forma de proposiciones, oraciones que relacionadas expresan un párrafo. Ese vocabulario nuevo, formando parte de proposiciones en distintos contextos determina un patrón temático.

Cuando Lemke se refiere a hablar ciencia alude a poder elaborar diferentes patrones temáticos.

Esas palabras del vocabulario propio de la Dinámica relacionándolas y armando frases del lenguaje científico, le permiten al alumno expresar y comprender, por ejemplo, los Principios de Newton.

Los estudiantes pueden conocer los términos correspondientes al vocabulario, pero si la frase que arman con ellos carece de sentido, es un indicador de que no han aprendido significativamente. La frase es el patrón temático que describe Lemke.

En el proceso de aprendizaje significativo de Física I, los estudiantes comienzan por aprender memorísticamente el vocabulario novedoso. Luego continúa la etapa de comprensión del concepto ceñido en esas palabras. Llegada esta instancia deben poder construir frases con sentido que vinculen a estos conceptos y luego deben poder emplearlas en otros contextos diferentes.

Entendida esta secuencia se puede apreciar el valor de las herramientas, tales como los mapas conceptuales, que permiten ordenar y vincular conceptos. También son útiles los mapas conceptuales elaborados por otras personas, con más experiencia, porque le permite al estudiante visualizar relaciones semánticas que constituyen su patrón temático.

“...cuando las palabras se combinan, el significado del todo es mayor que la suma de las partes por separado.” (Lemke, op. cit.).

Una vez logrado el patrón temático, es necesario repetirlo en diferentes contextos para lograr mejorar y profundizar la comprensión del mismo.

Todas las etapas descritas para lograr un aprendizaje significativo, desde el punto de vista del lenguaje científico, llevan un tiempo y este tiempo es diferente en cada alumno. El aprendizaje es un proceso lento.

Esta es una característica que está siempre presente y se advierte que en la asignatura Física I de la institución, que contempla un programa de estudios muy extenso, los alumnos que tardan más en lograr elaborar los patrones temáticos, no cuentan con ese tiempo necesario.

Es una realidad de estas aulas que el tiempo es escaso, que no hay posibilidad de realizar debates extensos, que a veces ni siquiera alcanza para contestar todas las preguntas que van surgiendo durante las clases, que cuando se formulan preguntas se busca una respuesta inmediata y que sea correcta y si esto no sucede la respuesta la da el propio profesor.

Muchas también se da por sentado que conceptos previos necesarios son conocidos por los estudiantes y no siempre es así para todos.

Con todas las desventajas relacionadas a la falta de tiempo, muchas veces, los alumnos se encuentran imposibilitados de elaborar los patrones temáticos y esto se traduce en los resultados de las evaluaciones.

Ese puede ser uno de los factores que influyen en los malos resultados.

Con todo lo dicho, se destaca la importancia de los debates surgidos en las clases en los que participan el profesor y el alumno o los alumnos entre sí.

En la segunda entrevista se pidió a los alumnos que expresaran los principios de Newton con sus propias palabras y se observó que no repitieran palabras mecánicamente o hasta tal vez palabras correctas enlazadas con significados erróneos.

Para aprender significativamente no es suficiente escuchar al profesor y leer un libro. Es necesario verbalizar ya sea hablando y/o escribiendo para profundizar lo que se desea aprender.

En términos de Lemke y Ausubel lo escuchado, lo leído debe anclarse o vincularse con algún patrón temático conocido con el que se debe integrar, comparar o relacionar para poder elaborar un patrón temático nuevo o ampliar el patrón temático ya existente.

La comprensión se alcanza cuando se logra explicar o discutir, en forma sencilla y comprensible, el significado o concepto en cuestión.

Según Novak y Gowin, (op. cit.):

“El aspecto más distintivo del aprendizaje humano es nuestra notable capacidad de emplear símbolos orales o escritos para representar las regularidades que percibimos en los acontecimientos y los objetos que nos rodean. El lenguaje forma parte de nuestras vidas cotidianas hasta tal punto que tendemos a darlo por supuesto y no nos detenemos a considerar lo útil que resulta para describir nuestros pensamientos, sentimientos y acciones.” Más adelante expresan que “Percibimos un valor en la educación cuando nos damos cuenta de que hemos captado un nuevo significado y sentimos la emoción que acompaña a esta realización. Esta regularidad que se puede encontrar en la educación, llamada *significado percibido*, la experimentan los alumnos en mayor o menor medida a tenor de la profundidad del nuevo concepto, o de las nuevas relaciones proposicionales que hayan captado, y del impacto que tengan en su percepción de los significados conceptuales relacionados.”

“Piaget se equivocó al no reconocer adecuadamente el importante papel que desempeñan el desarrollo del lenguaje y las estructuras específicas de conceptos relevantes, en el desarrollo de las pautas...” (Novak, y Gowin, op. cit.).

I.4 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

I.4.1 INVESTIGACIÓN-ACCIÓN

El presente trabajo se basa en un método de investigación de tipo cualitativo aplicado a un estudio de casos. Para reconstruir la situación del modo en que es vista por los integrantes del curso o grupo indicado. El ambiente natural es la clase de Física I y los participantes de la misma. También se incluyen algunos resultados cuantitativos para valorar la situación final lograda con la aplicación del modelo propuesto y realizar una comparación con un curso o grupos de similares características en el que el modelo no fue aplicado. En adelante los grupos de aplicación y de control, respectivamente.

Así, en este tipo de investigación, propuesta por Elliott (2000), la variable independiente es la propuesta de enseñanza y la dependiente la evolución y comprensión de los alumnos.

Esta investigación no tiene en cuenta otras variables importantes que caracterizan la heterogeneidad de las cohortes como lo son: los géneros, razas, clases sociales, culturas, valores, intereses, etc. Todo esto hace que haya una gran variedad de niveles de aprendizaje, de un alumno a otro y por lo tanto de un curso a otro. Estas variables y otras conducen a

esfuerzos, atención al detalle, resultados académicos, recursos lingüísticos, aprendizajes previos, interpretaciones diferentes.

“Precisamente es por esta causa que no hay forma válida de aislar variables en la actividad de educar, siempre nos enfrentamos con problemas complejos respecto al significado de los registros y de las transformaciones que con ellos hacemos.” (Novak y Gowin, op. cit.).

Los resultados de este trabajo proveen una generalización reducida: no se consideran más variables que las indicadas y solamente corresponden al grupo analizado.

“Los investigadores del campo de la educación suponen a menudo que los conceptos de sentido común empleados por los profesionales acerca de situaciones educativas son excesivamente vagos e imprecisos para los fines que se propone el desarrollo teórico” (Elliott, op. cit.).

“La elaboración de las teorías de sentido común por medio del estudio de casos no se desarrolla con el fin de producir generalizaciones predictivas fiables, como el caso de la elaboración de la teoría científica. Sin embargo, ayuda a las personas a orientar sus acciones hacia los demás, incrementando la verosimilitud de las acciones y reacciones que piensan se producirán” (Elliott, op. cit.).

“El hecho que el sentido común de las aulas no sean suficientemente precisos para los fines científicos no significa que no lo sean para otros fines. Pueden resultar suficientemente precisos para los objetivos que pretende la acción en determinadas situaciones de clase. En efecto, los conceptos de sentido común de las situaciones educativas surgen con este fin. Orientan al profesional respecto a las características relevantes de las situaciones concretas en la práctica” (Popper, 1974).

Para el método de investigación - acción, existen diversas definiciones para caracterizarlo. Este método, en sus múltiples usos, constituye una herramienta heurística “(Heurística: ...Inventivo; se dice de las hipótesis que, como ensayo de explicación, conducen al descubrimiento de nuevos hechos. Para Gowin, heurístico es algo que se utiliza como ayuda para resolver un problema o entender un procedimiento)” (Chrobak, op.cit.). La heurística se puede aplicar a cualquier ciencia en la búsqueda de solucionar problemas y tareas de cualquier tipo.

“Vivimos en los inicios del tercer milenio, donde los rápidos cambios sociales y tecnológicos exigen la construcción de nuevas imágenes tanto en la educación como en el

profesorado; imágenes que conceptualizan a este último como investigador y al alumnado como ciudadanos activos, pensantes, creativos, capaces de construir conocimiento.”

(Latorre, op.cit.).

Es importante que los alumnos se interesen y colaboren con las investigaciones. Por esa razón se les comunicó que el modelo a aplicar era extracurricular y se los entusiasmó con la aplicación del modelo propuesto. Se buscó que se sintieran parte de todo lo que sucedía en el aula.

“...establecer en el aula un medio donde prevalezcan la confianza, la comunicación abierta y la disposición a tomar riesgos sin temor a las consecuencias.” (Barell, op. cit).

“...haciendo preguntas, investigando para encontrar respuestas, creando relaciones significativas y reflexionando sobre el camino que están recorriendo. Los educadores quieren, como lo dijo de manera muy adecuada un docente, establecer una sociedad para el aprendizaje,” (Barell, op. cit).

“...la identificación de problemas y la investigación. Y es con esta última con la que los educadores quieren que sus alumnos lleguen a sentirse más cómodos, invitándolos a actuar a partir de su propia curiosidad.”

La metodología aplicada es de investigación - acción desde el punto de vista de Elliott (op.cit.) y siguiendo el ciclo de Kemmis, S.

Esta metodología abarca aplicaciones diversas, y fue desarrollada desde sus inicios con distintos fines a la educación. “El concepto de Investigación – Acción aparece por vez primera en 1946 con Lewin como principal precursor”. (Latorre, op.cit.).

El método de investigación – acción se le atribuye a Kurt Lewin (1890 – 1947), aunque se conocen investigaciones en acción social ya en el siglo XVIII y XIX.

Lewin, en 1944, describió esta manera de investigar de modo que podía relacionar un enfoque experimental de la ciencia social con programas de acción social que solucionaran problemas sociales de su época. Concretamente se trató de modificar los hábitos alimenticios de la población ante la escasez de ciertos alimentos ocurridos en tiempos de la Segunda Guerra Mundial. Sus trabajos tenían como objetivo resolver problemas prácticos de carácter urgente. Los investigadores se convirtieron en actores de cambio y las personas a quienes iban dirigidos estos cambios, colaboraban en forma directa.

En realidad Kurt Lewin, en 1947, utilizó la expresión investigación – acción para describir un tipo de investigación con dos características fundamentales: la primera de ellas es que trata de modificar las circunstancias de una comunidad en forma compartida por sus miembros y en segundo lugar se trata de una práctica reflexiva social en la que no se distingue entre la práctica que se está investigando y el propio proceso de investigar.

En ese momento aparecieron los primeros rasgos que caracterizaron a la investigación – acción: el conocimiento, la intervención, la mejora, la colaboración. Lewin fue quien presentó la idea de que se puede compatibilizar la creación de conocimientos científicos en el espacio social con la colaboración directa de esa comunidad. Sus conceptos quedaron plasmados en un artículo publicado en 1946: “Action Research and Minority Problems”. Este artículo es el que se toma como referencia del inicio de la investigación – acción.

Lewin consideró que para el desarrollo profesional, los tres elementos esenciales que deben permanecer unidos con el objetivo de beneficiar a sus tres componentes son:



Figura I.7 Elementos de la Investigación – acción según Lewin

“La investigación – acción fue descrita por el psicólogo social Lewin (1946) como una espiral de pasos: planificación, implementación y evaluación del resultado de la acción. La investigación – acción se entiende mejor como la unión de ambos términos. Tiene un doble propósito, de acción para cambiar una organización o una institución, y de investigación para generar conocimiento y comprensión. La investigación – acción no es ni investigación ni acción, ni la intersección de las dos, sino el bucle recursivo y retroactivo de investigación y acción.” (Latorre, op. cit).

Posteriormente se conocieron iniciativas en el campo educativo, con la colaboración de los profesores implicados en la realidad del objeto de investigación que no tuvieron mayor trascendencia.

“Existen diferentes maneras de investigar en educación; no todas adecuadas y utilizables en contextos educativos.” (Latorre, op. cit).

Al inicio de la década de 1970, dos autores: Carr y Kemmis (1988) reivindicaron la docencia considerada como profesión por parte de un conjunto creciente de profesores de ámbitos no universitarios. Estos profesores cuestionaron la utilidad de la investigación académica dominante (técnicos, teóricos, administradores, investigadores, etc.) que no conocía apropiadamente la realidad educativa y tampoco provocaba mejoras. Surgió así, la importancia de las interpretaciones y valoraciones de los participantes.

Stenhouse, L. fue el creador del movimiento del profesor como investigador en su Proyecto de Humanidades y su discípulo Elliot, J. conjuntamente con Adelman, en el Proyecto Ford de Enseñanza, impulsaron la nueva etapa de la investigación – acción.

“... la expresión *investigación – acción educativa* se utiliza para describir una familia de actividades que realiza el profesorado en sus propias aulas con fines tales como: el desarrollo curricular, su autodesarrollo profesional, la mejora de programas educativos, los sistemas de planificación o la política de desarrollo. Estas actividades tienen en común la identificación de estrategias de acción que son implementadas y más tarde sometidas a observación, reflexión y cambio. Se considera como un instrumento que genera cambio social y conocimiento educativo sobre la realidad social y/ o educativa, proporciona autonomía y da poder a quienes la realizan”. (Latorre, op. cit).

“La investigación y la evaluación sobre *curriculum* y enseñanza que se realiza en situaciones de campo, es decir en escuelas y aulas auténticas, es corrientemente moldeada ante un paradigma clásico que procede de la realización de experimentos en agricultura. La obra pionera en este campo es la de R. A. Fisher (1935).” (Como se cita en Stenhouse, 2007 p. 44).

“El objeto del diseño de la investigación es permitir que los experimentos sean efectuados en muestras, por lo común una de control y otra experimental, y generalizar los resultados a la población apuntada. Si dos muestras, experimental y de control, fuesen tan semejantes que fueran inequívocamente representativas de la población apuntada, entonces resultarían

comparables y los resultados deducidos de éstas serían aplicables a toda la población. Se habría logrado una validez tanto interna como externa. No existen circunstancias reales que cumplan con este ideal. En un sentido absoluto no hay muestras representativas." (Stenhouse, 2007).

“La enorme riqueza, tanto en extensión como en variedad, de los acontecimientos de enseñanza y aprendizaje que tienen lugar en el aula, hace difícil observar regularidades consistentes y formular, por tanto, conceptos y teorías sobre la enseñanza y el aprendizaje. Se comprende fácilmente por qué los psicólogos se mantienen lejos del aula como lugar de investigación. (Novak, y Gowin, op. cit.).

“...en educación es posible variar los procedimientos en vez de someterlos a una normalización”. (Stenhouse, op. cit).

“El profesor ha de efectuar un diagnóstico antes de prescribir y luego variar la prescripción. El modelo agrícola supone que para todos existirá la misma prescripción.” (Stenhouse, op. cit).

“Para Stenhouse, la fecundidad de la investigación educativa no está en generalizar tanto las leyes como en comprobarlas puntualmente en situaciones particulares” (Sacristán, 2010).

“...análisis basado en la interpretación de cuidadosas observaciones. El estudio del C. es un estudio de casos.” (Stenhouse, 2010.).

“Me parece, esencialmente, que el estudio del C. se interesa por la relación entre sus dos acepciones: como intención y como realidad. Creo que nuestras realidades educativas raramente se ajustan a nuestras intenciones educativas. No podemos llevar nuestros propósitos a la práctica. Y no es que debamos ver esto como un error peculiar de las escuelas y del profesorado. Nos basta mirar a nuestro alrededor para confirmar que ello es parte del destino humano. Pero, como dice Karl Popper, el perfeccionamiento resulta posible si nos sentimos lo suficientemente seguros para enfrentarnos con la naturaleza de nuestros fallos y estudiarla. El problema central del estudio del C. es el hiato existente entre nuestras ideas y aspiraciones, y nuestras tentativas para hacerlas operativas.” (Stenhouse, op. cit).

En este trabajo, la investigación – acción será considerada desde el punto de vista de Elliott (op.cit.) como “reflexión relacionada con el diagnóstico”. Este autor, discípulo de Lawrence Stenhouse (2007, 2010) propone una didáctica renovada, que según Pérez Gómez

(pp. 9, 10) consiste en “comprender la práctica desde la perspectiva de quienes la construyen, implicándose en ella, en su reflexión y transformación”.

El investigador es el propio profesor que reflexiona sobre su práctica.

“John Elliott, el curriculista británico, probablemente ha hecho más que ningún otro para promover la causa de la investigación – acción del *curriculum*. En 1978, publicó la primera relación analítica completa del concepto de investigación – acción (Elliott, 1978a) en Gran Bretaña bajo el título “What is action research in schools?”. El artículo del profesor Elliott señaló la llegada de una poderosa idea cuya hora había sonado, dado que la investigación del *curriculum* estaba dominada por la tradición positivista del Reino Unido. Lo que hacía tan atractivo el análisis de Elliott era su insistencia en que enseñar es ineludiblemente una actividad teórica; la tarea para los profesionales en ejercicio era interpretar su práctica cotidiana en la búsqueda del autodesarrollo reflexivo. Lo que se ofrecía por medio del análisis de Elliott era nada menos que la reunificación de la teoría y la práctica. John Elliott comenzó su carrera como profesor de ciencias y más tarde se unió al equipo central de trabajadores de Lawrence Stenhouse con el *Humanities Curriculum Project*, trabajando en el *Centre for Applied Research in Education* (Centro para la Investigación Aplicada en la Educación) (CARE) entre 1970 y 1976; luego se trasladó al *Cambridge Institute of Education* (Instituto de Educación de Cambridge) (1976 – 1984), donde perfeccionó muchas de sus ideas sobre el profesor – investigador, y volvió después al CARE, en la Universidad de East Anglia (1984 – a la actualidad), donde ocupa una cátedra de Educación.” (Como se cita en Mc Kernan, 2001, pp. 42, 43).

“La investigación – acción se relaciona con los problemas prácticos cotidianos experimentados por los profesores, en vez de con “los problemas teóricos” definidos por los investigadores puros en el entorno de una disciplina del saber. Puede ser desarrollada por los mismos profesores o por alguien a quien ellos se lo encarguen.” (Elliott, 2000).

“Como la investigación – acción considera la situación desde el punto de vista de los participantes, describirá y explicará “lo que sucede” con el mismo lenguaje utilizado por ellos; o sea, con el lenguaje del sentido común que la gente usa para describir y explicar las acciones humanas y las situaciones sociales en la vida diaria.” (Elliott, *Ibid*).

Según manifiesta Schutz (1970a):

“El ideal del saber cotidiano no consiste en la certeza, ni siquiera en la probabilidad en sentido matemático, sino en la verosimilitud. Las anticipaciones de los estados futuros de cosas son conjeturas sobre lo que se espera o se teme o, en el mejor de los casos, acerca de lo que razonablemente puede esperarse. Cuando más adelante el estado de cosas previsto se actualiza de alguna manera, no decimos que nuestra predicción ha resultado verdadera o se ha demostrado falsa, ni que nuestra hipótesis ha superado la prueba, sino que nuestras esperanzas o temores estaban o no bien fundados” (Como se cita en Elliott, 2000, p. 31).

“El estudio de casos en los contextos interpersonales es un método de construir teorías porque permite que el profesional compruebe y modifique sus teorías anticipatorias.” (Elliott, op. cit).

“La investigación educativa conceptúa la clase desde la perspectiva de la acción de los participantes, o sea, de los profesores y de sus alumnos. Trata de mejorar las conceptualizaciones de sentido común en vez de sustituirlas...” (Elliott, op. cit).

Según Elliott, la investigación educativa, se desarrolla desde una perspectiva objetiva natural y es disciplinada aunque no constituya una disciplina que trascienda la experiencia de sentido común. Los conceptos son sensibilizadores, en el sentido que, proporcionan una orientación general y a partir de ella, poder observar. Además son conceptos a posteriori. La teoría es sustantiva, en oposición a la teoría fundamentada; es decir que está relacionada con la intervención permanente que el investigador logra en el proceso de recolección de datos, de los cuales pueden ir surgiendo nuevas hipótesis para ser verificadas. El método, como ya fue anticipado, es el estudio de casos, mientras que la generalización es naturalista, es decir que la validación de la investigación y el análisis e interpretación de datos queda a cargo del profesor que investiga y de los alumnos. La técnica usada en este trabajo es la observación participante como método de observación de los datos.

“El proceso de investigación – acción puede poner de manifiesto que ciertas distancias existentes entre teoría y práctica no pueden superarse mientras no se modifiquen los factores contextuales. En este caso, la investigación – acción puede llevar desde la reflexión sobre las estrategias pedagógicas a la reflexión sobre las estrategias políticas que conduzcan a la modificación del “sistema” de modo que sea posible la acción educativa.” (Elliott, op. cit).

“Los investigadores en educación que efectúan sus estudios en el aula han cedido parte del control y replicabilidad de los sucesos que se investigan en el laboratorio, a cambio de la mayor generalización que ofrece la investigación en el aula.” (Novak y Gowin, op. cit.).

La metodología de investigación - acción, surgió, de acuerdo a lo expresado, como instrumento de indagación en el campo de las Ciencias Sociales y posteriormente fue adaptado al ámbito de la Educación.

Los pasos principales, frecuentemente se representan como un ciclo y cuando el docente investigador reafirma los objetivos por medio de las observaciones, reformula los planes para la siguiente fase.

El modelo de Elliott toma las mismas etapas que el modelo aportado por Lewin que son la identificación de una situación que constituye el plan que se investigará. Se plantean las hipótesis que permiten diseñar el plan que contendrá distintas acciones concretas. Se ejecutan las acciones que ayudarán a modificar la situación. Luego comienza la etapa de evaluación que permitirá revisar el plan general.

“... Para Elliott es crucial la idea de que el *curriculum* y la enseñanza son empresas muy teóricas y que la investigación misma es un proceso autorreflexivo en el que se permite a los profesionales en ejercicio examinar su mundo teórico de la práctica, que ellos perciben en términos fundamentalmente muy diferentes a los “investigadores educativos profesionales” externos. Elliott afirmaría que simplemente está reconstruyendo una tradición de investigación iniciada por Aristóteles.” (Mc Kerman, op. cit.).

“La investigación-acción se suele conceptualizar como <<proyecto de acción>> formado por <<estrategias de acción>>, vinculadas a las necesidades del profesorado investigador y/o equipos de investigación. Es un proceso que se caracteriza por su carácter cíclico, que implica un <<vaivén>> -espiral dialéctica- entre la acción y la reflexión, de manera que ambos momentos quedan integrados y se complementan. El proceso es flexible e interactivo en todas las fases o pasos del ciclo.

El proceso de la investigación-acción fue ideado primero por Lewin (1946)...” (Latorre, op.cit.).

“La espiral de ciclos es el procedimiento base para mejorar la práctica. Diferentes investigadores en la acción lo han descrito de forma diferente: como ciclos de acción reflexiva (Lewin, 1946); en forma de diagrama de flujo (Elliott, 1993); como espirales de acción (Kemmis, 1988...). (Como se cita en Latorre, op.cit., p. 32).

El modelo de proceso de investigación – acción, cíclico, de John Elliott extraído de Mc Kerman, J. es:

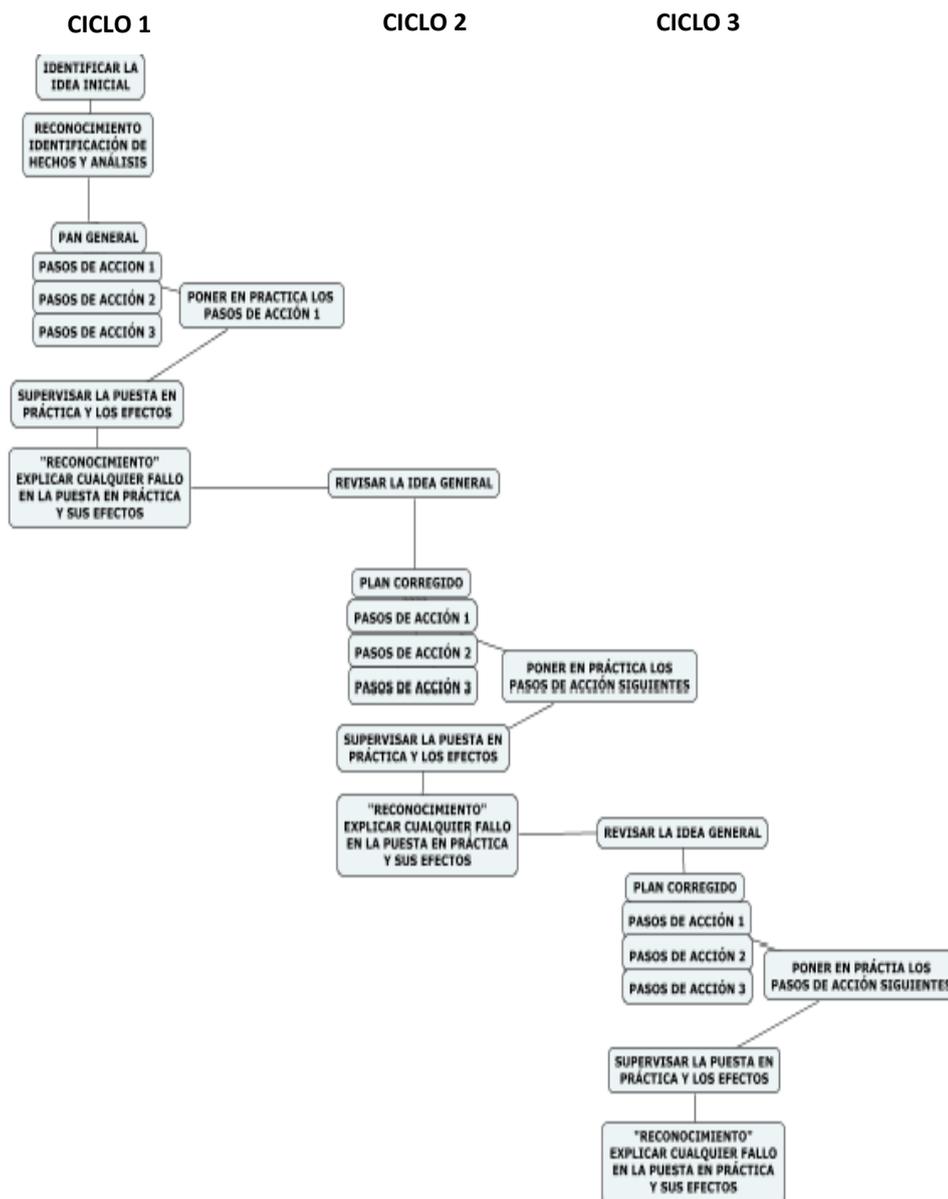


Figura I.8. Ciclos de la Investigación – Acción según Elliott

El modelo de Kemmis (Carr y Kemmis, 1988), también se apoya en el modelo cíclico de Lewin y resume los pasos que se efectúan en una investigación - acción.

El ciclo comienza con el desarrollo de un plan de acción con el objetivo de mejorar la práctica en su estado presente. Actuar es implementar el plan. Se observa la acción con el fin de recoger evidencias que permiten evaluarla y se lleva un registro de la implementación y sus efectos. La última etapa es reflexión sobre la acción registrada anteriormente, lo que

permitirá reconstruir la situación y si fuera necesario se diseñará un nuevo plan revisado y continuar, así, con un nuevo ciclo.

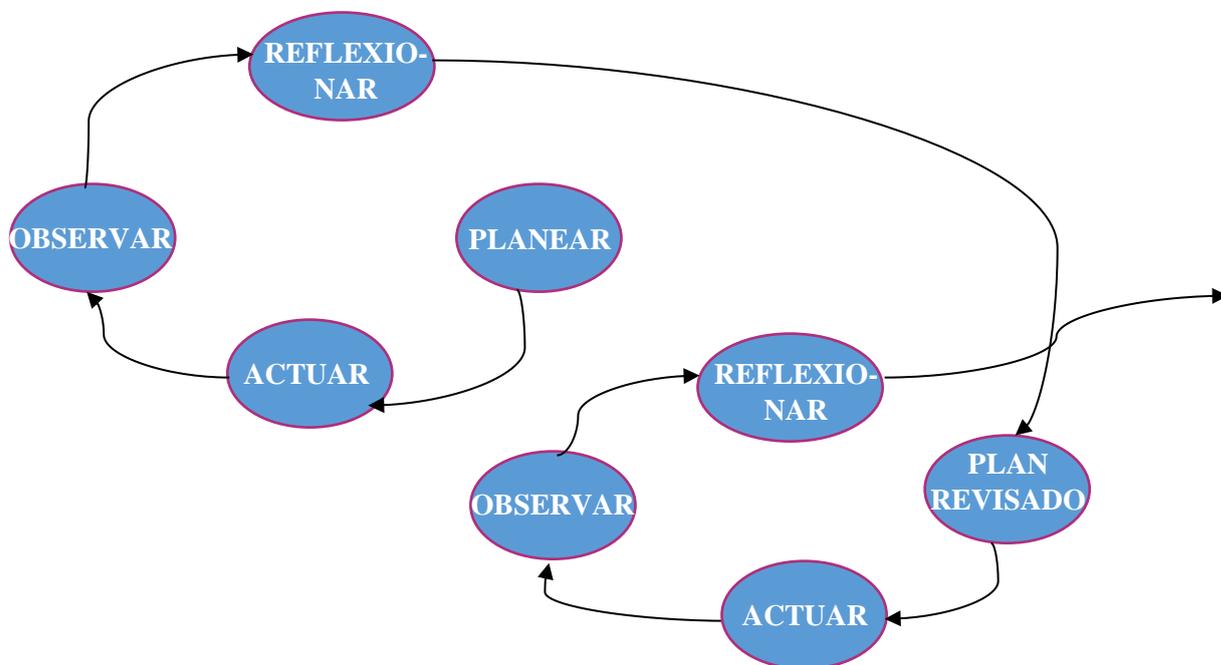


Figura I.9. Ciclos de la Investigación – Acción según Kemmis

A modo de conclusión se mencionan las características específicas de la investigación acción:

“Pring (2000) señala cuatro características significativas de la investigación – acción:}:

- *Cíclica, recursiva.* Pasos similares tienden a repetirse en una secuencia similar.
- *Participativa.* Los clientes e informantes se implican como socios, o al menos como participantes activos, en el proceso de investigación.
- *Cualitativa.* Trata más con el lenguaje que con los números.
- *Reflexiva.* La reflexión crítica sobre el proceso y los resultados son partes importantes de cada ciclo.” (Como se cita en Latorre, op.cit., p. 28).

CAPÍTULO II. RESULTADOS

II.1 RESULTADOS OBTENIDOS

La presente investigación fue una investigación crítica y reflexiva.

“La toma de registros es una fase crucial en cualquier investigación. Los registros válidos son los datos brutos a partir de los cuales podemos hacer afirmaciones válidas.” (Novak, y Gowin, op. cit.).

II.1.1 PRIMER CICLO

II.1.1.1 CUESTIONARIO PRESENTADO

El cuestionario presentado a los alumnos fue:

1.- Las leyes de Newton, enunciadas son válidas para:

Sistemas de referencia inercial y no inercial. (V o F)

2.- ¿Cuál es la característica fundamental de un sistema:

- a) Inercial
- b) No inercial?

3.- ¿Qué nombre reciben las fuerzas que explican la aceleración que experimenta un cuerpo visto desde un SRNI? Explicar.

4.- Se deja caer una bomba desde un avión que se mueve con MRU horizontal, visto así por un observador fijo a tierra.

- a) ¿Qué movimiento de la bomba percibe un pasajero del avión? Explique.
- b) ¿Qué movimiento de la bomba percibe un observador fijo a tierra? Explique.
- c) Indica qué aceleración percibe cada uno de los observadores anteriores.

5.- ¿Qué puede decir del tercer principio de Newton y las fuerzas inerciales?

6.- Dado el ejemplo planteado en clase, referido a la plataforma en rotación uniforme y la masa fija al suelo:

- a) Realizar un DCL completo, de la masa, para el observador fijo a tierra y otro para el observador subido a la plataforma.
- b) ¿Cuál es la aceleración vista por el observador subido a la plataforma?

7.- Explicar qué sucede con el vector aceleración de un objeto que se desplaza sobre cualquier sistema que rota.

II.1.1.2 RESULTADOS DE LOS CUESTIONARIOS

La evaluación de los cuestionarios se realizó mediante sistemas de categorías. Se establecieron cuatro categorías de acuerdo a la cantidad de respuestas correctas contestadas.

Esas categorías quedaron determinadas por los siguientes rangos de respuestas correctas: de 0 a 40%, de 40% a 60%, de 60% a 80% y de 80% a 100%. En los tres primeros casos sin incluir el extremo derecho del rango.

Una vez que se determinaron las categorías, se procedió a clasificar a cada estudiante dentro de cada una de ellas. De ese modo se establecieron los porcentajes mostrados en el diagrama.

El cuestionario fue respondido por 37 (treinta y siete) alumnos y el análisis de situación fue:

En el gráfico siguiente se observa el pequeño porcentaje de alumnos con la máxima cantidad de respuestas correctas y el alto porcentaje de los que respondieron de forma no satisfactoria.

Solamente el 8,11% respondió correctamente el cuestionario en su totalidad. Mientras que el 43,24% tuvo resultado insatisfactorio.

RANGOS DE RESPUESTAS CORRECTAS

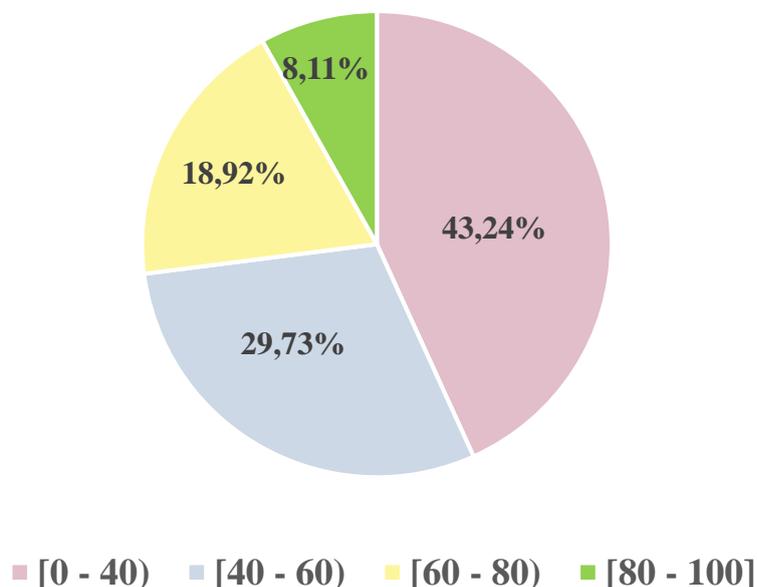


Figura II.1 Resultados del cuestionario. Primer ciclo

El análisis detallado de los resultados de cada una de las preguntas es el siguiente:

- La primera pregunta fue de tipo verdadero falso para seleccionar la respuesta correcta referida a la validez de los principios de Newton en los sistemas de referencia inercial y no inercial. El 76% de los alumnos respondió correctamente.
- La segunda pregunta de tipo abierta pedía las características fundamentales de los dos tipos de sistemas de referencia. Las características de un SRI fue correctamente descrita por el 42,45% de los alumnos. Mientras que 53,24% respondió adecuadamente para los SRNI.

Una respuesta adecuada fue:

“En los sistemas de referencia inerciales son válidas las leyes de Newton. Son fijos o se mueven con MRU unos respecto de otros. En la Tierra se puede tomar su origen en el centro de la Tierra y las direcciones las dan las estrellas. Los SRNI están acelerados respecto de los SRI y en ellos no son válidas las leyes de Newton.”

- La tercera pregunta que pide expresar el nombre y explicación de las fuerzas que permiten describir la aceleración que experimenta un cuerpo visto desde un SRNI, fue correctamente respondida por el 55% de los alumnos.

Una respuesta interesante fue:

“...son las fuerzas que no resultan de la interacción y que se agregan para poder aplicar las leyes de Newton a los sistemas de referencia no inerciales.”...

- La cuarta situación corresponde a un problema efectuado en las clases correspondientes a cinemática al momento de presentar el movimiento de tiro oblicuo de la partícula y se refiere a un avión que se mueve horizontalmente con MRU y desde él se deja caer una bomba. La pregunta relaciona lo visto con anterioridad y los conceptos planteados con posterioridad en ocasión de la presentación del modelo. Se pedía describir el movimiento de la bomba visto desde el avión, desde un sistema de referencia fijo a tierra y qué aceleración se observaba desde ambos sistemas. Se determinó que un 47,53% en promedio contestó correctamente.

Una respuesta destacada fue:

“a) Caída libre vertical, porque la bomba cae inicialmente con la velocidad con la cual iba el avión. Sólo ve movimiento vertical. Los dos avanzan con la misma velocidad.

b) Tiro oblicuo. Porque puede ver el movimiento del objeto (bomba) tanto vertical como horizontalmente. Además el observador está quieto, no se mueve “con la bomba”.

c) Desde a) y b) la aceleración es la misma, la de la gravedad, en ambos casos vertical. Son observadores inerciales.”

- La quinta pregunta se refiere a la relación del tercer principio de Newton y las fuerzas estudiadas en el modelo propuesto. Solamente hubo un 14% de respuestas correctas.
- La sexta pregunta contiene tres ítems. Se refiere a cuestiones sobre una plataforma en rotación uniforme como la planteada en el modelo. Se pide: realizar los diagramas de cuerpo libre para un observador fijo a tierra y otro subido a la plataforma, las variables de las que depende el módulo de la Fuerza de Coriolis y el módulo de la aceleración observada desde la plataforma en rotación uniforme. El 44,03% de los alumnos respondió satisfactoriamente, promediando los tres ítems.
- La séptima pregunta también de tipo abierta, pide explicar qué sucede con el vector aceleración de un objeto que se desplaza sobre cualquier sistema en rotación. Hubo un 45,3% de respuestas satisfactorias.

Fue la pregunta que se destacó, en los casos que fue correctamente contestada, debido a las investigaciones propias de los alumnos y que no fueron explicados en clase. Algunos ejemplos de alumnos que respondieron correctamente:

“Según G. Coriolis (1835) todo sistema en rotación produce una fuerza y por lo tanto una aceleración perpendicular a la dirección de su movimiento, desviando la trayectoria de la masa”...

...“Por ejemplo si una persona camina radialmente sobre una plataforma en rotación y lo hace alejándose del eje sentirá una aceleración y una fuerza que lo empujará en sentido contrario a la rotación haciendo que retrase su movimiento. Si camina desde el borde hacia el centro, la aceleración lo adelanta.”

...“Para sentir la Fuerza de Coriolis en la tierra debe transcurrir un intervalo de tiempo suficiente o una cierta distancia recorrida.”...

“...esta aceleración se debe solamente al movimiento de rotación del sistema de referencia y no a una interacción física”...

Alumnos que no alcanzaron a responder satisfactoriamente el cuestionario en su totalidad, sí respondieron algunas de las preguntas en forma correcta.

En cuanto a las respuestas dadas por los alumnos se notó una amplia diferencia de locuacidad. Es decir, es importante la diferencia con la que los estudiantes expresaron sus respuestas.

También se observó que algunos alumnos usaron alguna palabra incorrecta para explicar un concepto correcto. Esto sirvió para que en clases siguientes se discutieran los significados en oportunidad de presentar los diferentes ejemplos cualitativos panificados para las sucesivas clases

Ante la gran cantidad de preguntas con respuestas no satisfactorias:

“Es posible que estemos explorando un área de la estructura cognitiva del alumno en la que no se haya producido suficiente reconciliación integradora entre conceptos o que no estén suficientemente diferenciados como para formar enunciados proposicionales precisos.” (Novak, y Gowin, op. cit.).

II.1.1.2 RESULTADOS ACADÉMICOS DE LOS CURSOS

Se hizo un análisis comparativo entre el curso de verano del ciclo lectivo 2015 en el que se aplicó el modelo de enseñanza de la Fuerza de Coriolis (grupo de aplicación) y el curso correspondiente al ciclo lectivo 2014, en el que no se aplicó el modelo (grupo de control). Es una comparación a título de observación, sobre asistencia y resultados referidos a la aprobación en los dos parciales en la primera oportunidad: considerando los porcentajes de alumnos aprobados, desaprobados y al promedio de las notas de los alumnos aprobados. Una última comparación se refiere a la totalidad de alumnos que aprobaron el curso.

En las representaciones gráficas que se muestran a continuación, se observa una mejora en la asistencia, cantidad de alumnos aprobados y promedio de las notas obtenidas, en ambos parciales, considerados en su primera oportunidad. Mientras que la cantidad de alumnos aprobados al finalizar ambos cursos se mantuvo dentro del mismo orden.

AÑO 2015 COMPARADO CON EL AÑO 2014

PRIMER PARCIAL:

- Asistencia e inasistencia:

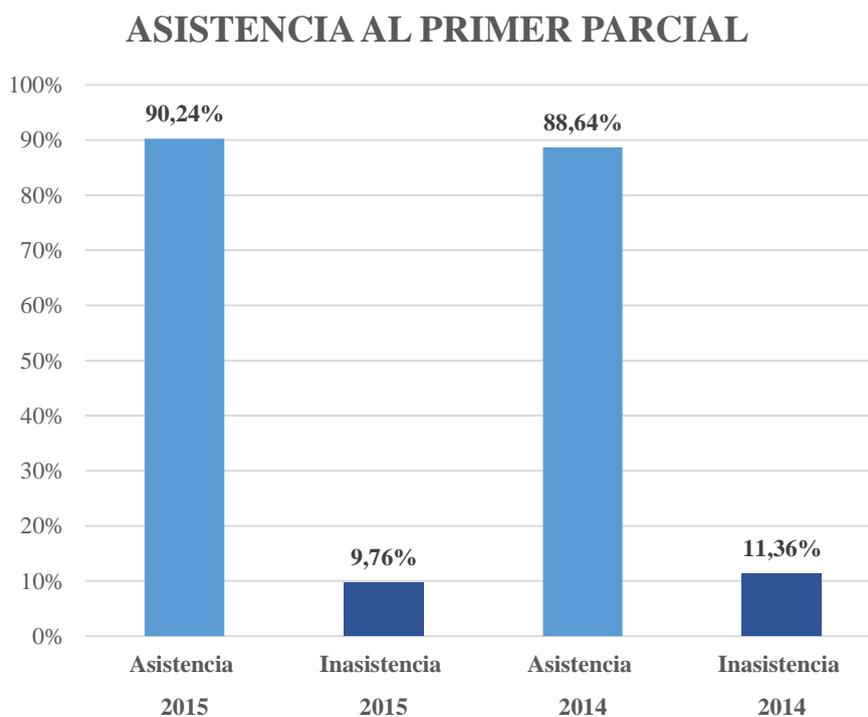


Figura II.2. Asistencia al Primer Parcial. Primer ciclo

- Aprobados y desaprobados:

Los porcentajes calculados se realizaron sobre la base de los alumnos presentes.

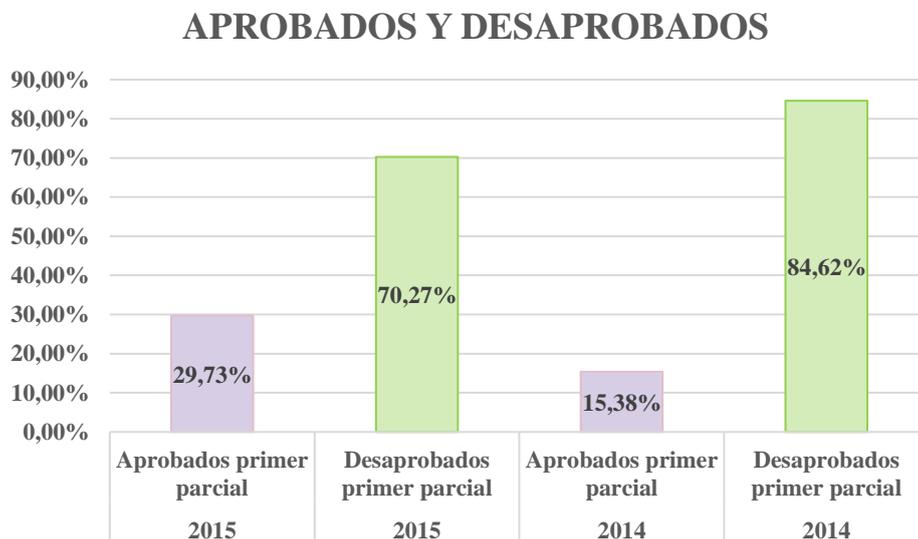


Figura II.3. Resultados del Primer Parcial. Primer ciclo

SEGUNDO PARCIAL:

- Asistencia e inasistencia

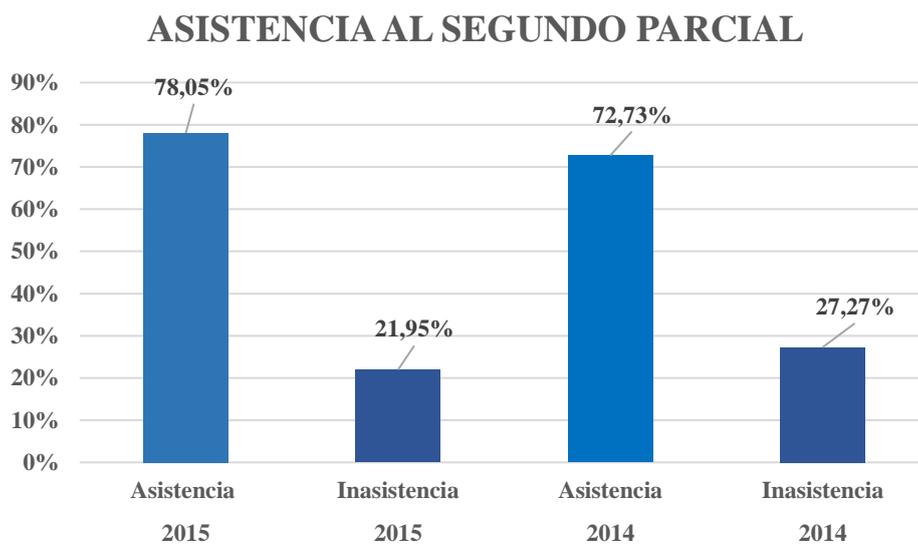


Figura II.4. Asistencia al Segundo Parcial. Primer ciclo

- Aprobados y desaprobados:

Los porcentajes fueron calculados sobre la base de los alumnos presentes

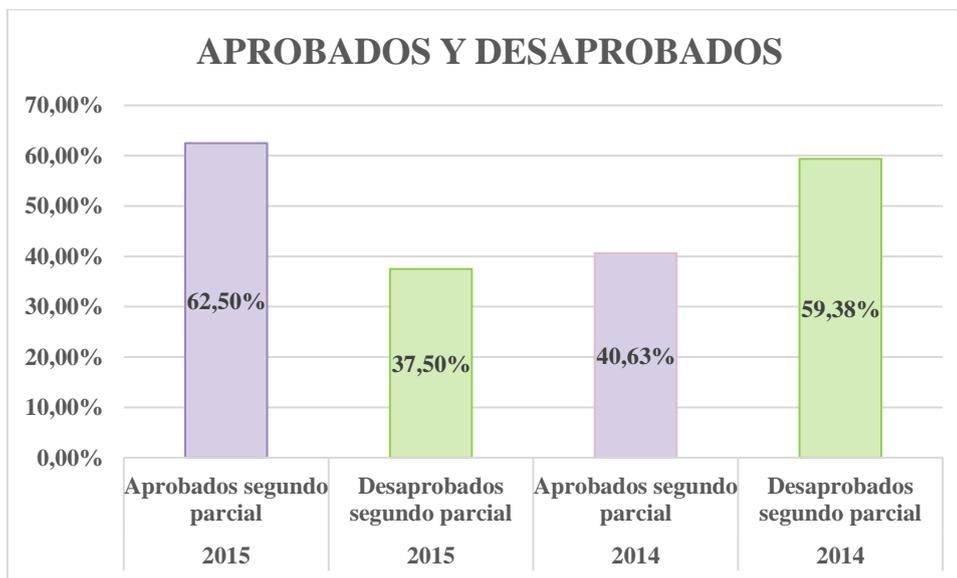


Figura II.5. Resultados del Segundo Parcial. Primer ciclo

El promedio de las notas obtenidas en cada parcial, calculadas en base a la cantidad de alumnos aprobados fue el siguiente:

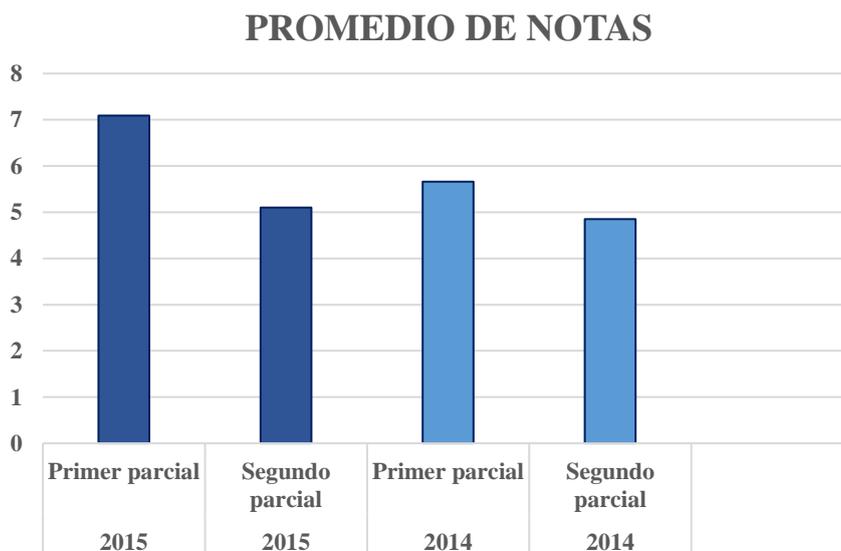


Figura II.6 Promedio de notas en Primer Parcial y Segundo Parcial. Primer ciclo

El porcentaje de alumnos que superaron el curso respecto del total de inscriptos, en ambos años fue el siguiente:

PORCENTAJE DE APROBACIÓN DEL CURSO

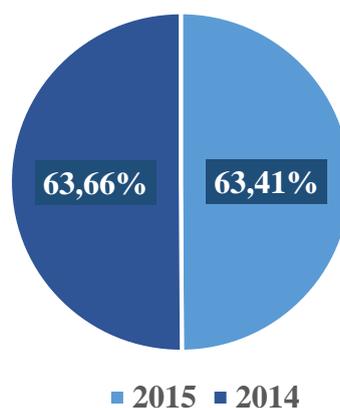


Figura II.7. Porcentaje de superación del curso. Primer ciclo

Un avance de esta tesis, con los resultados del primer ciclo fue presentado por su autora y codirector, en carácter de ponentes, en el VI Congreso Nacional de Investigación en educación en Ciencias y Tecnología desarrollado los días 22, 23 y 24 de agosto de 2018 en Tunja, Boyacá, Colombia; en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). El artículo presentado fue publicado en la revista Educación y Ciencia. (Mancini, Chrobak y Sztrajman, 2018).

II.1.2. SEGUNDO CICLO

II.1.2.1 ENTREVISTAS CLÍNICAS. GRUPO DE CONTROL

En ambas entrevistas se pidió la resolución de situaciones problemáticas de Dinámica del Punto Material. Además de las situaciones problemáticas se efectuaron preguntas sobre situaciones personales del alumno en relación con el tema, a las herramientas de estudio y a la asignatura.

“Nuestro interés se centra en las estructuras individuales de conocimientos de los estudiantes y en sus estrategias de razonamiento.” “...el lema de Ausubel <<el factor más

importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe>>...”. (Novak, y Gowin, op. cit.).

“Nuestro principal objetivo en una entrevista es averiguar lo que el estudiante sabe sobre determinado cuerpo de conocimientos. Antes de la instrucción, la entrevista facilitará la selección y organización de conceptos y ejemplos. Después de la instrucción, la entrevista puede ayudar a los educadores a valorar el grado en que han logrado compartir los significados con los estudiantes.”. (Novak, y Gowin, op. cit.).

Debido a la falta de destreza advertida en algunos estudiantes, se decidió no evaluarlos en Dinámica por medio de la construcción de mapas conceptuales.

A los efectos de evaluar el verdadero aprendizaje significativo de los alumnos, referido al tema Dinámica del Punto Material se considera que aún en la segunda entrevista no se ha llegado al punto de saturación del tema. De acuerdo al principio ausubeliano de diferenciación progresiva que establece que el aprendizaje significativo se produce de manera continua y los conceptos alcanzan mayor significado, además de que también en forma continua se los puede relacionar más.

El propósito central fue indagar sobre la evolución de los alumnos en su aprendizaje del tema Dinámica del punto material, en especial los Principios de Newton.

Uno de los motivos fundamentales fue explorar si los alumnos habían logrado integrar y relacionar los diferentes conceptos teóricos con la práctica. Tratar de entender, al cabo de las mismas, si hubo modificaciones en su capacidad de análisis.

Cuáles eran sus sentimientos respecto de esta experiencia antes de empezar y luego de rendir su parcial. Se conversó sobre sus fortalezas y debilidades.

En la primera entrevista se les requirió la resolución de algunas situaciones problemáticas y preguntas conceptuales sencillas que reflexionaran sobre las dificultades que habían encontrado hasta ese momento, que registraran las que pudieran aparecer más adelante y de qué manera poder sortearlas. Mientras que en la segunda se solicitó que recordaran aquellas que no pudieron superar y cuáles eran los motivos de esa situación. En definitiva que pensarán sobre herramientas, técnicas y estrategias para poder construir y fortalecer su aprendizaje y lograr que resultara significativo.

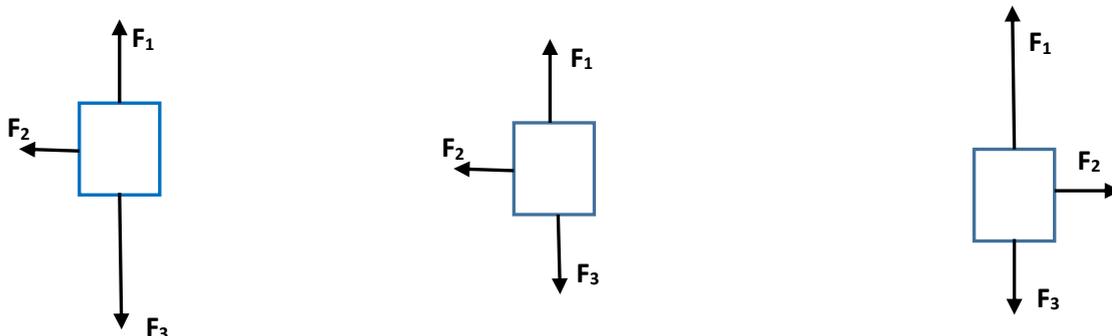
En la primera reunión también se les consultó qué expectativas tenían de esta experiencia en sí misma.

Otra consulta fue dirigida a conocer el interés de los estudiantes en las herramientas UVE de Gowin y mapas conceptuales para seguir mejorando su aprendizaje.

II.1.2.1.1 PRIMERA ENTREVISTA CLÍNICA

A continuación se transcriben situaciones preparadas para el primer encuentro de entrevistas que contenía situaciones problemáticas estructuradas de fuerzas en sistemas de referencia inerciales:

1. Elegir la dirección y sentido del vector aceleración correcto en los siguientes DCL:



Vectores aceleración:



Figura II.8. Primera situación. Primera entrevista clínica

2. a) Escriba el Primer Principio de Newton.
b) Escriba el Segundo Principio de Newton.
c) Escriba el Tercer Principio de Newton.
3. Para los siguientes cuerpos puntuales:
 - a) Realice un DCL en situación de equilibrio. Muestre un sistema de referencia inercial adecuado:
 - b) Indique el vector aceleración si los objetos están en movimiento. No actúan otras fuerzas adicionales.

c) Indique los pares de interacción.

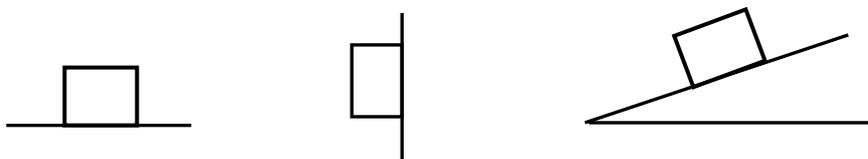


Figura II.9. Segunda situación. Primera entrevista clínica

II.1.2.1.2 SEGUNDA ENTREVISTA CLÍNICA

En la segunda entrevista, además de las situaciones problemáticas y preguntas conceptuales, se intentó indagar si la autoestima y autoconfianza se habían modificado, en especial si habían mejorado. Cuál había sido su desempeño en la evaluación obligatoria.

También se les consultó sobre su adaptación a estudiar usando mapas conceptuales y la UVE de Gowin. Si las herramientas UVE de Gowin y los mapas conceptuales los habían ayudado a avanzar en la comprensión de la Dinámica, es decir si ellos los consideraron una buena estrategia para fortalecer su aprendizaje autónomo.

En ambas entrevistas se realizó un feedback sobre el desempeño en las diferentes situaciones realizadas y en las preguntas que las mismas desencadenaron.

En el transcurso de la segunda entrevista, en algunos alumnos se notó, a través de su lenguaje corporal, que se encontraban más relajados y con mayor confianza.

La segunda entrevista contenía situaciones problemáticas y consultas sobre los Principios de Newton, el ejemplo de la fuerza centrífuga y el modelo de la fuerza de Coriolis, con el interés de indagar profundamente sobre el desempeño de los alumnos en el curso.

A continuación se transcriben situaciones estructuradas preparadas para el segundo encuentro:

Fuerzas no inerciales:

En todas las situaciones siguientes realizar un DCL, indicar el SR usado:

1.- Un trineo cargado de estudiantes en vacaciones con peso total P se desliza hacia abajo por una larga cuesta nevada de pendiente $\alpha = \text{cte}$. El trineo está bien encerado de manera que la fricción es despreciable. Dar una expresión para la aceleración.

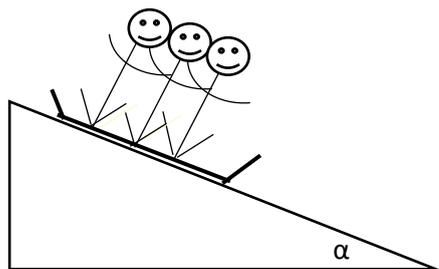


Figura II.10 Primera situación. Segunda entrevista clínica

2.- Si se desgasta la cera y ahora hay fricción cinética y la pendiente es tal que el trineo baja con velocidad de módulo constante. Deducir una expresión para el nuevo ángulo α , usando como datos el peso P y el coeficiente de fricción μ_c .

3.- Si el trineo ingresa a una cuesta de mayor pendiente: β , que en la situación 2, conservando el coeficiente de fricción μ_c , hallar la aceleración, tomando como datos la nueva pendiente β , g , μ_c , P .

4.- El trineo del problema anterior tiene una $m = 25$ kg y descansa en un plano horizontal de hielo, con fricción despreciable. Está unido a un poste mediante una cuerda sin masa e inextensible de 5 m de longitud. Se lo pone en movimiento y da vueltas con velocidad de módulo constante, dando 5 revoluciones completas por cada minuto.

- a) Calcular la fuerza que realiza la cuerda sobre él.
- b) Evaluar cómo se modifica la fuerza si la velocidad aumenta al doble.

5.- Un joven ubicado en un asiento de una rueda de radio R de “una vuelta al mundo” de un parque de diversiones, permanece vertical durante su movimiento con velocidad de módulo constante.

- a) Deducir una expresión para la fuerza que el asiento ejerce sobre el pasajero en la parte superior y otra en la parte inferior del círculo.
- b) En un diagrama aparte, represente los vectores aceleración en cada una de las posiciones anteriores.

Fuerzas inerciales:

- a) Explique el ejemplo de la fuerza centrífuga presentado durante las clases.
- b) Explique el modelo de la fuerza de Coriolis explicado durante las clases.
- c) Describa ejemplos cualitativos de la fuerza de Coriolis, presentados durante las clases.
- d) Describa otros ejemplos que usted conozca.

II.1.2.1.3 RESULTADOS DE LAS ENTREVISTAS CLÍNICAS

Se respetó el tiempo dedicado a cada entrevista de unos veinte minutos y de todas las situaciones anteriores se fueron seleccionando las preguntas de acuerdo a las posibilidades de respuesta de cada estudiante.

La preparación de las preguntas estructuradas de Dinámica de la partícula de las entrevistas y el análisis de las respuestas de las situaciones planteadas se realizaron usando como referencia el siguiente mapa conceptual:

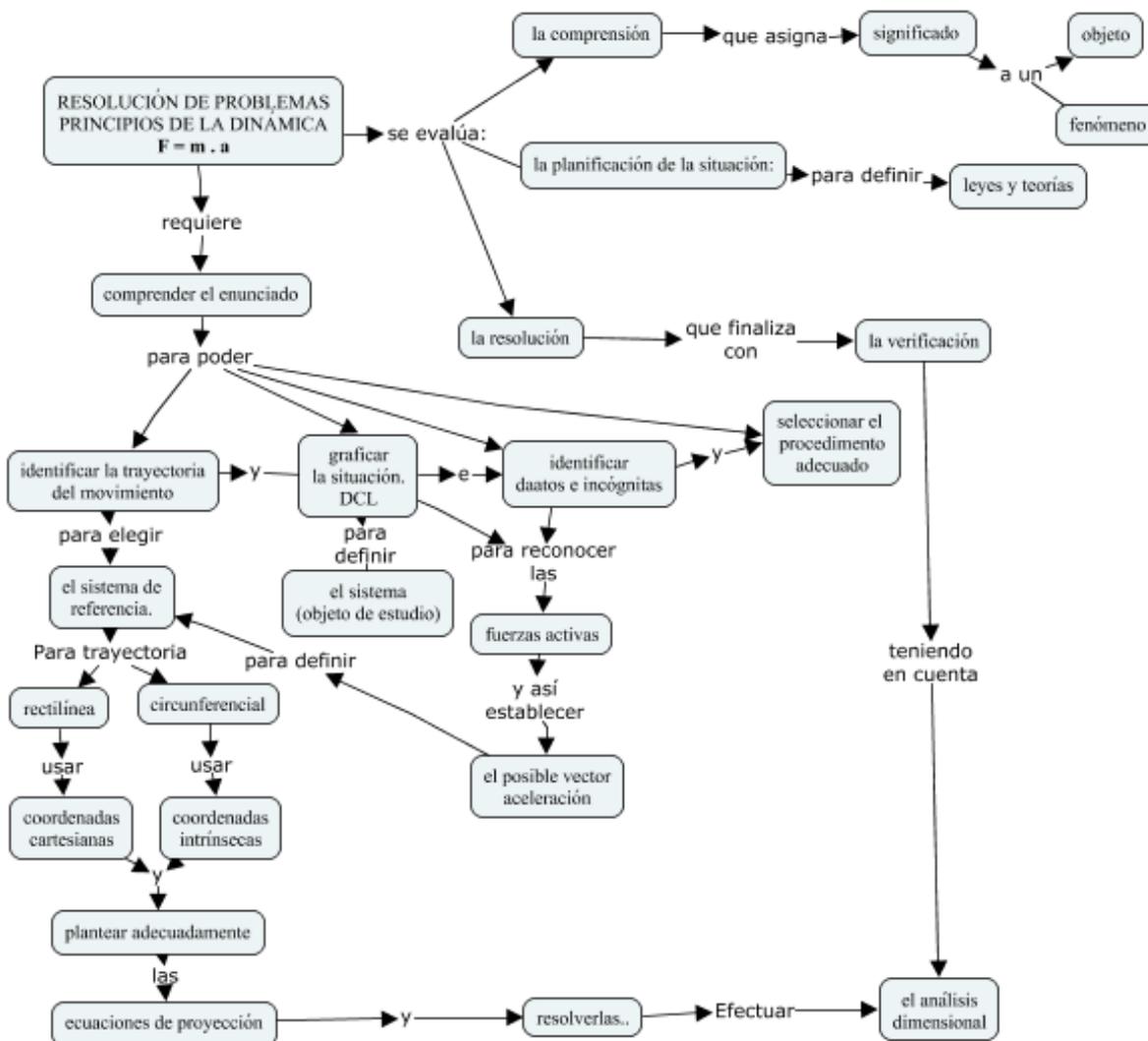


Figura II.11. Mapa conceptual de referencia

De los datos recabados se pudo conocer el contexto académico, los intereses en forma individual.

De las resoluciones de los problemas propuestos surgieron diferentes preguntas particulares y sus respuestas, tales como:

Algunas de las preguntas sobre las situaciones estructuradas:

- ¿Lograste imaginar la situación?
- ¿Revisás los principios antes de seleccionar las fórmulas?
- ¿Lograste planificar la resolución o simplemente lo hiciste en forma automática?
- ¿Hiciste un plan o simplemente aplicaste fórmulas?

- ¿Verificaste dimensionalmente los reemplazos numéricos que planteas?
- En la segunda entrevista, en el problema 5 a partir de la observación del DCL en la posición más baja: ¿Por qué estos juegos en vez de ser círculos perfectos, tienen un radio de curvatura mayor abajo que arriba?
- Un estudiante preguntó respecto de los sistemas de referencia inerciales: “¿Cómo pueden estar fijos, en un universo que está en movimiento continuo?”
- En la primera entrevista dos alumnos, erróneamente, usaron sistemas de referencia con origen en los cuerpos cuando se movían aceleradamente sobre un plano inclinado. En la segunda entrevista pudieron corregir este error.
- En la primera entrevista nueve alumnos tuvieron errores en la representación de los pares de interacción.
- En ocasión de la primera entrevista dos estudiantes consultaron concretamente sobre fuerzas gravitatorias. “¿Por qué se aísla cada planeta de los demás para armar su diagrama de cuerpo libre?”
- De la segunda entrevista se desprende que la mayor cantidad de errores, recurrentes, correspondieron a movimiento circunferencial.
- En la segunda entrevista, cuatro alumnos contestaron de manera correcta y detallada todas las situaciones que se les planteó.
- En la actividad 5, solamente dos alumnos mostraron correctamente la proporcionalidad entre las fuerzas normal y peso en el DCL.
- Tres alumnos no pudieron desarrollar los ejemplos de fuerza centrípeta y fuerza de Coriolis.
- En la segunda entrevista dos alumnos contestaron la totalidad de las situaciones en el tiempo establecido para ello.
- En ambas entrevistas se observaron errores de factoro y despeje de variables.

Preguntas flexibles:

- Cuatro estudiantes consideraron que necesitaban conocer más el tema para poder realizar mejores mapas conceptuales y diagramas UVE de Gowin. Que todavía les faltaba familiarizarse más con estas técnicas de estudio, pero que les resultaron útiles.
- Un alumno expresó: “Armo la UVE, la leo y me doy cuenta que puedo modificarla otra vez. Y así varias veces”.

- Al encuentro de la segunda entrevista tres alumnos cumplieron con traer sus versiones mejoradas de la UVE y se advirtió un progreso en la comprensión de la herramienta y de la dinámica. Otras fueron revisadas con posterioridad.
- La mayoría de los alumnos prefirió usar la UVE más que los mapas conceptuales, explicando que les permitía reflexionar en menor tiempo y que les resultaba más sencillo construirla.
- Otra consulta fue si confeccionar el mapa conceptual les había sido útil para aprender más sobre la Dinámica. A pesar de las dificultades y los resultados vistos sobre los mismos, siete alumnos contestaron que habían aprendido mucho y dos alumnos contestaron que no les habían sido útiles.
- Ocho alumnos respondieron que a futuro volverían a usar mapas conceptuales ya que sintieron que podían representar su conocimiento de manera gráfica y a su vez, organizarlo.
- Ningún mapa conceptual incluía más de doce conceptos.
- También se les preguntó si estas herramientas metacognitivas eran útiles al docente para evaluarlos. Diez alumnos contestaron afirmativamente,
- En la segunda entrevista seis alumnos expresaron que se sintieron más seguros y con mayor confianza después de las explicaciones extracurriculares y que la experiencia les había resultado positiva.
- También se desprendió la utilidad de trabajar equipos de estudio integrados por dos o tres alumnos, tema que fue fomentado a lo largo de la instrucción, desde el primer encuentro y mantenerlos para toda la investigación.

En la devolución a los estudiantes, de estas entrevistas, se pensó en ayudarlos a encontrar ideas nuevas con respecto a la apropiación de los aprendizajes. Poder detectar sus errores con el objetivo de centrarse en un futuro con mejores resultados académicos. Se les mostró sus equivocaciones, cuando las hubo, pero ayudándolos a resolver sus errores de la manera más adecuada en cada una de las situaciones.

La primera entrevista, resultó útil para resolver situaciones que se presentaron a lo largo de la puesta en práctica del modelo, dirigidas a llevar a cabo las acciones necesarias para que los alumnos alcancen, los resultados de aprendizaje deseados y propuestos en los objetivos.

En base a la transcripción de las entrevistas y al mapa conceptual patrón se pudo construir los mapas cognitivos de los alumnos que reflejaron los conceptos y proposiciones relevantes que cada uno mostró en la entrevista correspondiente.

Para evaluar los mapas cognitivos se efectuó una comparación con el mapa conceptual de referencia y se usó la siguiente rúbrica:

RÚBRICA PARA EVALUAR MAPA CONCEPTUAL				
ELEMENTOS DEL MAPA CONCEPTUAL	EXCELENTE 2.5 puntos	BUENO 2 puntos	REGULAR 1.5 puntos	DEFICIENTE 1 punto
CONCEPTO PRINCIPAL	El concepto principal es adecuado y pertinente con el tema.	El concepto principal es relevante dentro del tema pero no presenta pregunta de enfoque.	El concepto principal pertenece al tema, pero no se fundamental ni responde a la pregunta de enfoque.	El concepto principal no tiene relación con el tema principal.
CONCEPTOS SUBORDINADOS	Incluye todos los conceptos importantes que representa la información principal del tema.	incluye la mayoría de los conceptos importantes que representan la información principal del tema.	Faltan la mayoría de los conceptos importantes que representan la información principal del tema . Repite algún concepto.	NO incluyó los conceptos más significativos Repetió varios conceptos y/o aparecen varios conceptos ajenos o irrelevantes.
PALABRAS ENLACE Y PROPOSICIONES	Las proposiciones representan la información principal.	Algunas de las proposiciones son invalidadas o no representan la información principal del tema.	Solo algunas de las proposiciones son validas de acuerdo al tema Repite algún concepto.	Presenta proposiciones inválidas de acuerdo al tema, con enlaces que describen una relación inexistente, afirmaciones falsas. Presenta afirmaciones vagas y/o aparecen varios conceptos ajenos o irrelevantes.
ESTRUCTURA	Presenta una estructura jerárquica completa y equilibrada, con una organización clara y de fácil interpretación.	Presenta una estructura jerárquica pero no clara.	El mapa esta desordenado, no son claras las relaciones.	No presenta una jerarquía de acuerdo al tema Utiliza muchas oraciones largas, o presenta una estructura ilegible, desorganizada, caótica o difícil de interpretar.
Total	10 puntos	8 puntos	6 puntos	4 puntos

conceptual:

Figura II.12. Rúbrica de evaluación de mapas cognitivos

Cabe destacar que los mapas cognitivos resultaron más ricos que los mapas conceptuales confeccionados por los alumnos.

“La entrevista <<perfecta>> no es un objetivo realista; incluso entrevistas que han sido desarrolladas durante años y se han empleado con cientos de estudiantes no llegan a revelar más que una réplica imperfecta del conocimiento de los estudiantes y de sus estrategias de razonamiento. La estructura cognitiva del ser humano es tan idiosincrásica

que ninguna entrevista puede revelar con fidelidad absoluta las estructuras cognitivas de todos los estudiantes...”. (Novak, y Gowin, op. cit.).

Los resultados obtenidos de las entrevistas a partir de los mapas cognitivos construidos a partir de las entrevistas y aplicando el mapa conceptual conjuntamente con la rúbrica anterior son los siguientes:

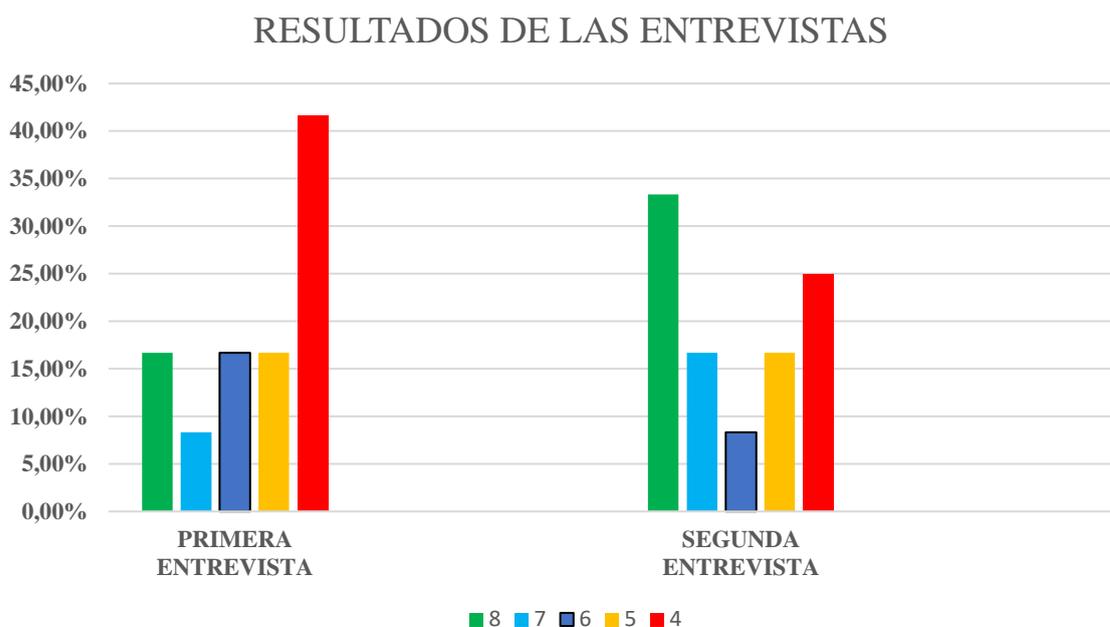


Figura II.13. Resultados de la Primera entrevista clínica y Segunda entrevista clínica. Segundo ciclo

De los resultados se desprende que en la primera entrevista clínica, el 41,67 % de los alumnos presentó un nivel deficiente o escaso de conceptos inclusores necesarios para aprender significativamente. Esto permitió preparar material organizador introductorio, teniendo en cuenta esa situación, para la presentación del ejemplo de la fuerza centrífuga y del modelo de la fuerza de Coriolis.

La mejora observada en el desenvolvimiento en la segunda entrevista puede atribuirse a otros factores además de la aplicación del modelo de la fuerza de Coriolis. Ya que en la segunda ocasión además de la presentación del modelo los alumnos ya habían rendido su examen parcial.

Estas entrevistas sirvieron para modificar algunas acciones propias de la enseñanza en futuros grupos. Permitieron reflexionar sobre las propias interacciones con los alumnos.

II.1.2.2 RESULTADOS ACADÉMICOS DE LOS GRUPOS

Se realizó un análisis comparativo entre los doce alumnos del grupo de aplicación del modelo y los catorce del grupo de control. Estos últimos son alumnos de la misma cohorte que no participaron de los encuentros fuera del horario de clase.

Es una comparación cuantitativa sobre resultados referidos a la aprobación de los dos parciales en la primera oportunidad: considerando los porcentajes de alumnos aprobados, desaprobados y al promedio de las notas obtenidas por los alumnos aprobados. La última comparación se refiere a la totalidad de alumnos que aprobaron el curso.

En las representaciones gráficas que se muestran a continuación, se observa una mejora en los porcentajes de alumnos aprobados y en el promedio de las notas obtenidas, en ambos parciales, considerados en su primera oportunidad. Mientras que la cantidad de alumnos aprobados al finalizar resultó con una diferencia a favor del grupo de aplicación.

GRUPO DE APLICACIÓN COMPARADO CON EL GRUPO DE CONTROL

PRIMER PARCIAL:

- Asistencia e inasistencia:
 - En este ciclo se observó que los doce alumnos del grupo de aplicación concurrieron a la primera instancia del primer parcial, mientras que en el grupo de control hubo un ausente solamente.

- Aprobados y desaprobados:
 - Los porcentajes fueron calculados sobre la base de los alumnos presentes.

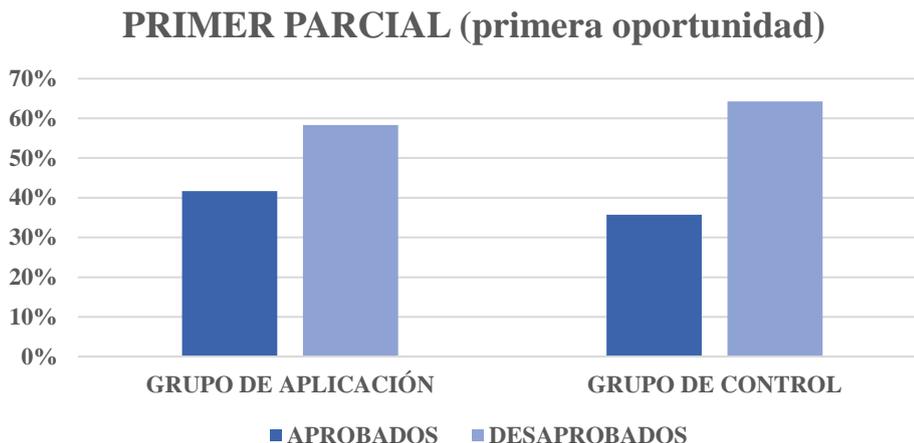


Figura II.14. Resultados del Primer Parcial. Segundo ciclo

SEGUNDO PARCIAL:

- Asistencia e inasistencia:
 - Todos los alumnos del grupo de aplicación concurrieron al segundo parcial, mientras que hubo dos inasistencias en el grupo de control.
- Aprobados y desaprobados:

Los porcentajes fueron calculados sobre la base de los alumnos presentes.

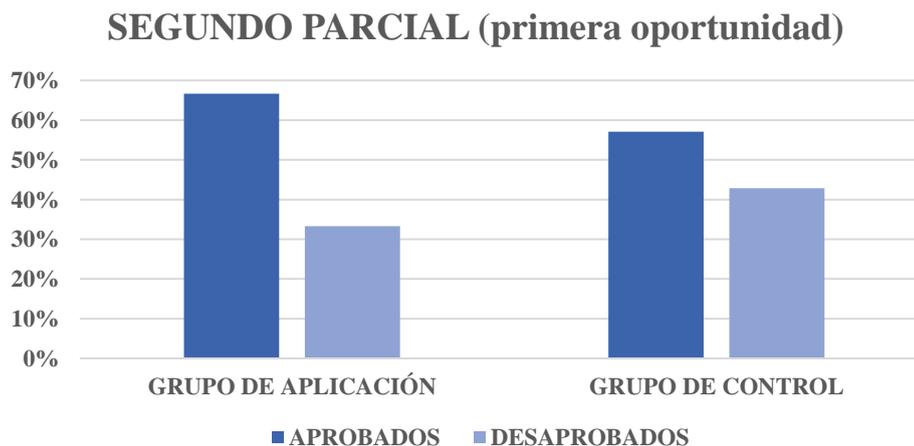
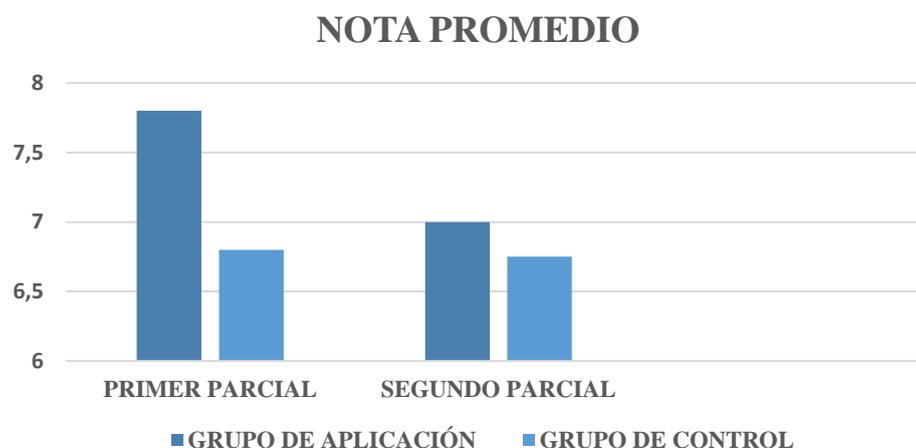


Figura II.15. Resultados del Segundo Parcial. Segundo ciclo

- Promedio de las notas obtenidas en cada parcial, calculadas en base a la cantidad de alumnos aprobados:



**Figura II.16. Promedio de notas en Primer Parcial y Segundo Parcial.
Segundo ciclo**

En el grupo de aplicación promocionaron dos alumnos en la primera oportunidad y en el grupo de control promocionó un alumno en la primera oportunidad.

En ocasión de los primeros exámenes recuperatorios promocionó un alumno más de cada grupo.

Es importante destacar que los alumnos del grupo de aplicación no abandonaron el curso, mientras que tres alumnos del grupo de control abandonaron luego del primer parcial.

- Porcentaje de alumnos que superaron el curso 2017 separados el grupo de aplicación del grupo de control

Los cálculos de superación se hicieron teniendo en cuenta los alumnos que abandonaron el curso antes de finalizar las clases.

Estos resultados se pueden observar en el siguiente gráfico:

APROBACIÓN DEL CURSO

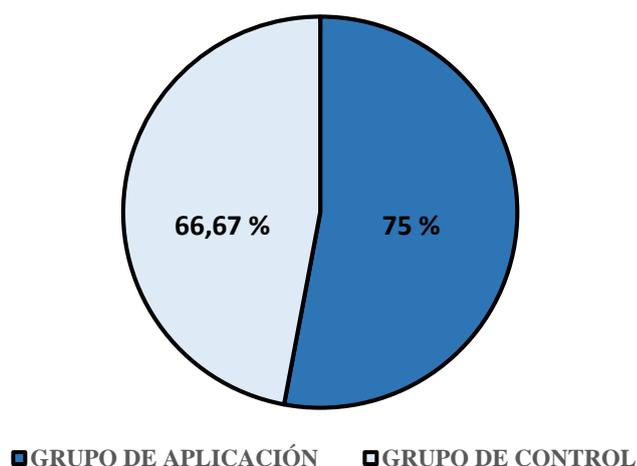


Figura II.17. Porcentaje de superación del curso. Segundo ciclo

II.2 RESULTADOS DE LOS REGISTROS DE CAMPO EN AMBOS CICLOS

De los registros escritos de los hechos observados en la primera experiencia e incluyendo los encuentros fuera de horario en la segunda, se destaca, en ambas experiencias, la mejora en el uso de los términos correspondiente a la Dinámica Clásica, durante las mismas y por parte de los alumnos. Esto ocurrió a partir de las explicaciones de la clasificación de los sistemas de referencia, el ejemplo de la fuerza centrífuga, del modelo de la fuerza de Coriolis, y los ejemplos expuestos.

En el primer ciclo de la investigación se advirtió el interés, por parte de los alumnos, de por participar y colaborar en la investigación. En el segundo ciclo, cabe destacar el compromiso por parte de los alumnos a concurrir fuera del horario de clase.

De los registros de las clases del primer ciclo se notó una mejora en la asistencia a las mismas. Mientras que en el segundo ciclo la asistencia fue buena, para ambos grupos, a lo largo del cuatrimestre.

En la segunda experiencia se destaca el interés por parte de los alumnos a captar la secuencia y dinámica de las clases. De los registros surge, además, que las situaciones iban variando durante las observaciones.

Cabe destacar que después de la instancia de la primera recuperación del primer parcial dos alumnos del grupo de aplicación abandonaron el curso, mientras que del grupo de control lo hicieron tres alumnos.

En el curso cuatrimestral se advirtió un compromiso por aprender las herramientas de estudio: la UVE de Gowin y los mapas conceptuales. Comprendieron que al avanzar en la construcción de sus aprendizajes podían mejorar sus herramientas y que a su vez son de gran utilidad para construir el conocimiento. Ninguno de los alumnos conocía las herramientas heurísticas con anterioridad. De todas formas se notó dificultades en la destreza para confeccionarlas.

En la segunda experiencia, al ser un grupo de implementación más pequeño, se fortaleció espontáneamente el trabajo en equipo, en los momentos en que desarrollaban mapas conceptuales o diagramas de la UVE de Gowin. Esto trajo como consecuencia mayor dinámica en las clases. En esos momentos se observó un lenguaje corporal distendido y animados con los trabajos. También muchas intervenciones informales entre pares. En general eran comentarios sobre lo que hacían otros compañeros. Algunos comentarios remitían a clases anteriores. En varias ocasiones fue necesario organizar estas intervenciones y definir a quién darle la palabra. En ningún momento se perdieron las formas de cortesía.

Todos los alumnos fueron convocados a llevar sus diagramas y/ o mapas cognitivos el día de su entrevista.

También se desprende de estas notas el entusiasmo en los momentos de las presentaciones de los ejemplos cualitativos. Algunos alumnos completaron estos aprendizajes mirando videos educativos asociados a la fuerza de Coriolis.

CAPÍTULO III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

III.1 CONCLUSIONES

Las conclusiones se distinguieron en dos aspectos diferentes: el lenguaje adquirido o mejorado y los resultados obtenidos a partir de la aplicación del modelo de fuerzas inerciales.

III.1.1 LENGUAJE

En ambos ciclos hay conclusiones comunes entre sí:

De las notas y registros tomados en las clases se desprende que hubo una gran variedad de intercambio verbal durante el desarrollo de las mismas, a partir de la aplicación de los conceptos nuevos propuestos en la indagación. Se iniciaron diferentes diálogos en los que los alumnos participaban argumentando y planteando distintos puntos de vista. Todo con el fin de arribar a una conclusión correcta. Se creaba un clima muy agradable y de producción de conocimientos. Algunos alumnos expresaron significados correctos y otros tuvieron la oportunidad de corregirlos.

“...el aprendizaje no es una actividad que se pueda compartir, sino un asunto en el que la responsabilidad es del individuo. En cambio, los significados sí se pueden compartir, discutir, negociar y convenir.” (Novak, y Gowin, op. cit.).

Un aporte de esta experiencia fue la ampliación del vocabulario por la aplicación del modelo de la Fuerza de Coriolis y los temas relacionados con el mismo como sistemas de referencia.

En el segundo ciclo se pudo observar el contraste entre los grupos de aplicación y de control con respecto al lenguaje de la ciencia. Se notó la diferencia de calidad de presentación, en lo referido al lenguaje de la ciencia, de los problemas en los parciales. Esto puede deberse al compromiso que asumieron con la presente investigación. También se notó la diferencia en el momento que se desarrollaban debates.

Los alumnos del grupo de aplicación de la segunda cohorte mejoraron la calidad de los informes presentados en las experiencias de laboratorio.

Al evaluar la comprensión se pensó en afirmar los objetivos propuestos.

En síntesis lograron, en alguna medida, mejorar el control sobre sus propios procesos de aprendizaje. Si bien el tema central de la investigación fue la inclusión de las fuerzas

inerciales, centrífuga y de Coriolis, el proceso de aprendizaje pudo haber mejorado también debido a la inclusión de las herramientas heurísticas: mapas cognitivos y UVE de Gowin, en sus análisis de este tema.

También lograron mejorar el lenguaje en forma más temprana.

El aprendizaje significativo de Dinámica del Punto Material, empleando el modelo de enseñanza de la Fuerza de Coriolis, aplicando el modelo instruccional ANG, puede generar transferibilidad de estos conceptos a otros temas. Consideramos que constituyó una estrategia a largo plazo, es decir una experiencia de aprendizaje que ayudó a los alumnos a comprender y aprender en forma más significativa la Dinámica Clásica.

III.1.2 RESULTADOS ACADÉMICOS

De las comparaciones entre las dos cohortes 2014 y 2015, teniendo en cuenta la limitación de su validez se observó que de la primera cohorte de 2014 (sin aplicación del modelo) a la siguiente de 2015 (con aplicación del modelo), surge una mejora en la asistencia a las evaluaciones, en el porcentaje de aprobados en las mismas en la primera oportunidad, en el promedio de las notas obtenidas. Aunque el porcentaje de alumnos que superaron el curso fue muy similar en ambos años. En el segundo ciclo se notaron las mismas mejoras, y la cantidad de alumnos que superaron el curso, fue mayor en el grupo de aplicación que en el de control.

Del mismo modo, la asistencia y permanencia en el aula fue mayor. De ello se desprende una mejora en la motivación. Esto último pudo haber sido una de las causas que influyeron en la mejora cualitativa del rendimiento de los cursos.

El rendimiento académico de la persona que aprende es la suma de diferentes factores, algunos de los cuales ya fueron mencionados con anterioridad.

Los hallazgos de esta investigación muestran, en ambas experiencias, una mejora en la calidad de algunos aspectos cualitativos, más arriba enunciados.

El cuestionario, en el primer ciclo, pudo haber sido instrumento de algún tipo de aprendizaje significativo. Mientras que en el segundo, las entrevistas clínicas permitieron profundizar algunos conocimientos y superar algunas dificultades.

Los resultados de comparación entre los dos grupos de la cohorte 2017, usados para la investigación arrojaron, también, mejoras en algunos resultados académicos observados en el grupo de aplicación.

“El objetivo, desde el punto de vista educativo, no es tan sólo comprender, sino hacerlo mejor, no es tan sólo captar el significado, sino reorganizar otros significados para que pueda tener lugar la comprensión,...” (Novak, y Gowin, op. cit.).

“...seguimos buscando el modo de llegar a ser mejores profesores y/o alumnos y ayudar a los estudiantes a aprender lo que significa aprender. Este proceso es simbiótico: está iluminado por las ideas que comparten el profesor y el alumno y lo impulsan a su compromiso mutuo con la educación.” (Novak, y Gowin, op. cit.).

III.2 RECOMENDACIONES

III.2.1 RECOMENDACIONES A LOS ALUMNOS

La recomendación más importante que se les hizo a los alumnos de la primera cohorte, durante la experiencia, fue que usen la UVE de Gowin como método de estudio para su examen final.

La recomendación se justifica en que su uso permite determinar los conceptos espontáneos y los conceptos científicos.

Finalizada la explicación del modelo, en ambas cohortes, se destacó la importancia del uso de esta herramienta heurística y se resaltó su gran utilidad para resolver un problema o entender un procedimiento. De ese modo se trató de estimular sus estilos preferidos de aprender.

“...usar las capacidades de pensamiento crítico para analizar...” (Barell, op.cit).

“Los diagramas UVE ayudan a organizar ideas, a actuar (por ejemplo en el laboratorio) de un modo más eficaz y productivo, y a que los estudiantes se sientan mejor consigo mismos porque comprenden lo que están haciendo.” (Novak y Gowin, op. cit.).

Los alumnos tienen la sensación de ser dueños de lo que estudian y esto los hace sentirse entusiasmados para continuar profundizando sus aprendizajes.

A los alumnos del segundo ciclo, se les recomendó que profundizaran su destreza en la confección de diagramas UVE de Gowin y asimismo en la de los mapas conceptuales. En este último caso, se sugirió que recurran a la herramienta Cmap Tools.

III.2.2 RECOMENDACIONES GENERALES

Para el primer ciclo se recomendó que observando los resultados obtenidos en la indagación y dada la importancia expresada por algunos alumnos que usaron la UVE heurística, sería interesante repetir, en el futuro, la experiencia en su totalidad y en otro curso de similares características al usado para la primera ocasión y manteniendo los mismos objetivos. Pero ajustándose fielmente al modelo instruccional ANG. Controlar que los alumnos confeccionen la UVE de Gowin sobre Mecánica y los Principios de Newton en ocasión del primer parcial y otra al finalizar la cursada de la materia para poder comparar cualquier variación de aprendizaje ocurrida y para entender y observar mejor cómo analizan el aprendizaje, sus sentimientos y sus nuevas preguntas.

Tal como se recomendó, una vez finalizada la experiencia con los alumnos de la cohorte 2015, se realizó el segundo ciclo en un curso de alumnos recursantes en el año 2017 y se respetó el modelo ANG. De este modo, se ejerció control en la confección de mapas conceptuales y diagramas UVE, del tema central de este trabajo. También se realizaron entrevistas clínicas antes y después de la aplicación de las fuerzas inerciales en un sistema de referencia en rotación.

Las entrevistas clínicas permitieron conocer con mayor precisión el rendimiento académico, con los cambios planteados, lo que constituye un elemento interesante para profundizar estas investigaciones en otros cursos de similar composición, a futuro.

Ya que se considera que al momento de la segunda entrevista no se llegó a un punto de saturación, del tema objeto del estudio, resultaría interesante verificar, en otros cursos, si los alumnos pueden mejorar lo aprendido, en el momento de finalizar con los temas de trabajo y energía y observar si pueden mejorar su destreza en la confección de mapas conceptuales y UVE de Gowin. Según lo averiguado en otros cursos los alumnos no conocen estas herramientas metacognitivas.

Sería interesante, a futuro, completar la experiencia realizada, en otros cursos, mejorando y profundizando más aún, el uso sistemático y continuo, de las herramientas metacognitivas,

en las diversas etapas del proceso de aprendizaje. Ya que son instrumentos de motivación y organizadores de los conocimientos, de acuerdo a varias respuestas recogidas en la segunda entrevista clínica.

Una posibilidad sería verificar la mejora, en la comprensión de la Dinámica, una vez que se concluyan las explicaciones de la Dinámica del Cuerpo Rígido.

Las conclusiones a las que se han arribado, constituyen un instrumento de partida, importante, para seguir profundizando estos aspectos e introducir mejoras para realizar un nuevo ciclo, en una futura investigación.

En palabras de Richard Feynman:

- I. Experiment.
- II. Fail.
- III. Learn.
- IV. Repeat.

Hemos visto que la investigación pudo transformarse en el inicio de un recorrido, tanto para nosotros como para los estudiantes, permitiéndonos ser conscientes de nuestras debilidades y potencialidades personales en la apropiación del saber, utilizándolas como fortaleza u oportunidad de cambio en la facilitación de los aprendizajes, siempre ajustados a las particulares formas de aprender de la enriquecedora diversidad del aula.

REFERENCIAS

- Ausubel, D. *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México, Trillas, 1976.
- Barell, J. *El aprendizaje basado en problemas*. Buenos Aires, Ediciones Manantial SRL, 1999.
- Bruner, J. En Stenhouse, L. *Investigación y desarrollo del curriculum*. Madrid, Morata, 6 ed., 2010.
- Carr, W. y Kemmis, S. *Teoría crítica de la enseñanza. La investigación – acción en la formación del profesorado*. Barcelona, Martínez Roca, 1988.
- Chrobak, R. *Volver a aprender: el derecho a enseñar*. Neuquén, Educo, 2010.
- Díaz Barriga Arceo, F. Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*. Vol, 5, 2., 2003. Recuperado el 10 de Mayo de 2016, de www.redalyc.org/html/155/15550207
- Elliott, J. *La investigación-acción en educación*. Madrid, Morata, 4 ed., 2000.
- Kemmis, S. y Mc Taggart, R. *Cómo planificar la Investigación Acción*. Barcelona, Laertes, 1988.
- Latorre, A. *La investigación acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Barcelona, Grao, 2005.
- Lemke, J. *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona. Paidós, 1 ed., 1997.
- Lewin, K. Action Research and Minority problems. *Journal of Social Issues*. Vol, 2 (4): pp. 34-46, 1946.
- Mancini, S., Chrobak, R. y Sztrajman, J. Una propuesta de enseñanza de la fuerza de Coriolis en un curso de Física I, *Educación y Ciencia*. 21: pp. 329-335, 2018.
- Mc Kernan, J. *Investigación – acción y curriculum*. Madrid. Morata, 2 ed., 2001.
- Novak, J y Gowin, D. *Aprendiendo a aprender*. Barcelona, Martínez Roca, 15 ed., 2002.

- Pérez Gómez, Ángel I, “Comprender y enseñar a comprender. Reflexiones en torno al pensamiento de J. Elliott”. Introducción. Elliott, J. *La investigación – acción en educación*. Ángel I. Pérez Gómez, Madrid, Morata, 4 ed., 2000.
- Popper, K. *Conocimiento Objetivo*. Madrid, Tecnos, 1974.
- Prieto Martín, A. *FLIPPED LEARNING. Aplicar el Modelo de Aprendizaje Inverso*. Madrid. Narcea S.A. de Ediciones. 2017.
- Sacristán, José G. Prólogo a la edición española. Stenhouse, L. *Investigación y desarrollo del currículum*. José G. Sacristán, Madrid, 6 ed., 2010.
- Schutz, A. En Elliott, J. *La investigación – acción en educación*. Madrid, Morata, 4 ed., 2000, pp. 31.
- Schwab, J., The Practical 3: Translation into Curriculum. *School Review*. 81 (4): pp. 501—522, 1973.
- Stenhouse, L. *La investigación como base de la enseñanza*. Selección de textos por Rudduck, J. y Hopkins, D. Madrid, Morata, 6 ed., 2007.
- Stenhouse, L. *Investigación y desarrollo del currículum*. Madrid, Morata, 6 ed., 2010.
- Sztrajman, J. Elemental, Coriolis. Una idea simple para la deducción de esa fuerza inercial. *Revista de Enseñanza de la Física*. 8, pp. 1-4. 2015.
- Velásquez, F. R., *Enfoques sobre el aprendizaje humano*. Researchgate.net. (junio de 2001). Recuperado el 10 de mayo de 2016, de http://www.researchgate.net/profile/Freddy_V/publication/238796967_ENFOQUES_SOBRE_EL_APRENDIZAJE_HUMANO/links/550dd6450cf27526109c591
- Rúbrica para evaluar mapa conceptual – Portal académico del CCH. Recuperado el 31 de marzo de 2019, de: <https://portalacademico.cch.unam.mx/materiales/prof/matdidac/sitpro/exp/quim/quim2/quimicII/52c39a42524943415f504152415f4556414c5541525f4d4150415f434f4e4345505455414c.pdf>
- Taxonomía de Bloom. Recuperado el 28 de abril de 2019, de: <https://leexonline.com/piramide-taxonomia-bloom-elearning/>

ANEXOS

ANEXO A:
Modelo para enseñar la fuerza de
Coriolis
(Sztrajman, J.)

Elemental, Coriolis. Una idea simple para la deducción de esa fuerza inercial

Jorge Sztrajman¹

¹Departamento de Ciencias Exactas, Ciclo Básico Común, Universidad de Buenos Aires, Ramos Mejía 841, CP 1405, Ciudad de Buenos Aires, Argentina.

E-mail: jsztraj@gmail.com

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Resumen

A partir de la consideración de un objeto fijo en un sistema inercial, tal como es visto desde una plataforma rotante, proponemos una estrategia para deducir, de manera sencilla, la expresión de la fuerza de Coriolis. Este enfoque evita el empleo del cálculo diferencial aplicado a los vectores, típico de las deducciones tradicionales. Así, la principal contribución de este trabajo consiste en facilitar la enseñanza de este tema, generalmente considerado avanzado, en etapas tempranas del ciclo universitario, y posibilitarlo incluso en la educación media.

Palabras clave: Fuerza de Coriolis, Sistemas no inerciales, Pseudofuerzas, Fuerzas ficticias, Enseñanza de la mecánica.

Abstract

From the consideration of a fixed object in an inertial system, as seen from a rotating platform, we propose a strategy to deduce, in a simple way, the expression of the Coriolis force. This approach avoids the use of calculus applied to vectors, typical of traditional deductions. Thus, the main contribution of this paper is to facilitate the teaching of the subject, generally considered advanced, in first years of college, and even in high school.

Keywords: Coriolis force, Non-inertial frames, Pseudoforces, Fictitious forces, Mechanics teaching.

I. INTRODUCCIÓN

El tema de las fuerzas inerciales, a veces llamadas ficticias o pseudofuerzas, suele ser poco tratado en los textos destinados a la educación media. Algunos de ellos se limitan a hacer una referencia a la fuerza centrífuga, pero no a la de Coriolis (Rela y Sztrajman, 2006). En muchos textos de nivel universitario la fuerza de Coriolis no aparece (ver por ejemplo, Feynman et al, 2015; Wilson y Buffa, 2000; Sears, 1991; Roederer, 2008; Tippens, 1999; Tipler y Mosca, 2005; Sears et al, 1998). En otros, se le dedica un espacio con un abordaje cualitativo (Tipler, 2001; Serway y Jewett, 2010; Resnick et al, 2000). También hay libros en los que se realiza un tratamiento cuantitativo, deduciendo la expresión de la aceleración de Coriolis, $\mathbf{a}_c = 2\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{v}$, mediante recursos de cálculo diferencial aplicado a vectores (Alonso y Finn, 2000; Kittel et al, 1996; Burbano de Ercilla et al, 2003). El uso de estas herramientas matemáticas avanzadas obstaculiza la enseñanza de la deducción de esta expresión en los primeros cursos de física universitaria y, con más razón, en el nivel medio. Por ese motivo, creemos que sería interesante introducir otros enfoques. Un ejemplo es el texto de Giancoli (2003), en el que se llega a la aceleración de Coriolis mediante una deducción alternativa, basada en el cálculo de desplazamientos y expresiones del movimiento uniformemente variado.

El aporte del presente trabajo es mostrar una vía breve y sencilla, que permita obtener la expresión de la fuerza de Coriolis sin recurrir a las herramientas matemáticas avanzadas del análisis vectorial.

II. ANTECEDENTES

La fuerza de Coriolis ha sido bastante tratada en las revistas dedicadas a la enseñanza de la física. Algunos artículos están dedicados a actividades para “sentir” los efectos de esa fuerza en el cuerpo (Johns, 2003). Otros están dedicados a la descripción de dispositivos experimentales para visualizar sus

efectos (Klebba y Stommel, 1951; Daw, 1987) o explicar sus manifestaciones en el caso de la rotación terrestre (Higbie, 1980). También aparecen intentos de arribar a la expresión matemática de la fuerza de Coriolis, aunque se sigue utilizando matemática muy compleja (Thompson, 1973) y acudiendo a otras magnitudes físicas, como el momento de inercia y la conservación del momento angular (Boyd y Raychowdhury, 1981).

III. LA FUERZA CENTRÍFUGA

Asumiremos que el alumnado tiene incorporada la noción de fuerza centrípeta, y la expresión para su cálculo. También que han incorporado la idea de fuerza centrífuga, como fuerza inercial introducida por observadores que aplican las leyes de la dinámica desde sistemas de referencia no inerciales. En efecto, para un observador subido a una plataforma en rotación uniforme, un objeto fijo a la plataforma tiene aceleración cero y fuerza cero. Explica esto agregándole a la fuerza centrípeta (real) que actúa sobre el objeto una fuerza inercial que la compense (centrífuga):

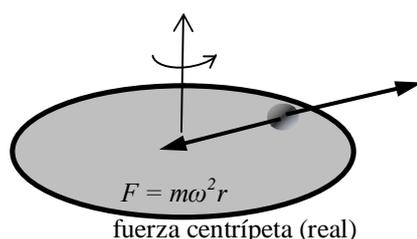


FIGURA 1. Un observador sobre una plataforma rotante agrega, a la fuerza centrípeta F , una fuerza centrífuga F' . De ese modo, sobre un objeto fijo a la plataforma, la fuerza total es cero.

IV. LA FUERZA DE CORIOLIS

Consideremos un objeto de masa m fijo al suelo. El objeto tiene aceleración cero, desde el punto de vista de un observador (inercial) fijo al suelo y la resultante de fuerzas sobre él también es cero¹:



FIGURA 2. Para un observador inercial, la aceleración y la fuerza sobre un objeto fijo al suelo son nulas.

Consideremos ahora ese mismo objeto, pero visto por otro observado subido a una plataforma que realiza una rotación uniforme con velocidad angular ω , en sentido antihorario. Para este otro observador (no inercial), el objeto está realizando una rotación uniforme en sentido horario. Igual que para todos los objetos, se muevan o no, este observador introduce una fuerza centrífuga $F' = m\omega^2 r$, donde r es la distancia del objeto al centro de la plataforma en rotación. Sin embargo, como el objeto es percibido realizando una rotación uniforme, el observador necesita que la fuerza *total* sobre el objeto sea una fuerza *centrípeta*, de valor $F = m\omega^2 r$, es decir una fuerza del mismo valor que la centrífuga pero dirigida hacia el centro de rotación. Se ve entonces obligado a introducir otra fuerza inercial, F'_c , de valor doble que la fuerza centrífuga, dirigida hacia el centro:

¹ En este razonamiento consideramos a la Tierra como un sistema inercial, despreciando sus movimientos de traslación, rotación y nutación.

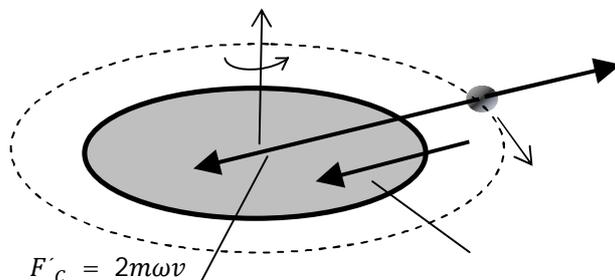


FIGURA 3. Un observador en rotación uniforme que ve un objeto fijo en un sistema inercial, agrega una fuerza dirigida hacia el centro de valor doble que la centrífuga. La resultante de ambas fuerzas es la fuerza centrípeta.

Así, para este ejemplo sencillo, la fuerza de Coriolis aparece para poder seguir aplicando el principio de masa desde la plataforma en rotación. Su módulo es $2m\omega v$ y su dirección resulta perpendicular a los vectores que representan la velocidad angular de la plataforma y la velocidad del cuerpo, relativa a la plataforma:

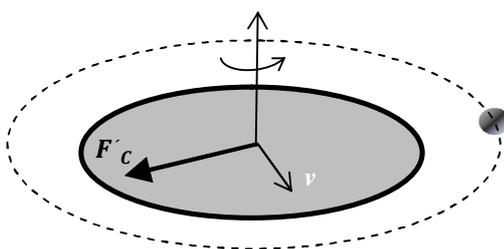


FIGURA 4. En términos del producto vectorial, podemos escribir $F_{Coriolis} = -m 2\omega \times v$, donde $2\omega \times v$ es la aceleración de Coriolis.

V. CONCLUSIONES

Hemos introducido una estrategia para deducir la expresión de la fuerza y la aceleración de Coriolis, sin recurrir a la complejidad del cálculo diferencial aplicado a vectores típica de la deducción tradicional. Confiamos en esta metodología sea de ayuda para quienes traten la física de los sistemas no inerciales en el nivel medio y en el primer ciclo universitario.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente soportado por un subsidio UBACyT.

REFERENCIAS

- Alonso, M. y Finn, E. (2000). *Física*. México: Addison Wesley Langman.
- Boyd, J. N. y Raychowdhury, P. N. (1981). Coriolis acceleration without vectors. *American Journal of Physics*, 49, pp. 498-499.
- Burbano de Ercilla, S., García, E. y Muñoz, C. (2003). *Física general* (32ª ed). Madrid: Tébar.
- Daw, H. (1987). Coriolis lecture demonstration. *American Journal of Physics*, 55, pp. 1010-1014.
- Feynman, R. P., Leighton, R. B. y Sands, M. (2015). *The Feynman Lectures on Physics, Volume 1: Mainly mechanics, radiation, and heat*. Miami: Books on Demand.
- Giancoli, D. C. (2003). *Física para universitarios, Vol. I* (3ra ed). México: Pearson Educación.

- Higbie, J. (1980). Simplified approach to Coriolis effects. *Physics Teacher*, 18, pp. 459-460.
- Johns, R. (2003). Coriolis Force on Your Arms. *Physics Teacher*, 41, pp. 516-517.
- Klebba, A. A. y Stommel, H. (1951). A Simple Demonstration of Coriolis Force. *American Journal of Physics*, 19, pp. 247.
- Kittel, C., Knight, W. D. Y Ruderman, M. A. (1996). *Berkeley Physics Course*, vol 1 (2da ed). Barcelona: Reverté pp. 134-135.
- Rela, A. y Sztrajman, J. (2006). *Física I*. Buenos Aires: Aique.
- Resnick, R., Halliday, D., Krane, K. (2000). *Física Vol.1* (3ra ed., 11a reimp). México: Compañía Editora Continental, pp. 134-135.
- Roederer, J. G. (2008). *Mecánica elemental* (2a ed. 2a reimp). Buenos Aires: Eudeba.
- Sears, F. W. (1991). *Mecánica, calor y sonido*. Barcelona: Aguilar.
- Sears, F. W., Zemansky, M. W., Young, H. D. y Freedman, R. A. (1998). *Física Universitaria* (9a ed). México: Addison Wesley Langman.
- Serway, R. A. y Jewett, J. W. (2010). *Física para ciencias e ingeniería, vol 1* (7a ed). México: Cengage Learning.
- Tipler, P. A. (2001). *Física para la ciencia y la tecnología, Vol. 1* (4ta ed). Barcelona: Reverté.
- Tipler, P. A. y Mosca, G. (2005). *Física para la ciencia y la tecnología, Volumen 1* (5ta ed). Barcelona: Reverté.
- Tippens, P. E. (1999). *Física, conceptos y aplicaciones*. México: McGraw-Hill.
- Thompson O. E. (1973). On the Demonstration and Interpretation of the Coriolis Effect. *Journal of Physics*, 41, pp. 247-255.
- Wilson, J. D. y Buffa, A. J. (2000). *Física* (5ta ed). México: Pearson Educación.

ANEXO B:

Volver a aprender: El derecho a enseñar

(Chrobak, R.)

VOLVER A APRENDER: EL DERECHO A ENSEÑAR
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
RICARDO CHROBAK



“De acuerdo a los métodos utilizados por los profesores durante la enseñanza, pueden alentarse o desalentarse las tendencias metacognitivas de los alumnos” (Chrobak R.; 2000)

CAPÍTULO VI

1. LAS HERRAMIENTAS METACOGNITIVAS
2. LOS MAPAS CONCEPTUALES
3. ¿COMO SE CONSTRUYEN BUENOS MAPAS CONCEPTUALES?
4. LOS MAPAS CONCEPTUALES Y EL APRENDIZAJE COOPERATIVO
5. GUÍA PARA INICIAR A LOS ALUMNOS EN EL USO DE MAPAS CONCEPTUALES
6. SUGERENCIAS PARA LA ENSEÑANZA DE MAPAS CONCEPTUALES
7. PRECISIONES QUE AYUDAN AL DOCENTE Y AL ALUMNO EN LA CONSTRUCCIÓN DE MAPAS CONCEPTUALES
8. EL MÉTODO CIENTÍFICO Y LA HISTORIA DE LA CIENCIA
9. LA UVE HEURÍSTICA DE GOWIN
10. LA UVE PARA FORTALECER A DOCENTES Y ALUMNOS
11. LA ENTREVISTA CLÍNICA
12. EL CONTINUO FLEXIBLE-INFLEXIBLE DE LAS PREGUNTAS DE ENTREVISTA
13. EVALUACIÓN DE LA ENTREVISTA CLÍNICA

CAPÍTULO VI

LAS HERRAMIENTAS METACOGNITIVAS

Se denominan de esta forma a las herramientas que facilitan la tarea de conocer sobre el conocimiento.

En este trabajo nos referiremos de esta manera, para nombrar las estrategias que facilitan el aprendizaje significativo y nos permiten así, conocer más acerca de nuestro propio conocimiento. Las que consideraremos ahora son: el mapa conceptual, la Uve heurística (Heurística: Parte de la historia que estudia los documentos. Heurístico: Del griego: hallar, inventar. Perteneciente o relativo a la heurística. Inventivo; se dice de las hipótesis que, como ensayo de explicación, conducen al descubrimiento de nuevos hechos. Para Gowin, heurístico es algo que se utiliza como ayuda para resolver un problema o entender un procedimiento) y la entrevista clínica. El uso de estas estrategias tiene como intención dotar al estudiante de un método alternativo de estudio y demostrarle que es más eficaz estudiar de esa manera que memorizando.

Puede afirmarse que los "mapas conceptuales", introducidos por Novak, constituyen una ayuda para que el estudiante y el profesor vean más claramente el significado del material a estudiar.

Los "diagramas heurísticos o de conocimientos" UVE (el nombre responde al diseño básico del diagrama que tiene forma de ve corta o uve, como se denomina esta letra en España), introducidos por Gowin, facilitan profundizar la estructura y el significado del conocimiento que se pretende comprender y, por otro lado guían el proceso de producción de nuevos conocimientos. También estos diagramas permiten a docentes y alumnos desentrañar la naturaleza constructivista del conocimiento.

Asimismo la entrevista clínica ha mostrado ser una herramienta poderosa a la hora de determinar el conocimiento previo de los alumnos o de verificar los resultados de nuestra instrucción.

LOS MAPAS CONCEPTUALES

Los mapas conceptuales fueron desarrollados durante el transcurso de las investigaciones educativas realizadas por el Dr. J.D. Novak en la Cornell University (USA), donde se buscaba entender los cambios producidos en las estructuras de conocimiento de los estudiantes durante el aprendizaje de las ciencias.

El programa de investigación se basaba en la teoría del aprendizaje significativo de D. Ausubel. La idea fundamental de esa teoría es que el aprendizaje tiene lugar mediante la asimilación de nuevos conceptos y proposiciones por las estructuras conceptuales y proposicionales ya existentes en la mente del que aprende. Muchas veces nos preguntamos sobre

el origen de los primeros conceptos. Ellos son adquiridos por los niños desde el nacimiento hasta los tres años, mediante el reconocimiento de regularidades en el mundo que los rodea, comenzando a identificar también las etiquetas conceptuales o símbolos que representan a esas regularidades. Esta fenomenal habilidad es parte de la herencia evolutiva de todos los seres humanos normales.



JOSEPH DONALD NOVAK (Nacido en 1932)

Es Professor Emeritus de Cornell University e Investigador Senior del IHMC (Institute of Human & Machine Cognition). Es conocido por el desarrollo de los mapas conceptuales en la década de los 70.

Luego de los tres años, la adquisición de nuevos conceptos y proposiciones están fuertemente mediatizados por el lenguaje, teniendo lugar principalmente a través del proceso de aprendizaje por recepción, en el cual los nuevos significados se obtienen formulando preguntas y clarificando las relaciones entre los conceptos y proposiciones existentes y los conceptos y proposiciones nuevos. Este proceso es fuertemente favorecido cuando se puede disponer de experiencias y soportes concretos. De allí la gran importancia de las actividades “hands on” o experiencias de laboratorio (aunque no resulta muy académica, la expresión más ilustrativa en nuestro idioma sería “con las manos en la masa”) en el aprendizaje de ciencias, especialmente para los estudiante jóvenes, aunque esto también es cierto para los adultos.

Los mapas conceptuales desarrollados en el programa de investigación antes mencionado, resultaron ser herramientas útiles que permiten organizar y representar conocimientos. Ellos

incluyen conceptos, generalmente encerrados en un rectángulo o círculo, y relaciones entre conceptos o proposiciones, indicadas por una línea de conexión entre dos conceptos. Las palabras sobre la línea especifican las relaciones entre los dos conceptos. Las proposiciones son oraciones que contienen dos o más conceptos conectados por palabras de enlace que le permiten formar un significado. Algunas veces las proposiciones se denominan “unidades semánticas” o “unidad de significado”

Los estudiantes pueden aprender conceptos poco familiares memorizándolos. Una definición, por ejemplo, puede ser aprendida repitiéndola una y otra vez hasta ser capaz de poner las palabras correctas en orden apropiado. Se puede elegir, en cambio, integrar la nueva información con lo que ya se sabe, dando entonces el paso más importante para el logro del aprendizaje significativo.

Elaborar mapas conceptuales es un método que facilita un aprendizaje repleto de significado. Requiere que se realicen 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 los 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 tópico específico o para estructurar todo el contenido de una materia. El estudiante verá así facilitada su tarea de relacionar conceptos basados en nueva información con el conocimiento previamente adquirido.

Seguramente el estudiante está ya usando técnicas de subrayado, resaltadores, resúmenes o sinopsis para reforzar su aprendizaje. Estas operaciones siguen todas, unos órdenes lineales de las ideas. Pero, en la mente humana, la disposición de las estructuras conceptuales no está restringida a ese tipo de orden. Los mapas conceptuales le permiten establecer relaciones entre los conceptos en forma explícita y jerárquica, por medio de proposiciones, como ser por ejemplo:

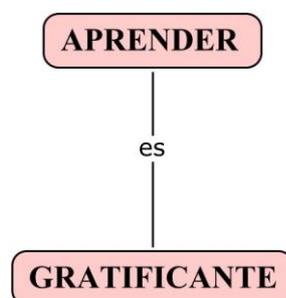


Figura 6.1: El mapa conceptual más simple que se puede concebir

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. Aún 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 **Inclusión** o Subsumción).

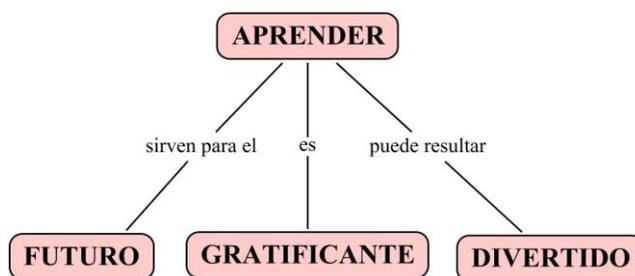


Figura 6.2: Agregar conceptos aumenta el significado

Es evidente que todo mapa puede ser ampliado a medida que se va agregando más significado al concepto en cuestión, como lo muestran las Figuras 6.1 y 6.2. Cuantas más relaciones puedan establecerse, más significados adquirirá el concepto, permitiendo, a su vez, una mayor diferenciación del concepto inclusor o subsumsor con respecto a otros conceptos similares (principio de la Diferenciación progresiva).

Así, frente a un mapa conceptual, guiados por los principios básicos del aprendizaje, docentes y alumnos pueden "negociar" significados y compartirlos en el marco de actividades creativas. Pueden compartirse significados, pero no aprendizajes, ya que éstos son competencia exclusiva del que aprende.

Es obvio, que 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 estas concepciones alternativas uno de los impedimentos más tenaces para cualquier aprendizaje de conceptos "científicos", mucho beneficiará al proceso que ellos afloren, para poder ser superados.

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

Cuando buscamos iniciarlos en su uso, es una buena idea solicitar a los estudiantes que hagan mapas conceptuales sobre algo relacionado con sus experiencias y que ellos conozcan muy bien;

de esta manera sus conocimientos previos se verán exteriorizados a través de los mapas y ellos ganarán confianza en su propio conocimiento. A medida que los alumnos vayan aumentando su destreza en la confección de mapas conceptuales, también serán capaces de atender algunas recomendaciones que, seguramente, los harán "pensar":

- 1 -Dos conceptos unidos por el nexos han de poder ser leídos como una oración con sentido (proposición lógica).
- 2 -Todas las uniones expresarán la relación existente entre los conceptos que unen mediante palabras de enlace, que podrán ser simples conectores (y, de, con, etc.), relaciones de equivalencia (es igual a, es mayor que, etc.) verbos (comprende, estudia- se divide en, etc.) o conceptos en sí mismos (mide, se clasifica en, etc.)
- 3 -Como los conceptos no se encuentran en dos lugares distintos en la estructura cognitiva y, muchas veces, los mapas representan la estructura cognitiva de una persona, las etiquetas conceptuales tratarán de no repetirse dentro de un mismo mapa.

El mapa conceptual puede ser utilizado, a medida que se avanza en el desarrollo de un tema, unidad o programa, como instrumento eficaz para el control del proceso de construcción de significados. Puede ser tomado para conocer los conocimientos previos de los alumnos y devuelto para su ampliación/corrección en uno o varios momentos intermedios. Realizados al final de la instrucción, proporcionan 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 sienta 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, la selección de contenidos y el diseño curricular, que le permite no la sola enumeración sucinta de los conceptos centrales a ser enseñados, sino también hace explícito su orden jerárquico y las relaciones existentes entre ellos. Además, le permite visualizar al docente los conceptos que, por su similitud, deben ser reforzados a fin de lograr que el alumno los distinga claramente.

En planeamiento curricular los mapas pueden resultar de gran utilidad, ya que presentan en una manera altamente concisa los conceptos y principios clave a ser enseñados. La organización jerárquica del mapa sugiere la secuencia óptima para presentar el material de instrucción. Como la principal característica del aprendizaje significativo es la integración del nuevo material con el conocimiento previo del estudiante, proceder desde lo más general hacia lo más específico sirve para motivar al alumno y comprometerlo a lograr un aprendizaje significativo.

Es así que para esta tarea nosotros como docentes debemos construir un “macro-mapa” que muestre las ideas más importantes que planeamos introducir en el curso, para luego construir mapas más específicos o “micro-mapas” que mostrarán la estructura de conocimientos de un segmento muy específico del programa de instrucción.

La primera 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.

Los mapas conceptuales no son solamente algo nuevo para hacer, sino que sirven también para dar validez al conocimiento de los estudiantes y originar 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.

¿CÓMO SE CONSTRUYEN BUENOS MAPAS CONCEPTUALES?

Para aprender a construir buenos mapas conceptuales es importante comenzar definiendo un dominio de conocimiento determinado, que sea muy familiar para la persona que va a construir el mapa. Como la estructura del mapa depende del contexto en el cual será utilizado, es importante crear un contexto que ayude a determinar la estructura jerárquica del mapa conceptual. También ayudará seleccionar un dominio de conocimiento limitado, para construir el primer mapa.

Una vez seleccionado el dominio, la próxima etapa consiste en identificar los conceptos centrales de ese dominio. Estos conceptos se colocan encolumnados, para luego ordenarlos desde el más general o inclusivo hasta el más específico o menos general. Este primer ordenamiento sólo será aproximado, pero ayuda a comenzar el proceso de construcción del mapa.

La próxima etapa es la construcción del mapa preliminar. Esto puede hacerse escribiendo los conceptos en trozos de papel, si se trabaja sobre una mesa. Otra opción es utilizar alguno de los programas especialmente preparados para realizar los mapas con la computadora, especialmente el denominado Cmap-Tool, que fue desarrollado por el IHMC (Institute of Human and Machine Cognition) perteneciente a la University of West Florida (USA) y es de uso gratuito para fines educativos. (Puede bajarse del sitio: <http://cmap.coginst.uwf.edu>)

Es importante reconocer que un mapa conceptual nunca estará totalmente terminado. Luego de haber construido el mapa preliminar, siempre es necesario revisarlo tres o cuatro veces. Los buenos mapas nunca surgen del primer intento, siempre requieren tres o cuatro revisiones, siendo este el motivo que hace tan útil el uso de los programas especialmente desarrollados para construir mapas conceptuales. Luego del mapa preliminar, se deben buscar uniones transversales, que son enlaces entre diferentes dominios de conocimiento, que ayudan a ilustrar como se relacionan estos dominios entre sí. En cada casilla del mapa se deben colocar solamente conceptos tratando de evitar el uso de oraciones dentro de ellas. El uso de oraciones pone de manifiesto que con ellas se puede crear una sub-sección nueva en ese mapa.

Mapas lineales pueden indicar una comprensión pobre del material o bien una estructuración inadecuada del mapa.

Los estudiantes muchas veces comentan las dificultades que se les presentan cuando proceden a buscar los nexos o relaciones transversales entre conceptos que aparentemente no están relacionados entre sí. Sin embargo, cuando encuentran la palabra o frase apropiada para esos nexos, experimentan esa sensación de satisfacción personal que se siente como resultado de llevar a cabo tareas creativas; es lo que los psicólogos identifican como tareas mentales de alto nivel, como lo son las de evaluación y síntesis de conocimientos. Vemos entonces que los mapas conceptuales son una forma sencilla de alcanzar altos niveles de operaciones cognitivas, lo que también los convierte en una poderosa herramienta de evaluación.

LOS MAPAS CONCEPTUALES Y EL APRENDIZAJE COOPERATIVO

Existen numerosas investigaciones que muestran cómo los estudiantes, trabajando en pequeños grupos de cooperación mutua, obtienen resultados altamente positivos desde los puntos

de vista cognitivos y afectivos, cuando lo hacen compartiendo significados, mientras construyen mapas conceptuales. Es notoria la mejora que se puede observar en los significados y estructuras jerárquicas de los mapas construidos cooperativamente por grupos de estudiantes, guiados por sus docentes, durante su trabajo en las aulas. Además esta situación ha sido observada, no sólo en los salones de clase, sino en otros ámbitos de estudio, donde ha servido para clarificar la comprensión de las más diversas tareas, como ser los conceptos subyacentes en la teoría de la asimilación, resolución de conflictos laborales, comprender las relaciones costo-beneficio en las empresas etc. En efecto, los mapas conceptuales se utilizan también en los ámbitos empresarios para ayudar a los equipos de trabajo a articular y clarificar los conocimientos necesarios para resolver los problemas más diversos que se puedan presentar, desde el diseño de nuevos productos a la resolución de conflictos de gerenciamiento.

Podemos decir que las aplicaciones mencionadas precedentemente y muchas otras, son posibles, gracias a que los mapas conceptuales ayudan notablemente en los procesos mentales propios de la creatividad, principalmente por dos de sus características: La estructura jerárquica que está representada en un buen mapa, y la habilidad para buscar y caracterizar las uniones transversales. Otra característica que se puede considerar, es el agregado de ejemplos específicos de objetos o eventos que ayudan a clarificar el significado de determinados conceptos.

Recordando la teoría de la asimilación, podemos ver que los mapas conceptuales favorecen los tres requerimientos planteados por Ausubel para lograr aprendizajes significativos.

- a) El material a ser aprendido debe ser conceptualmente transparente y presentado con lenguaje y ejemplos relacionables con el conocimiento previo del aprendiz. Los mapas conceptuales ayudan a cumplir esta condición mediante la identificación de los conceptos amplios y generales antes de la instrucción y permitiendo definir las secuencias de las tareas de aprendizaje, diferenciando progresivamente los conceptos que serán anclados a la estructura cognitiva en desarrollo.
- b) El aprendiz, debe poseer conocimiento previo relevante. Esta condición es fácil de lograr en toda persona mayor de tres años en cualquier dominio del conocimiento. Los mapas conceptuales son una excelente herramienta que permite explicitar y clarificar ese conocimiento previo relevante.
- c) El aprendiz debe elegir aprender significativamente. La aplicación de los mapas a tareas de aprendizaje, favorecidas por los docentes, permite a los estudiantes involucrarse en procesos propios del aprendizaje significativo, como cuando se

procede a organizar los conceptos jerárquicamente, descubrir relaciones transversales etc.

GUÍA PARA INICIAR A LOS ALUMNOS EN EL USO DE MAPAS CONCEPTUALES

Usted puede aprender conceptos poco familiares memorizándolos. Una definición, por ejemplo, puede ser aprendida repitiéndola una y otra vez hasta ser capaz de poner las palabras correctas en orden apropiado. Usted puede elegir, en cambio, integrar la nueva información con lo que Usted ya sabe, actitud que le facilitará el aprendizaje significativo. ¿Cómo se puede lograr eso? El uso de los mapas conceptuales constituye un buen comienzo.

Cinco pasos se recomiendan para la confección de un mapa conceptual:

- 1 - Identifique los conceptos.
- 2 - Establezca un orden jerárquico para los conceptos.
- 3 - Relacione un concepto con otro por medio de palabras de enlace, que vayan del concepto más general al más específico.
- 4 - Busque enlaces transversales,
- 5 - Examine la estructura del mapa.

1 - Identifique los conceptos. Usted querrá saber cuál es la definición de la palabra concepto. Para la mayoría de las personas, un concepto involucra una idea general, especialmente las referidas a clases o categorías de objetos o procesos. Otra definición es: “Los conceptos describen el conjunto de regularidades percibidas en objetos o eventos y se designan con un símbolo”. Se hace evidente que la atención que Usted preste a esas regularidades dependerá de los conceptos ya existentes en su estructura cognoscitiva. En la percepción de regularidades, lo que Usted ya sabe juega un papel preponderante y enfatiza la importancia del conocimiento previo en la adquisición del nuevo conocimiento. Esta es la base del aprendizaje significativo. Si Usted está estudiando Cinemática, por ejemplo, seguramente hallará que conceptos como velocidad, aceleración, terna de referencia, vector posición o vector desplazamiento, son conceptos centrales.

2) - Establecer un orden para los conceptos: En este paso será necesario que Usted tome algunas decisiones acerca de cuál es la importancia de un concepto en relación a los otros conceptos seleccionados. Los conceptos deberán ser ubicados en orden escalonado desde lo más general hacia lo más específico. A este orden se lo llama orden jerárquico.

Durante el ordenamiento, Usted verá que emergen distintos niveles de jerarquía. Lo que determina el nivel de jerarquía de un concepto es el contexto. El orden jerárquico de los conceptos no es fijo, sino que depende del contexto: las relaciones entre los conceptos pueden

ser alteradas por el contexto. Todos los conceptos en un mismo nivel corresponden a idéntico grado de generalidad o especificidad. En el mapa conceptual, este ordenamiento jerárquico adquirirá una representación pictórica.

Cinemática es el contexto del ejemplo que se desarrollará aquí. En él, el concepto de aceleración es el más general (o el más importante). Por lo tanto, el orden jerárquico de los conceptos podrá ser: aceleración, velocidad, vector posición y terna de referencia.

- Aceleración
- Velocidad
- Vector posición
- Terna de referencia

Es importante destacar que si estuviéramos estudiando Dinámica, el contexto sería diferente y otros conceptos (por ejemplo el concepto de fuerza), serían más generales que aceleración. En ese caso, aceleración debería estar en un nivel más inferior dentro del orden jerárquico.

(3) - Relacionar un concepto con otro: Aquí se trata de determinar las relaciones entre dos conceptos particulares. En un mapa conceptual estas relaciones o enlaces se representan con líneas con un rótulo conteniendo palabras que identifican la asociación existente entre los conceptos individuales.

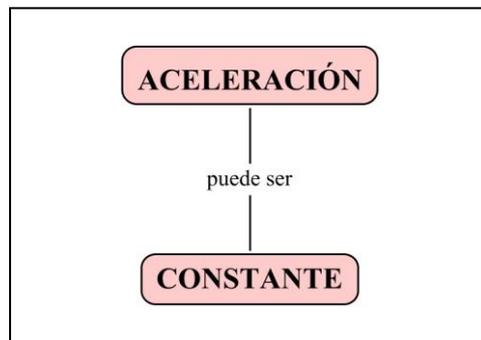


Figura 6.3: Muestra la proposición "la aceleración puede ser constante".'

Estos conceptos así relacionados por un enlace se llaman relaciones proposicionales. Por ejemplo, si lo que queremos expresar es: "La aceleración puede ser constante", en el lenguaje de los mapas deberemos escribir como muestra la Figura 6.3 Los enlaces pueden ser:

- 1 - Un nexo conectivo simple. Ejemplo: "puede ser".
- 2 - Una relación general. Ejemplo: la aceleración "aumenta con" la fuerza.
- 3 - Algunos enlaces pueden, a su vez, implicar conceptos. Por ejemplo, la relación entre velocímetro y velocidad podría ser "medida": los velocímetros "miden" la velocidad. Aquí el enlace "miden" involucra el concepto de obtener información en algún tipo de escala. En este

tipo de enlaces deberá examinarse cuidadosamente el contenido de los conceptos, si el concepto implícito es relevante para su mapa conceptual, podrá explicitarse.

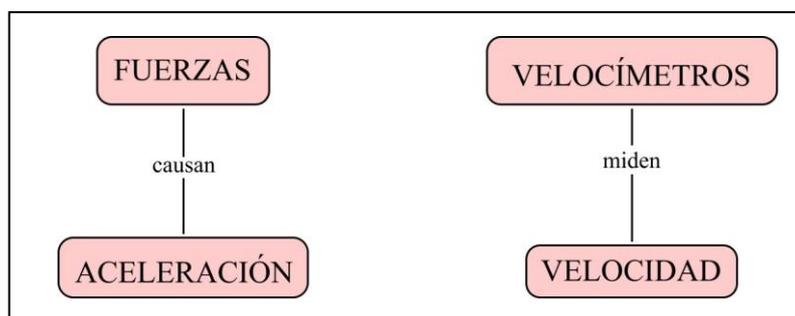


Figura 6.4: Los enlaces o nexos, también pueden ser conceptos

La Figura 6.4 muestra un ejemplo de conceptos que están a su vez unidos por enlaces que también son conceptos.

Las diferencias entre los enlaces que Usted encuentre y los que encuentren otros estudiantes, pueden reflejar las diferencias en los conocimientos previos de cada individuo. Algunos nexos entre conceptos no pueden realizarse si el estudiante no tiene conceptos previos que sean relevantes. La variación en cantidad y calidad de los enlaces distingue a expertos y novicios en la confección de mapas conceptuales. Cuanto más sepa Usted de un tópico, más relaciones explícitas hallará entre conceptos o conjunto de conceptos. La experiencia también le permitirá establecer una mejor jerarquía.

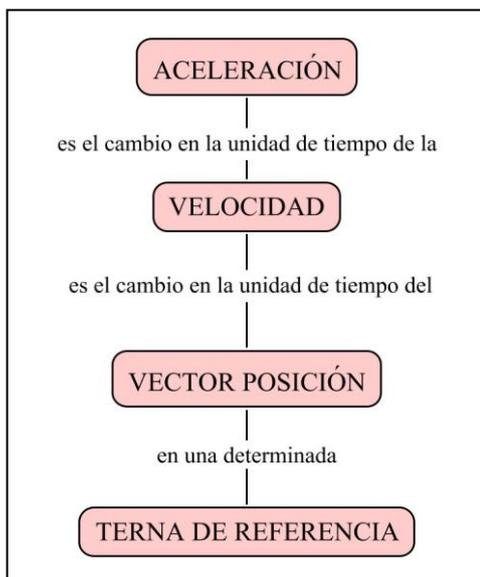


Figura 6.5: Un mapa con los conceptos centrales de la Cinemática.

Por lo tanto, puede afirmarse que los mapas conceptuales no son representaciones fijas o inmodificables del conocimiento de una persona o estudiante determinados, sino que sólo

representan la estructura conceptual en un momento dado y que pueden mortificarse, ya sea a lo largo del tiempo o por la adquisición de nuevos conocimientos, lo que se refleja en la aparición de nuevos enlaces, nuevos conceptos y/o nuevas relaciones. La Figura 6.5 muestra un ejemplo simple de algunos conceptos centrales en Cinemática y sus relaciones.

Un buen mapa conceptual es una representación bidimensional de su conocimiento acerca de un tema en un determinado momento. Usted podrá también reconocer que no existe un único mapa correcto para un tópico específico. Existirán disparidades debidas a la diferencia del conocimiento previo, de su juicio personal y del contexto particular. A medida que Usted vaya aprendiendo más acerca de ese tema, cambiarán los enlaces entre conceptos, podrá cambiar el orden jerárquico establecido en un principio y los enlaces podrán ser más variados. En la Figura 5.6 se agregaron los conceptos de distancia y desplazamiento.

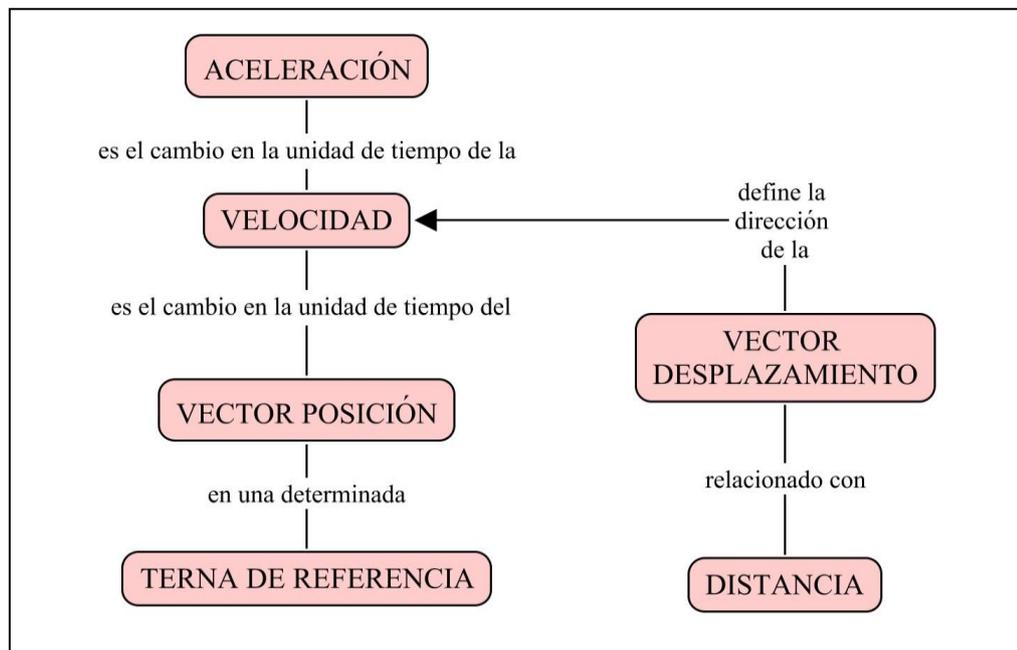


Figura 6.6: Se agregan más conceptos al mapa, incrementando los significados de los anteriores

(4) - Busque enlaces transversales: a medida que Usted vaya añadiendo conceptos en su mapa conceptual, hallará que existen más relaciones que las determinadas por la jerarquía de los conceptos. A estas conexiones se las llama enlaces transversales.

En este paso se deberán buscar estas relaciones entre todos los conceptos. Este reconocimiento de enlaces transversales se convierte en una búsqueda creativa, desde que surgen nuevos significados para su conocimiento y aumenta su comprensión. La identificación de nuevas relaciones puede requerir la incorporación de conceptos adicionales. En la Figura 6.6 se ve cómo los conceptos vector desplazamiento - vector posición y velocidad - módulo de velocidad están relacionados por medio de enlaces transversales.

Al explicitar algunos enlaces transversales Usted puede usar otros marcos conceptuales por ejemplo, otras áreas de conocimiento) y de esta manera hacer uso de lo que Usted ya conoce. ¿Cómo podría añadirse el concepto de fuerza a este mapa?

5) - Examine la estructura del mapa: El propósito de este paso es analizar la disposición general del mapa conceptual y verificar si hay conceptos que no han sido bien integrados al resto con enlaces. Esta falta de integración puede deberse a que esos conceptos son menos relevantes para ese contexto en particular o a que no están asociados a su conocimiento previo. Y puede indicar que Usted necesita aumentar sus conocimientos en esa área. El aprendizaje es un proceso activo. Se puede lograr memorizando, pero la forma de aprender significativamente es integrando la nueva información con lo que ya se sabe. Este método de aprendizaje es más activo porque Usted se halla usando conscientemente sus conocimientos anteriores para construir el nuevo conocimiento.

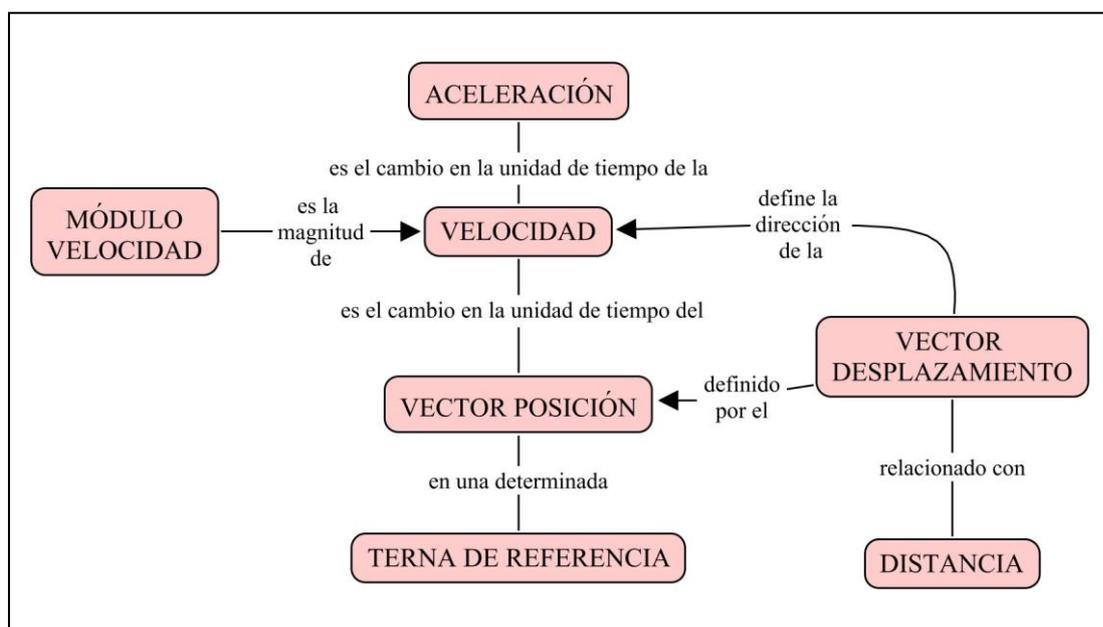


Figura 6.7 : Al agregar conceptos se pueden determinar enlaces transversales

Es por eso que afirmamos que los mapas conceptuales facilitan un aprendizaje significativo. Se basan en las relaciones entre ideas y le permiten usar lo que ya sabe mientras aprende una nueva idea.

SUGERENCIAS PARA LA ENSEÑANZA DE MAPAS CONCEPTUALES

Se enumerarán a continuación una serie de sugerencias y precisiones para ayudar a los docentes y alumnos en la construcción de mapas conceptuales.

El ritmo de avance en la enseñanza del mapeo conceptual dependerá de las condiciones particulares de la institución educativa, del nivel de los estudiantes y del grado de dificultad de la materia.

Es aconsejable que distribuya copias del mapa conceptual para su presentación. Permita que los estudiantes estudien el mapa conceptual a medida que realizan su lectura. Esto les dará una idea de lo que es un mapa conceptual, cómo está estructurado y cómo puede ser usado.

Cuando los estudiantes estén preparados para intentar construir solos su propio mapa, elija una lectura que sea particularmente corta y cuyos conceptos ya les sean familiares.

Ejercite a los estudiantes en la identificación de los conceptos básicos en una lectura, a establecer un orden de importancia y a construir el mapa con la información que ellos tienen. (Podría ayudar, y hasta ser interesante para los alumnos, usar pequeños trozos de papel para escribir los conceptos. Algunos han expresado que hacer un mapa conceptual se asemeja al ensamble de un rompecabezas, por lo que, quizás, el docente debiera encarar esta tarea desde ese punto de vista.)

El docente no deberá sorprenderse de las diferencias entre los mapas conceptuales desarrollados por los alumnos. No todos los conceptos van a ser identificados, algunos alumnos no obedecerán la regla de "general a específico", mientras que otros pueden tener dificultades para determinar el concepto más inclusivo. A medida que los estudiantes se familiarizan con los mapas conceptuales y con su construcción, frecuentemente estas dificultades desaparecen. Por lo general se logran adecuadas producciones después de tres o cuatro semanas de ejercitación guiada.

Puede ser de gran utilidad que el docente construya con los alumnos el mapa conceptual en el pizarrón.

A veces la construcción puede ser grupal sobre un trozo de texto.

A medida que los alumnos adquieren destreza en la confección de mapas, el docente deberá examinar más atentamente las líneas que conectan los conceptos en el mapa. Dado que estas líneas representan las relaciones entre los conceptos, es imprescindible que el docente se asegure de la comprensión de estas relaciones.

Dos criterios de apreciación de los mapas conceptuales han sido desarrollados: uno valora los que podrían llamarse "grandes rasgos" e intenta obtener una imagen general de cómo el estudiante está progresando en su habilidad para confeccionar los mapas. El segundo criterio apunta a una "visión pormenorizada" y pone bajo análisis algunas de las características de los mapas conceptuales estableciendo un criterio más exigente para el juzgamiento del mismo.

PRECISIONES QUE AYUDAN A DOCENTES Y ALUMNOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE MAPAS CONCEPTUALES

Un mapa conceptual no tiene por qué ser simétrico. Esto no debe preocuparnos.

Un mapa conceptual es visualmente eficiente. Esto significa que es una manera rápida y eficaz de representar los conceptos de una disciplina. Esto debería recordarnos que el mapa conceptual que nos convenza puede aparecer recién después de varios ensayos. Estos intentos representan un esfuerzo destinado a mostrar en detalle los conceptos y sus relaciones de la manera más efectiva y coherente.

Generalmente resulta más fácil el uso de los sustantivos que de los verbos, y en este cambio no se produce pérdida alguna de significación. En oportunidades, se hallará conveniente expresar conceptos utilizando otra palabra derivada de la que aparece en el texto.

A veces resulta aconsejable añadir ciertos conceptos, aunque ellos no sean relevantes desde el punto de vista científico. El propósito de esta inclusión es aclarar la intencionalidad del mapa y representar más fehacientemente la forma del texto.

Finalmente debemos recordar que no existe un mapa conceptual CORRECTO o PERFECTO, sino mapas conceptuales que se hallan más cerca de los significados de los conceptos para el constructor de ese mapa y para los que lo leen.

¿PORQUÉ LOS MAPAS CONCEPTUALES FACILITAN EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO?

1. La gran posibilidad de aplicaciones distintas, la naturaleza indiosincrática de los mapas y el requisito de comprensión de los enlaces para construirlos, son un excelente vehículo para guiar a los estudiantes hacia el aprendizaje significativo
2. Darle a los estudiantes consignas que impliquen el uso de MC incrementa la responsabilidad de los mismos por su propio proceso de aprendizaje.
3. Los enlaces mal contruidos permiten a los estudiantes detectar sus propias concepciones alternativas.
4. Los M.C. ayudan a darle sentido a muchos términos difíciles de un capítulo y organizarlos en un todo comprensible.
5. Compartir MC en forma grupal ayuda a los alumnos a negociar el significado de muchos conceptos e ideas, pudiendo así tomar confianza en sus propios conocimientos.
6. Trabajar MC en grupo ayuda a los estudiantes a hablar sobre ciencias y testear sus propios pensamientos.

7. Los MC dirigen la atención del estudiante, sus compañeros y el docente a un número reducido de conceptos importantes.
8. Completado el aprendizaje, los MC pueden proporcionar un resumen esquemático de todo lo aprendido.
9. Representan los conceptos en orden jerárquico arrancando de lo más general hacia lo más específico.
10. Conducen a **actividades creativas** cuando los docentes y alumnos buscan más significados compartiendo un mapa.
11. Aprovechan el aspecto distintivo del aprendizaje humano empleando símbolos para representar regularidades.
12. Favorecen la sensación de realización y autoestima del alumno al “negociar” significados con el docente.
13. Una vez que el alumno aprende a preparar mapas conceptuales, pueden usarse como herramientas de evaluación en los 6 niveles: conocer, comprender, aplicar, analizar, SINTETIZAR Y EVALUAR.

En resumen: ¿Cómo se construye un mapa conceptual?

(Los pasos que se refieren, basados en NOVAK (1981), pueden ser seguidos individualmente, en pequeños grupos o con la participación de toda la clase)

1. Identificar los conceptos clave en un párrafo, informe de investigación, capítulo de un libro etc. O simplemente en los conceptos de un tema de un área de conocimiento y hacer una lista con ellos. Limitar el número de conceptos a unos diez, especialmente en las primeras experiencias con la técnica.
2. Ordenar los conceptos de la lista empezando por el más general o inclusivo (que aparecerá la parte alta del mapa) hasta el más específico (se colocará en la parte más baja).
Esta ordenación de los conceptos de acuerdo con un criterio de inclusividad decreciente es a veces difícil. En este sentido es útil tener en cuenta el **contexto**.
3. Si se trabaja con un párrafo de un texto o artículo, se estará limitado por los conceptos que aparecen en el mismo. Si se utilizan conocimientos propios, se pueden añadir conceptos más específicos a la lista.
4. Enlazar los conceptos con líneas. Etiquetar las mismas con palabras de enlace. Estas deberían definir la relación entre los conceptos para que se lea como una verdadera frase o proposición.
La conexión es la que crea significado.
5. Se pueden colocar etiquetas conceptuales y palabras de enlace sobre fichas o trozos de papel y moverlas dentro del mapa como una unidad. De esta manera la frase entera puede moverse, estableciéndose nuevas relaciones proposicionales o modificándose la posición del concepto sobre el mapa.

6. Se pueden añadir ejemplos específicos bajo las etiquetas de los conceptos.
7. Los primeros mapas tienen una pobre simetría. Aparecen grupos de conceptos aislados, especialmente si los consideramos en relación con otros conceptos más estrechamente conectados. Puede ser útil en estos casos, y después de releer el texto, reconstruir el mapa.
De cualquier forma, no es importante ya que en definitiva la simetría del mapa está fuertemente condicionada por las características del texto.
8. No existe como es lógico, una sola forma de mapa conceptual. En la medida en que cambie la comprensión de las relaciones entre los conceptos, lo harán también los mapas. Es precisamente esta circunstancia la que da al mapa su fuerza y flexibilidad.
9. La referencia a mapas conceptuales previos puede ayudar al alumno a visualizar el proceso evolutivo de su comprensión conceptual.

EL MÉTODO CIENTÍFICO Y LA HISTORIA DE LA CIENCIA

En su libro "Una introducción moderna a la Mecánica", el Físico de partículas J. Reichert, analiza el método científico con sentido crítico, respecto de su utilización en la producción del conocimiento en la Física, (Reichert, Jonathan F. 1991). Lo que sigue constituye una traducción del autor (resumida y extendida a otras ciencias) del mencionado análisis.

No es necesario destacar la importancia que tiene en la actualidad el estudio de las ciencias, dado que es por todos compartido el concepto de que consiste en la mejor metodología para la explicación de los fenómenos naturales. Sin embargo, existe una concepción alternativa muy común en cuanto a considerar que la producción de conocimiento científico consiste en proceder de acuerdo a una serie de etapas perfectamente ordenadas y prolijas conocidas como el "método científico", introducido primeramente por Francis Bacon a principios del siglo XVII. En su libro *The Scientific Outlook*, Bertrand Russell describe una versión moderna del método científico diciendo que consiste en tres etapas:

- 1) Observar los hechos significantes.
- 2) Postular hipótesis que, de ser ciertas, explican los hechos observados.
- 3) Deducir de las hipótesis futuras consecuencias, que podrán ser examinadas por otras observaciones.

Si las consecuencias previstas resultan ser incorrectas, las hipótesis deberán ser rechazadas, y reformuladas. Como resultado de este proceso concluiríamos que la ciencia progresa en una forma ordenada y armoniosa. Sin embargo la historia científica no parece coincidir con esta descripción del método. La descripción de Russell deja muchas preguntas abiertas: ¿cómo saber por anticipado cuáles son los "hechos significativos"? Mientras

estudiamos la dispersión de partículas elementales ¿deberemos registrar la temperatura ambiente, la presión atmosférica o la distancia al centro de la tierra? Se ve aquí que es el marco teórico apropiado el que determina cuáles parámetros deberán ser considerados importantes; sin ese marco teórico nos veríamos obligados a considerar un número ilimitado de variables en cada experimento.

El siguiente paso, de acuerdo a Russell, es verificar si la hipótesis es verdadera, con lo cual se explicarían los hechos observados experimentalmente. Pero, en cualquier experimento hay límites en la exactitud de las medidas y es imposible eliminar totalmente las influencias extrañas. Por ejemplo, un experimento puede producir datos que hayan sido anticipados por la teoría, pero, ¿cómo estaremos seguros de que todas las fuerzas e interacciones han sido consideradas en la teoría? De hecho, algunas conjeturas teóricas se hicieron en base a datos contradictorios, como por ejemplo, la propuesta de Galileo de que los cuerpos continúan su movimiento en línea recta y a velocidad constante a menos que una fuerza externa actúe sobre ellos. Es obvio que Galileo llegó a esta hipótesis fundamental en base a innumerables datos de objetos en la Tierra que no aparentan moverse en la forma descrita por él. Sin embargo Galileo pudo extrapolar, a partir de sus propios experimentos, a los casos en que el rozamiento no está presente, a pesar de que nunca logró eliminar totalmente la influencia del rozamiento en sus experiencias. Por lo tanto, su hipótesis no surgía de los hechos observados.

Parecería que Russell presenta una imagen de la Ciencia describiendo sus procesos de descubrimiento como algo prolijo y ordenado. Nada está más lejos de la verdad. La Ciencia es una empresa excitante, contradictoria y llena de luchas, descubrimientos, egos, cooperaciones, con seres humanos en el centro de esta "tormenta". Los descubrimientos no siempre aparecen por donde uno los espera, y solamente unos pocos cambian enteramente nuestra forma de ver la Naturaleza. Desde esta perspectiva podríamos definir la Ciencia como la búsqueda del entendimiento del Universo mediante un complejo intercambio entre especulaciones, construcciones teóricas formales y experimentaciones.

El punto de partida de este intercambio no siempre es el mismo, como podemos observar analizando algunos de los importantes avances de la Física. En algunos casos las ideas teóricas fueron bien anteriores a la evidencia experimental, pero también existen otros casos donde los datos experimentales precedieron el desarrollo teórico de su significado.

Un ejemplo del primer caso es la Teoría Especial de la relatividad propuesta por Einstein en 1905, seguida 10 años después por la Teoría General de la Relatividad. Aunque todavía se discute cuáles fueron los datos experimentales que ayudaron a Einstein a predecir su teoría, la evidencia histórica sugiere que Einstein no estaba respondiendo a inexplicables hechos experimentales, sino que su teoría se originó en una perspicacia especial para entender la naturaleza del Universo. Los intentos para confirmar la teoría con datos experimentales comenzaron cerca de 30 años después de la publicación original de Einstein.

Otro ejemplo es la verificación experimental de la existencia del neutrino, propuesta originalmente por Wolfgang Pauli para explicar los datos sobre el decaimiento de núcleos Radioactivos. Esto ocurrió alrededor de 1930, mientras que recién en 1953 Reines y Cowan informaron la primer observación directa del neutrino. Se entenderá mejor la razón de esta larga demora diciendo que el neutrino interactúa muy débilmente con la materia y que sólo podría ser detenido con un espesor de plomo de 40 años luz.

Como vemos, en este caso la teoría se adelantó muchos años a los datos experimentales y sin ella no se podría haber diseñado y construido aparatos capaces de detectar estas partículas tan escurridizas.

Otro ejemplo de "teoría primero" fue el descubrimiento de la partícula omega negativa. Las propiedades de estas partículas fueron brillantemente descritas por la teoría, pero nunca habían podido ser observadas, a tal punto que se dudaba de su existencia. Como hemos señalado, existen también ejemplos de procesos inversos, es decir aquellos en que los datos experimentales preceden la comprensión teórica de su significado. Un ejemplo lo constituyen los espectros de absorción y emisión de los elementos conocidos a fines del siglo XIX, antes del desarrollo de la Mecánica Cuántica. Existían libros enteros de datos sobre espectros de absorción y emisión de los gases y no se podía interpretar su significado. El estudio de la superconductividad es otro ejemplo de experimentos precediendo a la teoría. Por muchos años los físicos creyeron que nuevas interacciones fundamentales debían descubrirse antes que la superconductividad pudiera ser explicada, hasta que pudo demostrarse que el fenómeno podía entenderse mediante una aplicación adecuada de la Mecánica Cuántica y de las bien conocidas interacciones electromagnéticas.

En resumen, podemos decir que no existe una respuesta simple que dilucide qué es el método científico o cómo progresan las Ciencias. Señalaremos que las investigaciones y descubrimientos se aceleran cada vez más, la cantidad de conocimiento crece a una velocidad alarmante, como así también el número de personas involucradas en estas aventuras, dando como resultado una forma cambiante de ver nuestro mundo y a nosotros mismos. Independientemente de cómo llamemos a estos tipos de intercambio, se puede concluir que el estudio de las Ciencias es una aventura excitante de la cual todos podemos participar. Si dentro de este marco consideramos las posibilidades de acción que brinda la herramienta UVE, en lo concerniente a la construcción de nuevos conocimientos, veremos a continuación que es posible establecer un paralelismo entre el desarrollo de la ciencia y el análisis de los denominados elementos epistémicos que la UVE propone o, en otros términos, que es posible el uso de la UVE como guía de trabajo, ya sea para planificar nuevas estrategias de investigación o para el desarrollo de las teorías ya existentes. Sin que esto signifique descartar el método científico, creemos que este

esquema ofrece una serie de elementos que facilitan la ardua tarea del científico y el proceso de reconstrucción del conocimiento que se lleva a cabo en cada instancia de aprendizaje. Varios ejemplos de esta interesante aplicación, pueden encontrarse en la conocida obra de Novak y Gowin "Aprendiendo a Aprender". (Novak, J. D., y Gowin, D. B. 1984)

LA UVE HEURÍSTICA DE GOWIN

Se llama heurística a la herramienta utilizada como ayuda para resolver un problema o comprender un procedimiento.



DONALD B. GOWIN (Nacido en 1926)

Es Professor Emeritus de Cornell University. Es conocido por el desarrollo de la herramienta UVE que lleva su nombre, en la década de los 70.

La "UVE" heurística (o diagrama en "V") fue desarrollada en sus orígenes para ayudar a los estudiantes ya 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 ellos y que si estas relaciones no están bien establecidas en la estructura intelectual, el diagrama reflejará, posiblemente, una de las antes mencionadas concepciones espontáneas. En tal caso, 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 a la 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 a 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 la UVE del conocimiento, tal como se grafica en la Figura N° 6.8.

Comenzamos con algunas importantes citas sobre la:

PREGUNTA CENTRAL

“EL NACIMIENTO DE LA CIENCIA MODERNA SE REMONTA AL MOMENTO EN QUE, A LAS PREGUNTAS GENERALES, LAS HAN SUSTITUIDO LAS PREGUNTAS LIMITADAS. EN LUGAR DE PREGUNTAR: ¿CÓMO HA SIDO CREADO EL UNIVERSO? O ¿CUÁL ES LA ESENCIA DE LA VIDA? SE HA PREGUNTADO: ¿CÓMO CAE UNA PIEDRA? O ¿CÓMO CIRCULA LA SANGRE EN EL CUERPO? ESTE CAMBIO HA TENIDO UN RESULTADO SORPRENDENTE, MIENTRAS QUE LAS PREGUNTAS GENERALES NO RECIBÍAN MÁS QUE RESPUESTAS LIMITADAS, LAS PREGUNTAS LIMITADAS CONDUCCIÓN A RESPUESTAS CADA VEZ MÁS GENERALES”

Francois Jacob, premio Nóbel de Medicina, 1965

“LA CIENCIA CONSISTE EN COLGAR PREGUNTAS A LAS CERTIDUMBRES MÁS LOGRADAS”

Ortega y Gasset

“LA CIENCIA ES POR ESENCIA PREGUNTA, PROBLEMATICIDAD. EN CUANTO PASAMOS DEL QUÉ, EL PORQUÉ DE LA CONSIGNACIÓN DE LOS HECHOS HASTA LA DEVELACIÓN

DE TODOS LOS FUNDAMENTOS QUE LOS HACEN INTELIGIBLES, EMPEZAMOS A SITUARNOS EN LA VERTIENTE CREADORA”

Martín Heidegger

Trataremos ahora de ir analizando punto por punto los componentes de la UVE a partir de un ejemplo: la versión libre de la biografía de Copérnico, de forma tal que nos permita ubicar los distintos componentes epistemológicos:

Pregunta central: Cada vez que el ser humano conquista un nuevo conocimiento parte de un interrogante. Copérnico dudaba de las afirmaciones de Aristóteles y se planteaba una y otra vez la cuestión del sol girando alrededor de la Tierra y hallaba que algo no cerraba. Había definido la pregunta o cuestión fundamental que lo motivaría, inspiraría y movilizaría a encarar una reformulación del significado de su experiencia: "¿Es el sol el que gira en torno a la Tierra?"

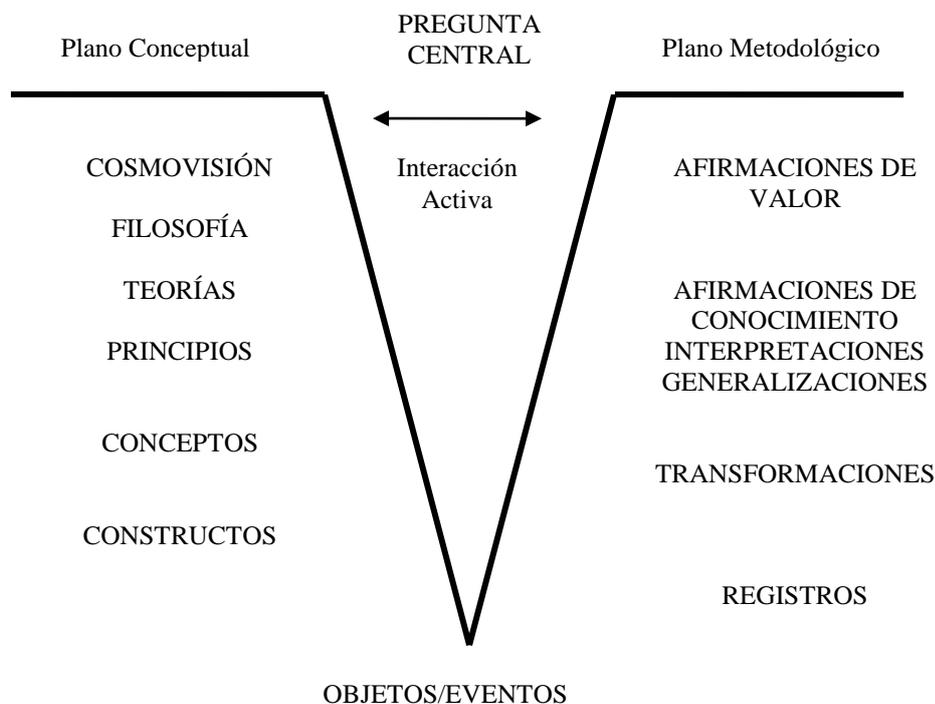


Figura N° 6.8: La UVE heurística como una representación de la estructura del conocimiento: una docena de elementos epistémicos. (Gowin, 1987)

Objeto/evento: A fin de resolver el enigma, Copérnico contemplaba día tras día la trayectoria descrita por el sol en el firmamento. Los amaneceres y la puesta del astro eran sus horas predilectas. Ese evento, ese hecho cotidiano del sol asomándose en sus mañanas era motivo permanente de indagación y análisis. Ése fue el objeto o evento (acontecimiento) cuya observación, estando íntimamente ligada a su pregunta, le permitió contestarla.

Cosmovisión: Evidentemente la forma de Copérnico de mirar ese evento en nada se asemeja a la de Neil Armstrong (Primer astronauta en pisar el suelo lunar) desde su nave espacial, ni a la de los niños que pueblan nuestras aulas. Él miraba a través de las anteojeras conceptuales de su época, determinadas por lo que hasta allí se sabía sobre el tema. La humanidad en su conjunto aceptaba como válida la explicación de Aristóteles y veían a la Tierra como centro del Universo. Copérnico, si bien descreía de eso, no podía estar ajeno a la influencia de esas ideas. Lo mismo sucede con nosotros cada vez que nos planteamos un problema, miramos el objeto o el acontecimiento a ser estudiado desde el marco conceptual de nuestro conocimiento previo. Es decir que el primer factor que influencia nuestra construcción de conocimientos, es justamente nuestra cosmovisión, o sea nuestra “visión acerca del mundo que nos rodea”

Filosofía: “El hombre como dueño y señor de lo creado”, era la filosofía imperante en ese entonces. Copérnico, al igual que sus contemporáneos, tenía esa imagen del Universo y creían que la relación entre el conocimiento de la naturaleza y el ser humano era de sumisión y pertenencia. Su filosofía, pues, emanaba de esa particular manera de concebir el mundo y al hombre dentro de él, de acuerdo al conocimiento imperante en ese momento. O sea que la segunda influencia importante en la construcción de conocimientos es la filosofía que cada uno de nosotros acepta como válida, teniendo en cuenta el significado original del término: “amor al saber o conocimiento”

Teorías: Aristóteles había dado en explicar el movimiento solar con la teoría de que el Sol giraba en torno a la Tierra. Su teoría explicaba las causas inmediatas de ese fenómeno determinado o de ese grupo de fenómenos relacionados. Era su teoría y como tal, su explicación de lo que él podía observar en su época. Las teorías tratan de explicar el “porqué” la naturaleza se comporta de la forma en que lo hace.

Principios: Uno de los principios de la teoría de Aristóteles explicaba con lujo de detalles cómo era el carruaje que transportaba al sol en su viaje, es decir que Aristóteles enunciaba su teoría con una serie de afirmaciones o postulados. Esos postulados o principios eran, entonces, las proposiciones o razonamientos que, eslabonados daban forma al cuerpo de su teoría.

Los principios describen el “cómo” se comporta la naturaleza, es decir que son menos elaborados que las teorías, a pesar que muchas veces es difícil la distinción entre principio y teoría.

En efecto muchas veces un solo principio constituye una teoría, otras veces podemos decir que una teoría está constituida por un conjunto de principios.

Finalmente se pueden definir los principios como proposiciones significativas formadas por dos o más conceptos relacionados entre sí.

Conceptos: Según D. Ausubel concepto es el “**conjunto de regularidades percibidas en objetos o eventos que responden a una etiqueta**” (el nombre) y que tienen suficientes elementos en común como para permitirnos la comunicación. Así Copérnico manejaba los

términos (conceptos) Sol, Tierra, movimiento, desplazamiento, etc. en sus largas charlas de café.

Este era el bagaje completo con el que Copérnico contaba para PENSAR; de allí en más debía comenzar a HACER.

Registros: Un buen día Copérnico se cansó de tener ese interrogante rondando en su cabeza y resolvió comenzar a tomar apuntes de sus observaciones; luego de unos cuantos meses había llenado varios rollos con datos de variada utilidad. Los datos registrados a partir de las observaciones y mediciones constituyen los “hechos”

Transformaciones: Cada vez que repasaba sus notas este buen señor comprendía que así desorganizados sus registros tenían escaso valor. Fue entonces cuando decidió organizar los datos, realizar cálculos y disponer la información de manera tal de poder sacar conclusiones. En mucho le hubiera podido ayudar la estadística y la graficación por computadora, pero aún no se habían inventado. Las transformaciones nos permiten organizar los registros de manera tal que podamos interpretarlos y sacar conclusiones sobre sus relaciones y regularidades. En especial el analizar los registros en formas de gráficos, hace a los científicos afirmar que los gráficos son “maquinitas que ayudan a pensar”

Afirmaciones de conocimiento: Una vez que hubo acomodado y transformado toda la información proveniente de la observación, él aprendió y pudo finalmente contestar **su pregunta central**, con una afirmación de conocimiento: la Tierra gira en torno al Sol. Esta aseveración respondió específicamente al cuestionamiento inicial y fue consecuencia directa de las transformaciones realizadas. Las afirmaciones de conocimiento son los resultados del análisis de las transformaciones y, de comprobarse su validez, se constituyen en principios o leyes que pasan a formar parte de las teorías. Muchas veces estas afirmaciones se contradicen con leyes o principios aceptados hasta entonces, surgiendo así nuevas preguntas centrales, que son el inicio de nuevas investigaciones o nuevas construcciones de conocimiento, que además alimentan todo el proceso de investigación científica.

Al no revestir el carácter de “hipótesis confirmada” las afirmaciones no constituyen la verdad última, por lo que pueden considerarse como verdades tentativas, que pueden dejar de serlo cuando nuevas evidencias científicas así lo indiquen, como sucedió con la teoría aristotélica heliocéntrica.

Como vemos la historia de la ciencia, apoya la postura constructivista sobre lo tentativo del conocimiento y de la verdad última.

Afirmaciones de valor: En esta etapa se formulan conclusiones que ya no están estrechamente relacionadas con el manejo de los datos, sino que son más bien estimaciones del que aprende que tienen que ver con el valor que le atribuye a las nuevas proposiciones halladas. Aquí es donde comenzaron los dramas. Copérnico cayó en la cuenta de que era necesario modificar la cosmovisión y la filosofía que había sostenido hasta el momento. Fue así que Galileo, partiendo del nuevo marco conceptual copernicano, comenzó a

difundir esas ideas en una campaña de publicidad que, al pobre Galileo, casi le cuesta la vida.

Reitero que es ésta una versión libre y heurística de la evolución del pensamiento copernicano, que diferirá seguramente con cualquier intento serio de relatar su biografía. Pero, creo que a través de esta humorada habremos podido identificar los componentes epistémicos intervinientes en la construcción de un nuevo conocimiento y no se nos escapará la profunda interrelación entre el lado izquierdo de la UVE (el lado del pensar o teórico) y el lado derecho de la UVE (el lado del hacer o metodológico), es decir, de qué manera todo nuevo conocimiento que incorporamos a nuestra estructura cognitiva modifica lo ya existente y cómo, a su vez, el conocimiento previo sirve de base a toda nueva construcción.

Comprendemos que al trabajar la UVE, por ejemplo en el nivel primario, no siempre resulta sencillo poder determinar la filosofía o la teoría con que encararemos nuestras observaciones. Esto pone de relieve una deficiencia en nuestra preparación profesional que se debe, por una parte, a que se nos preparó en todas las áreas de una manera superficial y, por otra, a la anteojera conductista de la época que sostenía que los conocimientos eran incuestionables, verdades inamovibles, por lo que no valía la pena conocer las distintas posturas teóricas.

Esta dificultad podrá ser rápidamente subsanable con el empleo de un mapa conceptual que reemplace los distintos elementos epistemológicos y que podrá igualmente explicitar el marco conceptual en que nos movemos. También podremos registrar en este sector las ideas previas de los alumnos sobre un determinado fenómeno y permitirle luego confrontarlas con las afirmaciones de conocimiento y de valor que él mismo formule al fin de la reconstrucción del conocimiento ocasionada por el estudio sistemático del mismo. Estaremos favoreciendo, entonces, el logro de los objetivos procedimentales y dotando al alumno de una batería de recursos que harán posible la reconstrucción autónoma de nuevos conocimientos.

Aun en grados bajos, los alumnos son capaces de utilizar las herramientas metacognitivas con provecho, es decir como instrumentos que les permiten ir aprendiendo, también, acerca de su propio aprendizaje, mientras se familiarizan con las Ciencias.

Evidentemente, para que el docente pueda transmitir entusiasmo a sus alumnos en el uso de estas estrategias metodológicas, debe haberse apropiado con anterioridad de ellas y utilizarlas en sus tareas: planificación, evaluación, indagación sobre sus conocimientos previos y los de sus alumnos, elaboración de material de lectura y estudio para su curso, etc.

Las herramientas metacognitivas han demostrado ser sólidamente eficaces, tanto en manos de los docentes, como en la de los alumnos de la escuela primaria. Ciertamente, apropiarnos de estas estrategias requiere de un esfuerzo sostenido por parte de los docentes, ya que permanentemente debemos superar los “baches” existentes en nuestra propia estructura cognitiva. Pero, los resultados que pueden obtenerse en el aula al ver cómo, guiados por estos instrumentos poderosos, los alumnos van construyendo aprendizajes significativos, superarán largamente las expectativas iniciales.

"Así como escribir es siempre re-escribir, educar es re-educar. Es un continuo proceso de trabajar y re-trabajar, estructurar y re-estructurar las cualidades de la experiencia humana en interacción con la Naturaleza"

(D. Bob Gowin, Ithaca, New York, 1981)

Ejemplo para practicar: Aplicar el diagrama UVE en la resolución de la siguiente situación:

Un tren cuya masa vale 70.000 kg y se desplaza a 60 km/h, aplica los frenos y se detiene en 24 seg.

Se pide determinar:

- a) La fuerza que ejercieron los frenos.
- b) La distancia total recorrida luego de aplicar los frenos.
- c) La velocidad del tren a los 8 seg. Luego de haber aplicado los frenos

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 misma 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 Figura N° 6.9

Por otra parte, Gowin destaca la importancia de relacionar, en una 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).

Numerosos trabajos de investigación han revelado muy buenos resultados cuando el docente busca que sus alumnos transiten los pasos de la UVE del aprendizaje en la reconstrucción de conocimientos. Aprender es un proceso vital que tiene a la reorganización de la estructura cognitiva como actividad central. La reorganización activa que conduce a la aprehensión de un significado involucra un número importante de acciones de integración y diferenciación. Estas acciones pueden ser perfectamente visualizadas en la UVE del aprendizaje.

En primer lugar, puede afirmarse 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.

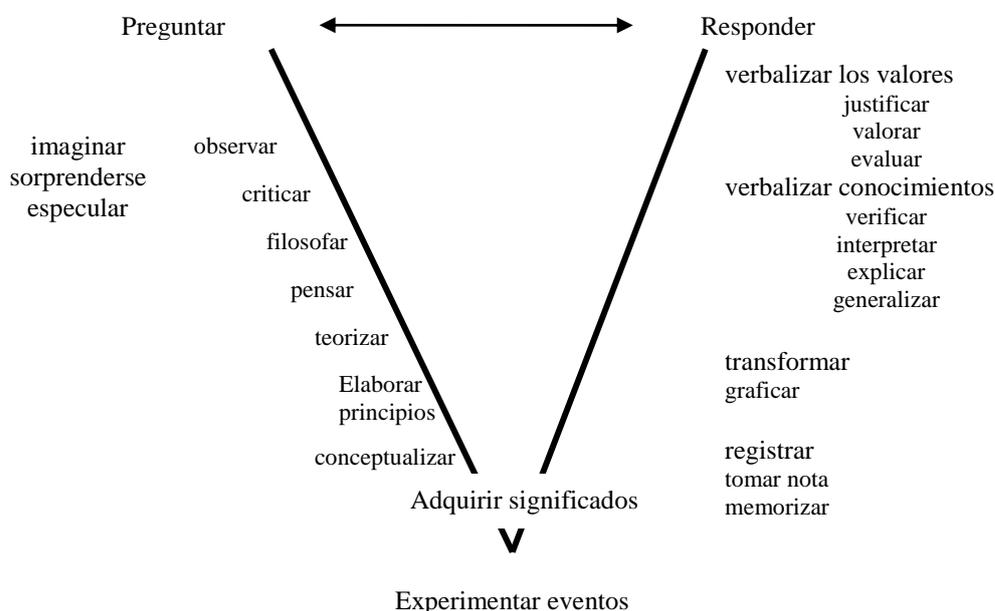


Figura N° 6.9: La UVE del Aprendizaje. (Gowin, 1987)

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 gente que sea autoridad en ese tema. Es útil, asimismo, analizar trabajos de investigación, libros, manuales, artículos y las filosofías de la disciplina. El fortalecimiento de los estudiantes aparece cuando ellos llegan a comprender en qué medida la autoridad experta también es falible, ya que entre los expertos hay 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, ellos 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. 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 proceso tanto de enseñar como de aprender.

Señalemos que en el vértice de la "UVE" se ubican los eventos u objetos y es allí donde, en algún sentido, comienza a producirse el conocimiento. Si se trata de observar regularidades, necesitaremos seleccionar eventos 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 nuestra selección de eventos u objetos a observar y los registros que decidamos hacer. Estos tres elementos: conceptos, eventos u 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 nuestro 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, siendo ésta otra de las aplicaciones de la UVE.

No resulta casual que al intentar resolver un problema los novatos apelen a conceptos limitados o específicos, mientras que los expertos tienden a abordar su resolución a partir de las grandes ideas, que son justamente las que figuran en los niveles altos de los mapas conceptuales. Tanto los mapas conceptuales como la "UVE" constituyen herramientas que nos ayudarán a dar ese primer paso hacia el logro de un aprendizaje significativo y el progreso del proceso educativo en general.

LA ENTREVISTA CLÍNICA

Uno de los primeros escollos que debe sortear el docente que intenta avanzar hacia un aprendizaje significativo, es determinar lo que el alumno ya conoce, es decir sus conocimientos previos (donde estarán incluidas evidentemente las concepciones alternativas). Y para ello, las pruebas tradicionales de diagnóstico se revelaron demasiado rígidas e insuficientes. Fue menester encontrar otro instrumento que permitiera averiguar los conocimientos previos de los alumnos con certeza, ductilidad y economía. Para tal fin aclaramos que por determinación del conocimiento previo se entiende explicitar la estructura cognitiva de los estudiantes correspondiente al área de conocimientos que se van a impartir. En otras palabras, se deben determinar cuáles son los conceptos más importantes (centrales) relacionados con el material a enseñar que se encuentran firmemente establecidos en la memoria de largo plazo, como así también la forma en que están relacionados entre ellos. Estos conceptos tienen la particularidad de ser claros y estables para el estudiante, siendo por lo tanto los más pertinentes (en términos de la teoría de la asimilación) para actuar como subsumosores del nuevo material, o, lo que es lo mismo, funcionar como elementos de "anclaje" donde la nueva información que se va a impartir quedará firmemente "encadenada".

Para el logro de tales fines, el profesor J. D. Novak, de la Universidad de Cornell, rescató la entrevista clínica, utilizada originalmente por Piaget, la adaptó con esta nueva finalidad y la utilizó ampliamente, tanto para determinar el conocimiento previo como para verificar los avances de los estudiantes a lo largo del proceso de instrucción. Entendemos como tal, el

desarrollo o crecimiento de la estructura cognitiva de los estudiantes; es decir, lo que realmente debe ser el foco de máximo interés de la educación y del docente preocupado por sus estudiantes: el logro de aprendizajes significativos. La evidencia de que este tipo de aprendizaje sea el que realmente está ocurriendo, sólo se tendrá conociendo la evolución de la estructura cognitiva del alumno en el área de conocimientos que se está impartiendo. De esta forma podemos decir que, al menos hasta el presente, no se conoce mejor alternativa para evaluar el desarrollo de las estructuras conceptuales de los estudiantes, que la combinación de las técnicas de entrevista clínica con la elaboración de los correspondientes "mapas cognitivos", entendiendo por tales, a los mapas conceptuales elaborados por los docentes, a partir de las respuestas de los estudiantes obtenidas mediante las entrevistas. Es necesario aclarar que, en rigor, los mapas que resultan no son ciento por ciento cognitivos, ya que para que lo sean, deberían ser confeccionados por los propios estudiantes. No obstante, con buena práctica de parte del docente, resultan una herramienta de alta utilidad, cuando lo que realmente se persigue, es atender al seguimiento del aprendizaje.

La entrevista clínica también ha sido usada, con no menos ventajas, como herramienta de investigación educativa y en la validación de pruebas estandarizadas.

Pero... ¿qué son las entrevistas?

En la investigación cualitativa, la entrevista, la conversación, la entrevista en profundidad y una serie de expresiones o acuñaciones similares son usadas para referirse a una técnica de este modelo investigativo cercana a la conversación ordinaria.

El arte de la conversación o el diálogo en la vida cotidiana constituye un referente como primer acercamiento a la entrevista profesional. Todas las conversaciones mantenidas por el investigador en su papel de observador participante, son consideradas como formas de entrevistas.

Caplow sostiene que la entrevista *“es similar y sin embargo diferente a la conversación, sin que se dé cuenta de la estructura de la interrogación, el orden de las preguntas o los objetivos del entrevistador”* y además es más gratificante que las conversaciones de la vida diaria. Las razones que invoca son:

- En la entrevista los participantes tiene expectativas explícitas; el entrevistado de hablar y el entrevistador de escuchar.
- El entrevistador suprime las contradicciones para que el entrevistado se anime a hablar.

- El entrevistador es el encargado de organizar y mantener la comunicación, lo que es percibido por el entrevistado como una ilusión de fácil comunicación que hace parecer breves las sesiones prolongadas.

Ciertos autores establecen supracategorías de entrevistas, una de ellas, las llamadas entrevistas profesionales incluyen la categoría de entrevistas de investigación social y entre estas últimas ubica a la entrevista en profundidad. Para definirla se remite al texto del sociólogo español Alonso:

“La entrevista es un constructo comunicativo y no un simple registro de discurso que hablan al sujeto. Los discursos no son así preexistentes de una manera absoluta a la operación de toma que sería la entrevista, sino que constituyen el marco social de la situación de la entrevista. El discurso aparece, pues, como respuesta a una interrogación difundida en una situación dual y conversacional, con su presencia y participación, cada uno de los interlocutores (entrevistador y entrevistado) co-construyen en cada instante el discurso. Cada investigador realiza una entrevista diferente según su cultura, sensibilidad y conocimiento particular del tema y, lo que es más importante, según sea el contexto espacial, temporal o social en el que se está llevando a cabo de una manera efectiva.

Según la bibliografía se pueden distinguir cinco categorías de entrevistas profesionales: 1) la entrevista de asesoramiento: que es la más amplia y el asesoramiento puede ser judicial, financiero, laboral, psiquiátrico, etc. 2) la entrevista de selección usualmente utilizada para evaluar a los candidatos a un empleo; 3) la entrevista de investigación entendida como técnica de obtención de información acorde con los fines de la investigación; 4) la entrevista médica se refiere a la entrevista que mantienen los profesionales de la salud y 5) la entrevista de evaluación y promoción laboral aplicada en contextos de planificación, formación y gestión de recursos humanos.

Una excelente y más completa explicación de los orígenes y alcances de las entrevistas clínicas, podemos encontrarla en los trabajos "Aprendiendo a Aprender" de J. D. Novak & D. B.Gowin, 1984 y "Instrumento de pesquisa em ensino & aprendizagem" de M. A. Moreira y F. L. da Silveira, 1993.

Actualmente está ampliamente comprobado que la entrevista clínica planteada por Novak en la Universidad de Cornell, es un excelente instrumento de investigación educativa, primordialmente en la enseñanza de ciencias exactas y naturales, que se ha revelado

irreemplazable, para la determinación de estructuras cognitivas, como así también para la detección de las concepciones alternativas de los estudiantes.

Hoy podemos decir que coexisten tres tipos de enfoques para una entrevista: El examen clínico usado por Piaget, que a pesar de haber realizado enormes aportes a la educación, no tenía como objetivo principal de sus investigaciones el mejoramiento de la, misma. Piaget buscaba aplicar las entrevistas para entender qué representaciones del mundo elaboran espontáneamente los niños durante el transcurso de las diferentes etapas de su desarrollo intelectual.

Con esta finalidad, utilizado ampliamente en psicología genética, el método de entrevista clínica, se convirtió en un elemento clave. Al principio se utilizó para detectar la manera en que el ser humano, organizaba su pensamiento y terminó siendo parte central de la psicología genética. Hoy tiene tanta importancia para comprender la psicología genética como la misma teoría piagetiana, es decir, como aquellos conceptos que pudieron desentrañarse a partir de la utilización de éste método. Piaget comenzó a investigar el pensamiento infantil, básicamente cuál era la representación del mundo que tenían los niños, por lo que se planteó cuál puede ser la forma más adecuada de acceder al pensamiento infantil. Hasta entonces, una posibilidad era el método de los tests y la otra la observación pura, como instrumentos más difundidos. Piaget postula que ambos métodos presentan dificultades para acceder realmente tanto a los temas que interesaban al niño como a la manera en que los exploraban.

El método de los tests consiste en preguntas que están en un orden establecido, y coincidente para todos los sujetos, lo cual permite una estandarización, arribar a conclusiones estadísticas, pero presenta ciertas dificultades, por un lado, el hecho de que las preguntas sean uniformes y fijas y en la misma secuencia para todos los sujetos puede hacer perder de vista el real interés de cada sujeto que está delante del investigador; por otro lado, las preguntas suelen estar formuladas de manera tal que son sugerentes, o sea que sugieren determinadas respuestas. En la medida en que el formulario es fijo, uno no puede salir del cuestionario y constatar si la pregunta fue o no fue sugerente.

Otra cuestión se refiere a otro riesgo que tienen los tests elaborados de esta manera (la gran mayoría de los tests psicométricos) es que en realidad lo que miden es el desempeño del sujeto, lo que el sujeto efectivamente hace, pero no hay ninguna certeza de que esté midiendo la competencia del sujeto, es decir, lo que el sujeto puede hacer y tal vez no hace en la realidad.

Debido al conocimiento de estos aspectos, Piaget plantea pasar a la observación, aunque también tienen limitaciones para aproximarse al pensamiento infantil. Los niños, cuando juegan entre ellos, mantienen diálogos muy ligados a la acción que están desarrollando y al juego; pero

cuando conversan con adultos en general preguntan. Es muy difícil, limitándose a la observación, discriminar lo que puede ser una creencia de lo que puede ser juego.

Por ejemplo, en una situación de entrevista, al observar que una bola viene hacia él, el niño puede preguntarle al observador si la bola sabe que él está ahí, y cuando está jugando con un objeto, habla con el objeto y a su vez, lo hace hablar, en cuyo caso el niño está personificando a ese objeto. El primer caso sería una expresión del animismo infantil, donde el chico cree realmente que una bola sabe que él está ahí. En el segundo caso no hay ninguna certeza, cuando se trate de un juego, de que el chico no sepa que eso es una muñeca pero él está jugando a que es otra cosa.

En definitiva, El método clínico introducido por Piaget, es básicamente una conversación con el sujeto. En una primera época, era puramente verbal, pero tiene ciertas diferencias con una conversación cualquiera. Y es difícil porque, si bien es una conversación libre, siempre tiene una hipótesis que va a tratar de confirmar o rechazar: el investigador tiene una idea aunque después la pueda dejar de lado, siempre una hipótesis va a guiar el interrogatorio. Pero, por otro lado, debe también tomar todos los recaudos posibles para no coartar el pensamiento del sujeto que tiene frente a él. Ahora estamos hablando de niños, pero la psicología genética no es una psicología del niño, las investigaciones psicogenéticas también pueden caracterizar el pensamiento adulto.

Otra cuestión que se plantea es la validez del método en función del problema que deseamos resolver, ya que un método no es bueno o malo por sí mismo. En efecto, el método debe ser juzgado en función de los problemas que enfrentamos y, por lo tanto, deberán ser orientados por perspectivas epistemológicas explícitas.

Fue por eso, que a lo largo de los estudios piagetianos desde la década del '20 hasta la actualidad, cuando la problemática fue cambiando, también fue modificándose el método utilizado. Así, el método llamado clínico en un comienzo, pasó a llamarse método de exploración crítica. Esto no afecta la característica clínica del método, (o sea referido a esa persona particular a la que se está entrevistando), sino que se pasa a enfatizar otro aspecto, que se encontraba presente desde el comienzo de la utilización del método: la modalidad crítica del mismo, por la que entendemos una actitud permanente que consiste en poner en tela de juicio lo que dice el entrevistado así como las hipótesis que el investigador va formándose acerca de las opiniones del sujeto. Es decir, constantemente se cuestiona tanto lo que el entrevistado dice y hace (para verificar la solidez de sus opiniones) como lo que el entrevistador cree entender de lo manifestado por el sujeto, lo que origina una constante búsqueda de caminos de verificación alternativos.

Cuando uno comienza a indagar un terreno nuevo, si bien tiene algunas ideas, hay cosas que aparecen en los interrogatorios bajo la forma de respuestas originales, que al principio sorprenden pero que después retornan en otros chicos. En la medida en que esas respuestas originales reaparecen en los chicos, se comienza a prestar más atención a ese dato que hasta el momento podría haber sido tomado como algo intrascendente. Por ejemplo, en las investigaciones dirigidas por la Dra. Emilia Ferreiro en México, su equipo realizó un trabajo con clase baja y clase media. La situación experimental era la presentación de una imagen con un texto debajo, a niños que no sabían todavía leer y escribir; se les preguntaba qué era lo que veían en la imagen y qué pensaban que podía decir en el texto. En determinado momento todos los chicos sostienen que lo que dice ahí es el nombre del objeto mostrado en la imagen. Cuando un chico, frente a la pregunta de qué podía decir en el texto, respondió “letras”, se supuso que éste era un chico distraído. Al insistir en la pregunta, profundizándola, y obtener la misma respuesta de otros chicos, eso empezó a llamar la atención y se comenzó a pensar que no se debía a distracción. Recién allí se empezó a explorar algo que hasta ese momento no se había sospechado. ¿Por qué? Porque los chicos de clase media que habían sido interrogados no habían dado ese dato, porque para los chicos de clase media a partir de los 2 años las letras dicen algo, ya son un objeto sustituto que remite a un significado, porque tienen mucha información al respecto.

Muchas veces, ese tipo de cuestiones que en un comienzo pueden causar risa son las que permiten enriquecer la investigación. Ese tipo de respuestas originales son las que en un trabajote tipo exploratorio pueden servir para dar cuenta de determinadas estructuras que tienen que ver con la competencia del sujeto y son las que más adelante, cuando ya se conocen, cuando ya resabe cuáles son, pueden permitir que la situación de exploración clínica esté más organizada, más pautada, en la medida en que uno sabe que eso existe y lo que está tratando de indagar es si ese sujeto ha logrado o no dicha construcción. De todos modos, aun cuando se trate de un estudio exploratorio, el investigador no va a ciegas, tiene alguna idea; cuando no tiene una buena idea no investiga nada.

Piaget dice que es muy difícil emplear este método, porque es casi imposible no hablar demasiado cuando se pregunta a un niño, sobre todo si se es pedagogo. Sobre todo, es difícil evitar la sistematización debida a las ideas preconcebidas y la incoherencia debida a la ausencia de una hipótesis directriz.

En la Figura 6.10 se muestran en un mapa conceptual las características esenciales que hacen de la entrevista clínica un arma poderosa para la indagación acerca de la estructura cognitiva del ser humano.

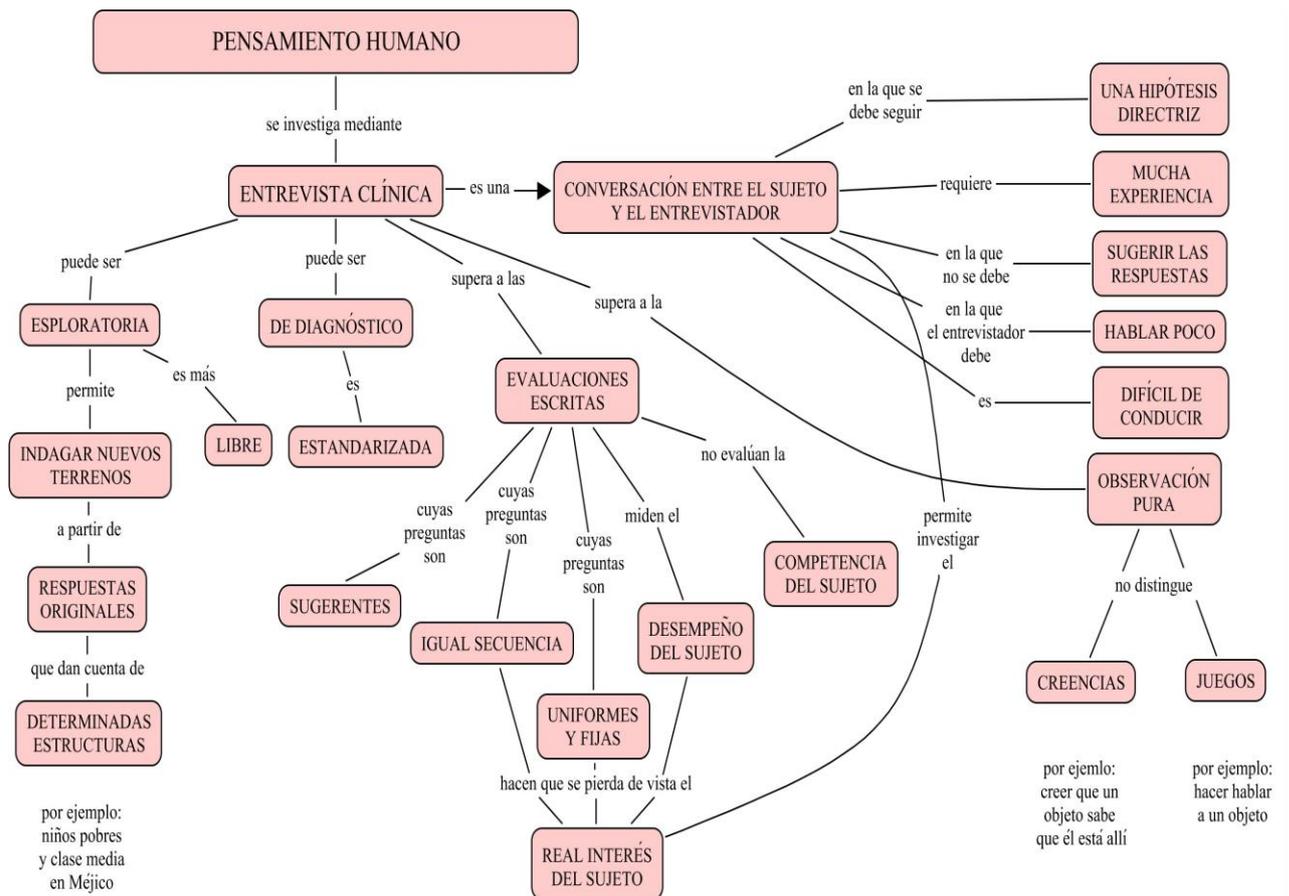


Figura 6.10: La entrevista clínica es una herramienta poderosa a la hora de explorar la estructura cognitiva

El segundo enfoque corresponde a la entrevista clínica utilizada en la Universidad París VII de Francia. En este caso, los investigadores, utilizan la entrevista en una fase exploratoria de su trabajo, para obtener información sobre las formas de razonar de los estudiantes, información que no puede ser lograda con la observación pura.

Por último, nos encontramos con la entrevista clínica utilizada en la Universidad de Cornell (USA). Como se ha señalado anteriormente, en este caso se utiliza la entrevista clínica como una técnica de acceso a la estructura cognitiva del alumno para investigar su desarrollo en un área de conocimientos determinado. Con esta finalidad, la entrevista permite la determinación precisa de los conocimientos previos (alternativos o no) como así también, un seguimiento adecuado del proceso de conceptualización que va logrando el estudiante durante la instrucción, a medida que avanza en su aprendizaje.

Resulta evidente, que este último tipo de entrevista, es el que mejor se adapta a las finalidades educativas; sin embargo, es necesario advertir sobre las dificultades con que puede encontrarse el docente al aplicar esta herramienta.

Como se dijo, ya en su época, Piaget advertía acerca de lo difícil que resulta aprender a aplicar la entrevista clínica y recomendaba una amplia práctica previa para llegar a usarla correctamente: En efecto, es muy difícil para un docente no hablar en demasía cuando entrevista a un estudiante, sobre todo si es pedagogo. De esta manera, es muy fácil caer en las “preguntas sugeridas”, con lo que sólo se logra que el entrevistado diga lo que el docente quiere oír.

Lo importante en éste caso consiste en no limitarse a registrar la respuesta que da el niño a la pregunta que se le ha formulado, sino en dejar que converse todo lo que su estructura cognitiva le permita. Aquí se trata de descubrir lo que está escondido tras las primeras apariencias. Se convierte entonces en una persecución y una auscultación mentales; no se trata de pasar a la siguiente pregunta cuando el niño da una respuesta incomprensible o contradictoria, por el contrario se indaga cada vez más de cerca al pensamiento evasivo hasta que logra sacar a luz la constitución de su estructura cognitiva

El buen entrevistador debe reunir dos requisitos casi incompatibles, como lo son el saber escuchar, dejando que el estudiante hable y, al mismo tiempo saber buscar los conceptos centrales a que apunta su misión, teniendo siempre presente una hipótesis directriz para su trabajo, alguna teoría que guía su acción o que pretenda comprobar.

Surgen de allí dos situaciones opuestas: a) tendencia a sugerir al estudiante, todo lo que se desea encontrar y b) firme postura de no sugerir nada y, por ende, no encontrar nada.

Vemos lo importante que resulta estar atento a las respuestas y el deber de aguzar el sentido de interpretación para evitar los peligros extremos como son el dar valor máximo o mínimo a lo que el estudiante dice.

EL CONTINUO FLEXIBLE-INFLEXIBLE DE LAS PREGUNTAS DE ENTREVISTA

Con el objeto de distinguir las diferencias entre las denominadas entrevistas piagetianas y las utilizadas en la universidad de Cornell, es útil analizar las características de los extremos de un continuo Flexible-Inflexible que pueden darse en la elaboración de las preguntas, al trabajar con entrevistas clínicas.

Diremos previamente que en las entrevistas de preguntas inflexibles, las tareas son altamente relevantes y relacionadas con el formato de la entrevista. De esta forma, la entrevista resulta rígida y puede ser reproducida con fidelidad, ya que el formato no depende del entrevistador ni del entrevistado, sino que se establece durante la planificación de la misma.

Con este formato, los datos resultantes pueden ser anticipados a priori, resultan precisos, pero contienen poca información. En cuanto a la interpretación de los resultados digamos que es

inmediata y directa y por ello, los mismos son fácilmente categorizables, generalmente en categorías dicotómicas.

En cuanto a las entrevistas de preguntas flexibles, las tareas son relevantes solamente como acción de estímulo o inicio de la entrevista. Así resulta que la entrevista no es nada rígida (en el sentido de reproducible) y depende principalmente del entrevistado. La entrevista también depende, en cierto grado, del entrevistador, del contexto y de las circunstancias en que se administra. El formato de la entrevista y los datos resultantes no pueden ser anticipados a priori. Solamente se debe tener en cuenta el principio de la hipótesis directriz, pero sabiendo de la importancia que tiene lo que el entrevistado expresa, deben seguirse todas las respuestas del mismo, como así también guiarse por sus pautas de razonamiento, las cuales queremos conocer.

Los datos obtenidos con las preguntas flexibles son amorfos pero muy ricos en información. De estas características de los datos se comprende que la interpretación de los resultados resulta muy difícil, pero la gran cantidad de registros que se obtienen acerca de los estudiantes es muy valiosa.

EVALUACIÓN DE LA ENTREVISTA CLÍNICA

Existen varias formas de evaluación para las entrevistas (Ver J. D. Novak & D. B. Gowin, 1984). Aquí presentaremos someramente, la que corresponde al análisis mediante la UVE de Gowin, por considerar que se trata de la más apropiada a las necesidades del docente en ejercicio.

Al finalizar las entrevistas de los estudiantes, no encontramos con una serie de grabaciones a procesar. Si bien es cierto que esta tarea es de lo más tediosa, una vez obtenida la transcripción escrita de las grabaciones, nos hallamos ante una serie de "Afirmaciones de conocimiento" formuladas por los estudiantes entrevistados. Es obvio que para un determinado conjunto de preguntas, referidas a los objetos y/o acontecimientos presentados, será posible inferir cuáles son los principios y conceptos centrales que sustentan las afirmaciones de conocimiento obtenidas. Por lo tanto, con esta técnica de análisis, lo que debemos hacer es recorrer la UVE en sentido contrario al que corresponde cuando construimos conocimientos a partir de determinados principios y conceptos centrales. Es decir que, por un lado, tendremos las preguntas centrales, que son las del correspondiente cuestionario de entrevista (preparado a partir de un "mapa cognitivo ideal" que podría utilizar un experto para analizar los objetos y/o acontecimientos seleccionados) y por el otro, las afirmaciones de conocimiento realizadas por los estudiantes. Lo que resta entonces es recorrer en sentido inverso la UVE, para determinar en

forma detallada, cuál sería el mapa cognitivo que pudo llevar al estudiante a realizar tales o cuales afirmaciones. Con la obtención de este mapa, tendremos una especie de fotografía de la estructura conceptual de los estudiantes en el área de conocimientos abordada.

Como señala Novak (Ibid.) a la luz de esta técnica podemos apreciar que se invierten las afirmaciones de Piaget sobre el razonamiento de los estudiantes, ya que se puede decir que los estudiantes de cualquier edad pueden parecer preoperacionales, que operan en el nivel concreto o en el nivel formal, según cuán adecuados sean sus marcos conceptuales relevantes. Esto lo lleva a afirmar que, prácticamente a cualquier edad, los estudiantes pueden emplear lo que Piaget llama pensamiento formal desarrollado, siempre y cuando posean una estructura conceptual relevante para el tema en cuestión. El empleo de esta técnica supone entonces una nueva mirada a los conceptos piagetanos sobre los estadios de desarrollo cognitivo, justificada por numerosos trabajos de investigación en este campo. La idea es entonces que cada docente lo compruebe por sí mismo aplicando estos novedosos procedimientos en su práctica docente.

ACTIVIDADES CAPÍTULO VI

Actividad N° 1: Lea el siguiente texto:

Calor y temperatura están muy estrechamente relacionados. De todos modos, no son lo mismo. La teoría cinética puede ser usada para explicar las fases de expansión, contracción y cambio. ¿Puede usarse también para explicar la diferencia entre calor y temperatura?

De acuerdo a la teoría cinética, las moléculas están siempre en movimiento. Los científicos concuerdan en que un objeto en movimiento tiene energía porque se está moviendo. Esta energía se llama energía cinética o energía de movimiento. Dado que cada molécula en una porción de materia está moviéndose, cada molécula posee energía cinética. La energía cinética de las moléculas es el concepto clave para explicar la diferencia entre calor y temperatura.

Hoy, los científicos creen que la temperatura de una porción de materia depende de la velocidad promedio de sus moléculas. En cualquier porción de materia algunas moléculas se mueven más rápido que otras. Si es mayor el número de moléculas moviéndose más rápidamente que el de las que se mueven más lentamente, la velocidad promedio de las moléculas en ese trozo de materia será mayor. A mayor velocidad promedio, mayor temperatura.

Una taza de agua hirviendo tiene una temperatura mayor que una taza de agua tibia. La diferencia de temperatura se debe a la diferencia de la energía cinética promedio de las moléculas de agua en cada taza. Las moléculas de agua de la taza de agua hirviendo, tienen más energía cinética promedio que las moléculas de agua de la taza de agua tibia. De esa manera, la velocidad promedio de las moléculas de agua hirviendo es mayor que la velocidad promedio de las moléculas de agua tibia.

La energía interna en la materia se concibe como la suma de todas las cantidades de energía cinéticas de todas las moléculas en esa materia. Así, la cantidad de energía que puede transferir una porción de materia, depende de dos cosas: 1) la cantidad de energía (cinética) de cada molécula y 2) la cantidad total de materia (o número de moléculas).

Cuando una porción de materia se encuentra en contacto con otra que está a menor temperatura, ambas tienden a alcanzar el equilibrio térmico, o sea igualar sus temperaturas. Para que esto sea posible, es necesario que parte de la energía interna que tiene la porción de materia a mayor temperatura, pase a la de menor temperatura. La energía que se encuentra en tránsito desde la porción de mayor temperatura a la de menor temperatura, recibe el nombre de "Calor". En otras palabras, podemos decir que el calor es energía en tránsito, depende tanto de la energía cinética de las moléculas como de su cantidad, y sólo existe durante el período en que dos porciones de materia están a distintas temperaturas.

Actividad N° 2: Identifique los conceptos centrales y escríbalos.

Actividad N° 3: Generalmente, el primer listado que se obtiene muestra el orden en que los conceptos aparecen en el texto. Esto no representa necesariamente el modo en que estos conceptos se relacionan unos con otros. El siguiente paso consiste en ordenar o jerarquizar los conceptos de su lista desde el más inclusivo (general) al menos inclusivo (específico). Cada lectura, parte de capítulo o incluso capítulo completo, debe poseer algún concepto que, por su amplitud, pueda ser seleccionado como el más inclusivo, más general de todos los conceptos

presentados. A veces, juzgar esta amplitud depende del que aprende, quien usa sus significados almacenados para determinar el concepto más inclusivo. Los ejemplos formarán la base del mapa conceptual. Todos los conceptos que queden entre el más inclusivo y los ejemplos, son los conceptos intermedios. Aunque éstos no serán colocados arbitrariamente en el mapa conceptual, su posición es un problema menos crucial para la funcionalidad del mapa.

Actividad N° 4: Ahora comience a acomodar los conceptos en un papel o en la mesa (puede convenirle escribir uno en cada trocito de papel), comenzando por arriba con el más inclusivo.

Actividad N° 5: Continúe con este procedimiento hasta que todos los conceptos hayan sido ubicados. Ahora deberán establecerse las conexiones entre conceptos. Usamos líneas para conectar los conceptos y una palabra o frase se escribe sobre ella para indicar qué relación hay entre esos dos conceptos.

Actividades para la UVE de Gowin

Actividad N° 1: Evento, Objeto y Pregunta Central son tres conceptos que determinan un eje en la UVE. Los sectores que quedan así determinados a la izquierda y derecha de ese eje serán destinados para la actividad conceptual y la metodológica. Por favor, dibuje una UVE y escriba la palabra CONCEPTUAL sobre la horizontal superior izquierda y la palabra METODOLÓGICO, sobre la derecha.

Actividad N° 2: La actividad consiste en explicar qué se entiende por Teoría, Principios y Conceptos. Discútalos en el grupo y elabore una definición consensuada y colóquela en el lugar correspondiente (lado izquierdo) de su UVE.

Actividad N° 3 : Ahora escriba en el sector derecho las palabras REGISTROS, TRANSFORMACIONES y AFIRMACIONES DE CONOCIMIENTO. Trate de elaborar en el grupo el significado de esos conceptos en el marco de la UVE.

Actividad N° 4: Construya una UVE teniendo como base la pregunta central: ¿Qué pasa con la temperatura del hielo cuando se le agrega calor? Y los siguientes datos:

- a) Inicialmente la temperatura (T) es de 10° C y el hielo flota en el agua.
- b) A los 5 minutos, el agua está a T = 30° C. El hielo se empieza a fundir.
- c) A los 6 minutos, el agua se enfría después de agitarla hasta T = 10° C. Todavía hay hielo.
- d) A los 10 minutos la temperatura alcanza los 20° C y la mayor parte del hielo se ha fundido. e) A los 12 minutos, el hielo se fundió totalmente y la temperatura comienza a subir rápidamente.
- f) A los 14 minutos, el agua está a 30° C g) A los 22 minutos el agua está a 98° C
- h) A los 23 minutos, el agua está a 99° C y comienzan a aparecer burbujas del fondo del recipiente.
- i) A los 28 minutos, la temperatura de agua sigue igual y el agua ebulle. Las siguientes preguntas pueden ayudarle a construir la UVE: 1- ¿Qué objetos y eventos se han requerido?
2- ¿Qué conceptos permiten hacer y entender las observaciones?

3- ¿Cuáles de los siguientes principios ayudarían mejor en el análisis de los datos obtenidos? "El agua pura ebulle a 100°C a nivel del mar"

"El punto de fusión es un estado de equilibrio entre el sólido y el líquido"

4- Una tabla o una gráfica de temperatura versus tiempo podrían ser una transformación apropiada de los datos obtenidos, discuta cuál podría ser mejor .

5- Proponga 3 o 4 conclusiones que usted considere se derivan de los datos y hechos obtenidos y registrados.

6- ¿Considera que con estas conclusiones usted ha construido y/o reconstruido algún conocimiento?

Actividad N° 5: Construya una nueva UVE para el caso en que la pregunta central es: ¿Qué pasa con el hielo cuando se transforma en vapor por calentamiento?

Actividad para el análisis de textos con la UVE

Seleccione material escrito de su interés. Puede ser un trabajo de investigación, un capítulo de un libro, un artículo de una revista, etc.

Actividad N° I: Identifique qué objetos u eventos están siendo observados.

Actividad N° 2: Identifique qué registros y/o transformaciones se han explicitado.

Actividad N° 3: ¿Cuáles fueron las preguntas centrales que guiaron la indagación?

Actividad N° 4: ¿Qué conceptos o principios relevantes fueron citados o están implícitos?

Actividad N° 5: ¿Están los registros referidos a los aspectos principales de los objetos o eventos?

Actividad N° 6: ¿Qué teoría (si existe alguna) fue explicitada o hay implícita en la indagación?

Actividad N° 7: ¿Existe un esfuerzo deliberado para relacionar los conceptos y principios con los objetos o eventos, los registros, las transformaciones y las afirmaciones de conocimiento?

Actividad N° 8: ¿Se han hecho afirmaciones de valor? ¿Son congruentes con las afirmaciones de conocimiento?

Actividad N° 9: ¿Podría haber una pregunta central mejor que la establecida? ¿Responden las afirmaciones de conocimiento a la pregunta central o a otra totalmente diferente?

Actividades para Entrevistas Clínicas

Actividad N° 1: Seleccione el contenido de una entrevista clínica para determinar las estructuras de conocimiento de los estudiantes al iniciar el curso que usted dicta.

Actividad N° 2: Planifique la estructura y ordenamiento de las preguntas que deben incorporarse a la entrevista cuyo contenido ha seleccionado en la actividad anterior.

Actividad N° 3: Describa los aspectos logísticos más importantes a tener en cuenta, en caso de realizar la entrevista en el establecimiento en que Ud. trabaja.

Actividad N° 4: Describa uno de los criterios para evaluación de entrevistas que pueda ser utilizado en la que Ud. ha planificado para su caso particular.

VOLVER A APRENDER: EL DERECHO A ENSEÑAR
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

RICARDO CHROBAK



“El éxito de la gestión educativa radica en la realización de una buena planificación, considerando que el compartir significados, se enriquece trabajando en colaboración grupal”
(Mintzes J.J. et al, 1997)

CAPÍTULO VIII

1. UN PROYECTO PARA LA ENSEÑANZA DE FÍSICA: COSMOVISIÓN
2. IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA
3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS
4. LA METODOLOGÍA A EMPLEAR ALGUNAS IDEAS DE MODELO INSTRUCCIONAL
5. ESTRUCTURA CONCEPTUAL DE LA ASIGNATURA
6. LA PLANIFICACIÓN
7. LA ELABORACIÓN DE LOS OBJETIVOS
8. LA DETERMINACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS PREVIOS
9. LOS CONCEPTOS ESPONTÁNEOS Y LA UVE DE GOWIN
10. ALGUNAS IDEAS PARA EL DISEÑO DE TECNOLOGÍA EDUCATIVA

UN PROYECTO PARA LA ENSEÑANZA DE FÍSICA: COSMOVISIÓN

El término cosmovisión, en este caso, significa la visión global de la educación y de la instrucción en Física.

La educación es un fenómeno universal requerido para la continuidad cultural, a través del cual las viejas generaciones preparan a las nuevas generaciones. Fundamentalmente el objetivo de la educación es 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 se "comparten significados " entre individuos. Compartir significados hace que el evento educativo sea posible y, al mismo tiempo, nos indica que el proceso debe ser llevado a cabo, al menos, por dos individuos: el profesor y el estudiante. Por otra parte, es obvio también que existen otros tres elementos que interactúan para que el evento sea posible: ellos son la materia de estudio, el contexto social en el cual se lleva a cabo, (el que, por supuesto, incluye el orden que gobierna a la sociedad en el momento considerado) y la evaluación.

Todo docente debe tener presente que la educación 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 un completo desarrollo de su personalidad. Considerando este concepto es posible entender que las prácticas tan comunes en que los docentes actúan como "proveedores" de información y los alumnos son meros "adivinatorios" de las respuestas que sus profesores consideran aceptables, no colaboran para cambiar el significado de la experiencia del estudiante.

En el caso de la Física podemos decir que enseñar Física es mucho más que distribuir información. Los estudiantes no pueden aprender Física solamente escuchando al profesor. Ellos necesitan relacionar los conceptos de Física con sus propios conceptos, acciones y experiencias previas. Es muy útil para ellos relacionar la Física con su vida de todos los días. Recordemos que se puede usar la Física 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 Física debe ser presentada como el fundamento tecnológico de nuestra era, que ya muchos han llamado "la edad del conocimiento", en que la aplicación de Física a la tecnología significará usar la Física para bienestar de la humanidad.

En base de 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 Física. Esta teoría seguramente propondrá una revisión de los métodos tradicionales de enseñanza de Física (como por ejemplo la memorización exacta de hechos, fórmulas y definiciones, el "recitado" del contenido de los textos, la resolución mecánica de problemas, etc.) para llegar a una formulación general de los modernos principios, aplicables a los procedimientos instruccionales que deben conducirse a diario en las aulas.

IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA

Sintetizando muchos trabajos de investigación que se han hecho en los países de avanzada, es fácil inferir que la enseñanza de las Ciencias puede acentuar su calidad, tornándose más eficiente y provechosa.

Es indudable, y así lo demuestran los trabajos antes mencionados, que las Ciencias pueden enseñarse de una manera considerablemente más efectiva y productiva que lo que se realiza en la actualidad. Si nosotros pudiéramos emplear metodologías de enseñanza de las Ciencias con mayor eficacia, la disponibilidad y calidad de este tipo de cursos se incrementaría notablemente, para bien de todos los componentes de la sociedad. Como resultado de este mejoramiento, se observaría una mayor igualdad en los aprendizajes y oportunidades de educación para toda la población, con las consecuencias de un mejor nivel de vida y de crecimiento económico.

La contribución del aprendizaje al crecimiento económico ha sido largamente reconocida. Aunque una medición precisa de sus efectos está sujeta aún a ciertos debates, de acuerdo a Psacharopoulos y Woodhall (1985) "El análisis de un modelo estadístico para 88 países, indicó que un incremento de 20 a 30% en el nivel de alfabetismo, produce como resultado un aumento de entre el 8 y el 16% en el ingreso "per capita" nacional".

Vale decir que un problema al cual se enfrentan muchos educadores, es encontrar una metodología más eficaz para mejorar la calidad de la enseñanza y ello deberá lograrse a pesar de la carencia presupuestaria. Es por este motivo que una pregunta válida será: ¿es posible asumir que el conocimiento adquirido durante los niveles primario y secundario afecta la adquisición de habilidades técnicas para futuros empleos y para estudios en tecnología o ingeniería? Muchos trabajos han demostrado que la respuesta es afirmativa (Ausubel D. 1978, Bloom 1976, Haertel y Walberg 1981, etc.) y que una base científica sólida producirá no solamente una fundamentación para estudios científicos de avanzada, sino también una población indiscutiblemente mejor preparada para vivir en la edad de la ciencia y el conocimiento. La respuesta parece obvia, sólo basta con obtener sustanciales mejoramientos en la metodología de enseñanza, y a eso están dedicados los esfuerzos de este capítulo.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

El conocimiento de las características de los cursos de Física introductoria nos hace pensar que la mayoría de los estudiantes no estudian Física de una manera efectiva. Aparentemente, a los egresados de las escuelas secundarias nunca se les han enseñado técnicas de estudio adecuadas para estudiar Física. Si bien adquieren habilidad lectora y reglas mnemotécnicas durante su paso por la escuela secundaria, estas habilidades son más eficazmente aplicables al estudio de materias no técnicas. Sólo unos pocos estudiantes aprenden cuál es el rol de los conceptos y sus relaciones en el proceso de aprendizaje. Como resultado, comúnmente

memorizan definiciones o procedimientos sin relacionar los significados de las palabras de esas definiciones o reglas con conceptos que ya han sido comprendidos. Es así que los alumnos no poseen una comprensión conceptual de la Física. Más aún, tienen dificultades en desarrollar habilidades para la resolución de problemas. De hecho, terminan creyendo que memorizar textualmente toda la información proporcionada durante el curso, es la única manera de aprender.

Como educadores, solemos sentirnos totalmente impotentes para reducir el aprendizaje memorístico, como sería nuestro deseo. Dos causas importantes de este problema son: (1) muchos de los estudiantes no son conscientes de que existe otra alternativa de estudio distinta del aprendizaje memorístico y (2) los conceptos que deben ser aprendidos les son presentados de manera tal que promueve la memorización.

Enseñar Física no parece ser una tarea fácil. Es bien conocido el hecho de que es una de las materias que más dificultades ocasionan a profesores y alumnos. Parecería cierto el hecho de que la característica más común de las clases de Física "es la búsqueda de respuestas a preguntas que nunca antes habían sido planteadas por el común de la gente, creando por lo tanto sensaciones de frustración y desaliento. La mayoría de los estudiantes cuya carrera tiene que ver poco con la Física coincide en puntualizar que ellos casi nunca entienden los que se les enseña en las clases de Física y que, por lo tanto, se sienten afortunados de no tener que volver a estudiar más esa materia" (Natchigal 1990, traducción del autor). Si tenemos en cuenta que la forma en que los profesores enseñan tiende a ser similar a aquella en que ellos han sido enseñados, tendremos una cabal idea de lo grave del problema y la urgente necesidad de mejorar nuestros métodos de enseñanza-aprendizaje. El estilo del profesor de Física puede ser elegante, elaborado; los temas bien preparados y presentados en orden lógico, pero los alumnos comunes de Física, más que elegancia, necesitan familiarizarse con sus propias experiencias, haciéndose conscientes de las contradicciones que pueden presentarse en sus mentes cuando comparan sus conclusiones con las que presentan sus profesores. El orden lógico es, muchas veces, difícil de seguir cuando la prioridad psicológica del alumno no es tenida en cuenta. Debemos pensar que la presentación a gran velocidad de conceptos de Física que han tomado más de 2000 años para ser desarrollados, pone a los estudiantes en una posición que podemos calificar, cuanto mucho, de incómoda. "El objetivo de la enseñanza de Física debería ser el ayudar a la gente joven a desarrollarse intelectual y emocionalmente usando la Física como un medio más para ese desarrollo". (Ibíd.)

El desarrollo de una enseñanza más efectiva de la Física es una ardua tarea. El problema central es cómo determinar si uno ha mejorado o no la calidad de la instrucción en un curso; cada vez que se cambia una de las variables que influyen en la instrucción, es casi imposible demostrar en forma concluyente el progreso obtenido, debido a la gran cantidad de variables que deben manejarse. Para el que enseña Física el control de las variables de una demostración experimental (o trabajo de laboratorio) es sólo un aspecto de su trabajo; mucho más complicado es manipular todos los demás parámetros que influyen en el proceso de instrucción, como ser los

diferentes intereses de los estudiantes, sus distintos niveles de entendimiento y habilidades para pensar, sentimientos, predisposición para aprender, estados emocionales, etc. Cada uno de estos ítems tiene un origen individual y complejo que no puede ser ni idealizado ni estandarizado, para facilitar su estudio.

Si analizamos brevemente cómo se enseña Física en la mayoría de los cursos, veremos que el material es organizado y enseñado por investigadores de Física, lo cual es comúnmente aceptado y justificado en los ambientes científicos. Por lo tanto, el material termina siendo presentado en los cursos introductorios en la misma forma y contexto en que se presentaría en las conferencias científicas. "El resultado de esta forma de enseñanza es que los alumnos encuentran las clases de Física tediosas, monótonas, incomprensibles y, en consecuencia, no significativas". (Ibíd.)

Por ende, los contenidos a ser dictados en las clases deben ser diferentes, por ejemplo, en el nivel de sofisticación matemática, en la forma en que es presentada, enriquecida, traducida, seleccionada, visualizada y simplificada para los estudiantes. Por supuesto, que todo ello debe hacerse sin que por ello se pierda rigurosidad y/o validez en los principios y conceptos tratados.

Es importante, entonces, señalar que el instructor de Física debe ser capaz de llevar el lenguaje común de Física a términos entendibles y que sean significativos, seleccionando los ejemplos más comunes en la vida diaria de los estudiantes.

Por último, podemos decir que la habilidad del instructor de Física para presentar en forma adecuada e interesante los contenidos de su materia a distintos niveles, es tan importante como su habilidad para hacer un buen trabajo de investigación en su área.

El campo de la educación en Física es complejo y altamente exigente para los instructores, tanto o más que, por ejemplo la investigación del estado sólido, las partículas elementales o la mecánica cuántica. Podemos coincidir con Weisskopf (1984) en que: "Enseñar bien Física es tan importante como investigar bien... pero, puede resultar más duro"

LA METODOLOGÍA A EMPLEAR: Metodología ANG

Como ya se ha señalado, la mayoría de los estudiantes de cursos introductorios de Física tienden a usar conceptos técnicos, sin tomar conciencia de que el entendimiento que tienen de los mismos es incorrecto. Esta propuesta de un modelo nuevo para enseñar significativamente la mecánica newtoniana, tiene la intención de ayudar a los instructores a corregir los frecuentes errores de metodología, mediante la presentación de los temas en forma organizada, contemporánea y algebraicamente más simple que la metodología tradicional.

La metodología que aquí se propone está basada en la teoría del aprendizaje significativo (ANG). Muchos trabajos de investigación basados en la mencionada teoría, y la experiencia del autor aplicando la misma en cursos introductorios de Física, sugieren la conveniencia de seguir los pasos que se detallan a continuación.

1 -Discutir entre los docentes y los alumnos, las metas a lograr durante el cursado de la asignatura.

2- Establecer, de acuerdo a las metas acordadas en el punto 1, los objetivos de aprendizaje de la asignatura.

3- Determinar lo que los estudiantes ya saben (preferiblemente utilizando entrevistas clínicas) y desarrollar un plan de enseñanza que tenga en cuenta esos conocimientos previos.

4- Desarrollar, de ser necesario, los organizadores previos que permitan conectar los primeros conceptos a desarrollar en el programa, con los que los estudiantes ya poseen en su estructura cognitiva.

5 - Organización de la estructura conceptual de la asignatura. Para seguir el marco teórico mencionado anteriormente, el instructor deberá determinar la estructura conceptual de la asignatura. Luego, los conceptos más generales, más inclusivos se deberán presentar al inicio, bajando progresivamente hacia los más específicos. De esta manera será posible acomodar la secuencia de los contenidos de acuerdo al principio de la organización secuencial. En el programa que se muestra a continuación se ven los conceptos centrales de la mecánica newtoniana organizados de acuerdo a los principios antes mencionados:

* LEYES y CANTIDADES DE LA FÍSICA -Mediciones y patrones de medición.

-Sistema internacional de unidades (S.I.)

-Unidades básicas (longitud, masa, tiempo, etc.). -Unidades derivadas (fuerza, velocidad, etc.).

* LEYES DE CONSERVACIÓN

-Partículas y sistemas de partículas. -Energía, trabajo y potencia.

-Conservación de la energía; equivalencia de masa y energía. -Centro de masa y cantidad de movimiento. -Cantidad de movimiento angular.

-Conservación de la cantidad de movimiento; choques e interacciones. -Energía potencial y energía cinética.

* DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO

-Leyes de Newton, dinámica y cinemática. -Fuerza, masa y aceleración.

-Velocidad, desplazamiento, posición y terna de referencia. -Movimiento rectilíneo y movimiento en el plano. - Movimiento relativo. -Movimiento circular.

- Movimiento con fricción. -La velocidad máxima.

* APLICACIONES

- Rotación del sólido rígido; energía en los sistemas en rotación. El movimiento angular y su conservación.
- Gravedad, leyes de Kepler, satélites y el sistema solar.
- Movimiento oscilatorio, oscilaciones forzadas y amortiguadas.

Evidentemente, una vez que la estructura conceptual de la asignatura está organizada, será más fácil identificar cuáles son los conceptos centrales y, en consecuencia, cuáles deben tener los estudiantes en su estructura cognoscitiva para iniciar el proceso de aprendizaje significativo. Poseer la estructura conceptual de la mecánica newtoniana, ayudará también a diseñar la evaluación de diagnóstico o cualquier otro procedimiento para averiguar los conceptos relevantes que los estudiantes ya poseen en su estructura cognitiva. Es justo puntualizar aquí que esta estructura conceptual así preparada, reflejará el punto de vista del autor, por lo cual es aconsejable que varios expertos, trabajando en grupo, la preparen.

En consecuencia, la instrucción deberá comenzar a un nivel completamente general, discutiendo la importancia de las leyes y las cantidades físicas para la vida humana y en el estudio de la Física clásica y moderna. Para lograr tal fin, será útil desarrollar un mapa conceptual, mostrando los conceptos claves de la primera unidad. Al final de la primera unidad se puede presentar un esquema conceptual de la estructura de la mecánica newtoniana, lo cual facilitará que el estudiante entienda la organización secuencial de los contenidos. Luego de esta presentación se analizarán los conceptos centrales y sus principales interrelaciones. Más tarde, los conceptos a exponer se hacen más y más específicos y sus similitudes y diferencias deberán ser enfatizadas por el instructor. Debido a que la mayoría de los libros de texto siguen una secuencia opuesta a la que aquí se presenta, es conveniente la preparación de apuntes de clase que permitan a los estudiantes la lectura de materiales de instrucción psicológicamente organizados para ayudar al proceso de aprendizaje significativo.

El siguiente paso será la introducción de las ecuaciones matemáticas, de tal manera que el instructor podrá organizar una revisión de los conceptos matemáticos que los estudiantes ya manejan y su aplicación al estudio de la Física. Esto permitirá el comienzo de un proceso de retorno, a través de la estructura conceptual, como lo indica el principio de la reconciliación integradora.

Resumiendo, el profesor tendrá que cumplir dos etapas importantes para lograr el aprendizaje significativo: la primera consiste en identificar los conceptos centrales de la disciplina y organizarlos jerárquicamente, comenzando por los más generales hacia los más

específicos; en la segunda etapa se tomarán como base los resultados de la primera para determinar la organización secuencial de los contenidos.

6 - Identificar y enfatizar los conceptos centrales de la asignatura y su jerarquía; estos conceptos serán los unificadores de la asignatura. O sea, lo que este ítem propone es tener en cuenta, el principio de la diferenciación progresiva.

7 - Enfatizar la importancia de descubrir similitudes y diferencias entre los conceptos interrelacionados. En otras palabras, tener en cuenta el principio de la reconciliación integradora.

8 - Asegurarse de haber logrado un aprendizaje claro, estable y organizado de cada tópico, antes de pasar al siguiente. (Principio de la consolidación)

9 - Usar técnicas que favorezcan la motivación. Con respecto a la motivación, podemos decir que si bien no es crucial para aprendizaje de corta duración, es indispensable para el tipo de aprendizaje conceptual involucrado en el dominio de cualquier disciplina científica como lo es la Física. Existen muchas reglas que se pueden tener en cuenta para incrementar la motivación, entre ellas podemos destacar: (a) el uso de materiales atractivos para maximizar la curiosidad intelectual de los estudiantes, (b) ayudar a los estudiantes a establecer metas realistas, dándoles tareas para probar los límites de sus capacidades y luego retroalimentarlos acerca del grado con que han alcanzado sus metas, (c) formular objetivos de aprendizaje lo más específicos posible, (d) puntualizar las relaciones entre las tareas de aprendizaje con otras clases de conocimientos y capacidades intelectuales, etc.

10 - Evaluación: Con respecto a la evaluación diremos que es un concepto central para el aprendizaje significativo. Ello es así debido a la gran importancia que tiene el hecho de conocer lo que el estudiante ya sabe antes de tratar de enseñarle nuevos materiales. Por otra parte, la evaluación también juega un rol crucial en el monitoreo de la eficacia de las distintas metodologías y de la forma en que se organizan los contenidos de la asignatura.

Para ser efectiva, la evaluación debe apuntar a un buen entendimiento de los conceptos previamente aprendidos; esto implica la posesión de significados claros, diferenciables y transferibles. Sin embargo, no siempre es fácil lograr eso, según Ausubel (1978, p. 146-147) si uno intenta testear esa clase de conocimiento preguntando a los estudiantes los atributos de un concepto o proposición, es muy posible obtener una respuesta verbal meramente memorística. Posiblemente, la mejor forma de hacerlo es pedirles a los estudiantes que diferencien entre conceptos que están relacionados, pero que son distintos, o bien pedirles que identifiquen elementos de un concepto o proposición, a partir de una lista que contenga conceptos o proposiciones que también están relacionados.

Otra forma de evaluación es pedir la resolución de problemas, pero también en este caso debe procederse con cautela, ya que la resolución de problemas requiere otro tipo de habilidades y cualidades (astucia, potencia de razonamiento, flexibilidad, improvisación, perseverancia etc.) aparte de haber logrado el aprendizaje significativo.

Por lo tanto, cuando se está buscando evidencia de aprendizaje significativo, hay que tener en cuenta dos clases de dificultades: a) la posibilidad de memorización siempre estará latente y b) la posible falla de los estudiantes en resolver problemas, puede ser debida a otros factores ajenos a la falta de aprendizaje significativo.

Recapitulando, para preparar una evaluación del aprendizaje significativo, se deben considerar las siguientes pautas:

a) Enfatizar el delineamiento de similitudes y diferencias entre conceptos que están relacionados entre sí. Esto puede lograrse mediante el uso de preguntas del tipo: ¿Es aceptable para usted la siguiente afirmación? donde los estudiantes son enfrentados con afirmaciones provocativas, pero inaceptables desde el punto de vista científico, desarrolladas a través de esquemas intelectuales de gente que no tiene formación en Física. O también del tipo: ¿Entendió usted realmente el concepto de...? Donde el estudiante debe dar argumentos Físicos, más que matemáticos, y su respuesta deberá basarse en análisis de tipo cualitativo.

b) Hacer que los estudiantes reformulen las nuevas proposiciones en sus propios términos. Este aspecto puede ser tenido en cuenta con preguntas del tipo: "Explique con sus propias palabras los siguientes conceptos..." donde los estudiantes deben explicar todos los nuevos conceptos que le son presentados en el lenguaje de cada día.

c) Requerir a los estudiantes la resolución de problemas que sean nuevos y con los que no estén previamente familiarizados. Es importante, además, que los resuelvan en forma independiente.

Este tópico se encuentra cubierto en la resolución de problemas de final de capítulo en los libros clásicos. En el caso particular de este modelo, los alumnos son instruidos en el uso de la UVE de Gowin como se explicó anteriormente. En este caso el énfasis estará en el uso del formalismo obtenido en el lado conceptual de la UVE como herramienta útil para el análisis que llevará a la solución del problema planteado. Con el uso de este esquema el estudiante es ayudado a comprender que el formalismo matemático es mucho más que una receta para realizar operaciones algebraicas; podrán ver la estrecha correspondencia entre ese formalismo y el fenómeno que están estudiando, de manera tal de poder conectar los conceptos, sus símbolos y sus relaciones con lo que realmente pasa en el mundo físico.

Este esquema también ayuda a los estudiantes a aplicar sus conocimientos en forma autónoma, al mismo tiempo que van interpretando los conceptos físicos de la misma forma en que los interpreta su profesor (compartiendo significados).

d) Se debe solicitar a los estudiantes la elaboración de respuestas en forma escrita. Aquí se solicita a los estudiantes que realicen tareas del tipo: "Escriba un corto resumen sobre el tema

desarrollado en la clase de hoy..." Otra forma de lograr este fin es pidiendo a los alumnos que construyan un mapa conceptual de cada unidad que se finaliza; con este tipo de ejercicios, los estudiantes se concientizan sobre los elementos de su estructura cognoscitiva y las conexiones entre estos elementos. Desarrollar esta habilidad para escribir resúmenes y construir mapas conceptuales hace que los estudiantes vean fuertemente consolidadas su auto estima y confianza en sí mismo.

11 -Desarrollar un abordaje metódico para la resolución de problemas. Una buena idea, en el marco de la teoría que aquí se ha tomado como guía, es el uso de la herramienta UVE.

12- Favorecer a los estudiantes el trabajo grupal, dándole asimismo la oportunidad para que reformulen los conceptos con sus propias palabras y, posteriormente, se discuta entre ellos los significados que tienen para cada uno, hasta llegar aun acuerdo (compartir significados).

13- Utilizar y aconsejar a los estudiantes el uso de las herramientas metacognitivas, para lo cual es recomendable un corto entrenamiento al inicio del cursado. El mismo no debería tomar más que tres o cuatro horas cátedra, ya que los alumnos irán ganando confianza en el uso de estas herramientas a medida que avance el cursado y vean la utilidad cierta que ellas les brindan.

De ninguna manera será considerada esta acción como tiempo adicional y mucho menos una pérdida de tiempo, ya que la efectividad de estas herramientas en la ayuda para el aprendizaje significativo ha sido ampliamente comprobada por los investigadores de la educación.

14- El compromiso de responsabilidad. Se ha señalado ya, que una condición básica para el aprendizaje significativo es el compromiso del alumno con la tarea de aprender, en otras palabras, el alumno debe elegir aprender significativamente. Es esencial que el estudiante sea consciente de los progresos que él hace en el curso. Para colaborar con esta necesidad del estudiante, una de las mejores formas de lograrlo es mediante la organización de tareas de discusión grupales, en las que se analizan todo tipo de dificultades que puedan presentarse a lo largo del desarrollo de cada unidad; los grupos deben ser pequeños y asistidos por un tutor que les ayudará a expresarse libremente con respecto a sus inquietudes y equivocaciones sin preocuparse por las calificaciones. Para aumentar el grado de responsabilidad en el proceder de los estudiantes es recomendable asignar tareas del tipo: "estudiar por su propia cuenta el tema..." dándole luego la opción de exponerlo en una de las reuniones grupales o bien a toda la clase. Otra opción es sugerirle la realización de experiencias "caseras" con elementos que se encuentran posiblemente en la mayoría de los hogares. En una primera aproximación se le piden conclusiones meramente cualitativas, pudiéndose, en una segunda instancia, pasar a los aspectos cuantitativos.

Obviamente, las experiencias grupales son un excelente medio para el logro de los objetivos de significados compartidos, favoreciendo la superación de las concepciones alternativas y logrando, por último, un nivel de conocimiento más elevado.

ALGUNAS IDEAS DE MODELO INSTRUCCIONAL

La palabra modelo tiene en el uso cotidiano ciertas acepciones que no la hacen especialmente feliz para designar claramente a qué nos estamos refiriendo cuando hablamos de modelo instruccional: Solemos utilizarla para significar que los jóvenes no encuentran en su entorno comportamientos dignos de emulación cuando aseveramos que "no tienen modelos", hablamos del "modelo en escala" de un puente o una nueva planta productiva, estrenamos un "modelo" exclusivo para una fiesta, tenemos un auto "modelo '96" o vemos a la "modelo" recorriendo la pasarela.

En los procesos de la ciencia, el término modelo se emplea como sinónimo de teoría, esquema conceptual o sistema. Es decir que se interpreta al modelo científico como una forma de pensar u organizar ideas, que nos permite comprender el comportamiento de ciertos fenómenos de nuestro interés.

En nuestro campo (la construcción de conocimientos), el modelo no es visto como un objeto propiamente dicho. Por la naturaleza de su estructura de relaciones, el modelo resulta un constructo de la mente humana, incluso cuando somos capaces de "materializarlo" en un objeto: opera de hecho como una instancia intermedia en la que delegamos parte de nuestras funciones de conocimiento. En efecto, cuando comenzamos a separar un objeto, evento o situación de la realidad que aparece en la naturaleza y comenzamos a agregar rasgos hipotéticos o "regularidades" que permitan identificarlo, obtenemos lo que se llama: un modelo conceptual. Así surgen por ejemplo los modelos atómicos, como el muy conocido del núcleo como "punto central" con los electrones girando a su alrededor o el modelo del Sol, la Tierra y los demás planetas, representados por una "masa puntual". Si el fenómeno puede describirse con funciones o fórmulas, el modelo es "matemático".

Cuando este modelo surge como resultado de un proceso de investigación firmemente guiado por una teoría y puede describirse en detalle en función de leyes generales ya conocidas, hablamos de un "modelo científico". (Ver Figura 8.1)

Según Arca, M. y Guidoni, P. (1989) "El objetivo general de un modelo es reducir (restringir) la cantidad de lo que es aún desconocido en un campo no del todo conocido y permitir a los elementos de lo que se conoce coagular en una forma determinada y compleja. En todo caso, un modelo es un poderoso instrumento mental, especialmente apto para la construcción de estructuras de la realidad, cuando su complejidad no nos permite alcanzar y representar directamente sus múltiples relaciones de conexión, y también para lograr un control directo del significado de los hechos".

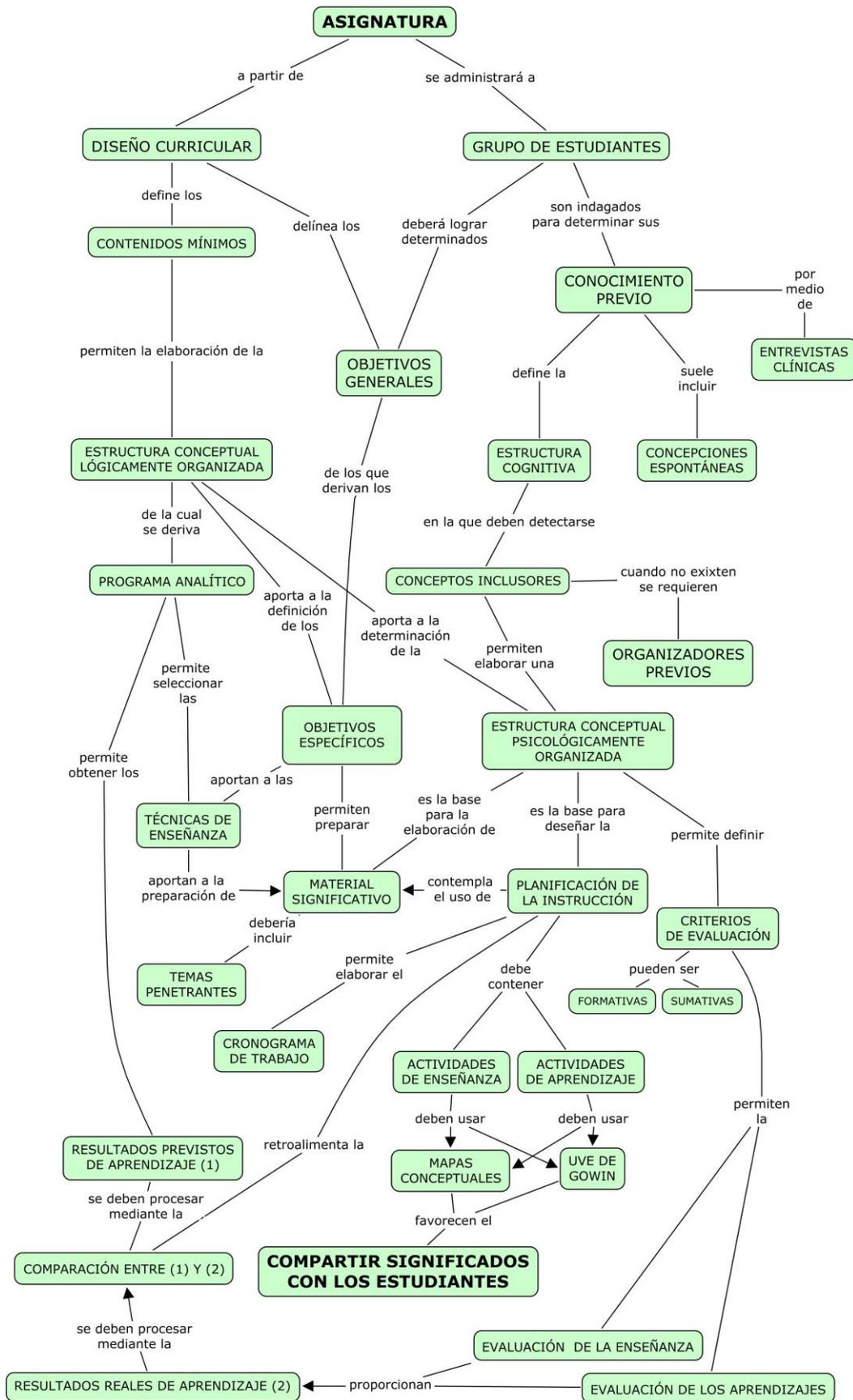


Figura 8.1: Mapa conceptual que muestra un modelo instruccional ausubeliano

Así concebido, el modelo permite, a partir de lo conocido, incorporar nuevas experiencias y observaciones de la realidad a fin de ajustar nuestra interpretación de la misma. Al mismo tiempo que un modelo aparta la atención (abstrae) de muchas características de la realidad, también aporta a la reconstrucción organizadora muchos rasgos nuevos, que pueden no encontrar correspondencia directa con la realidad a partir de la cual comenzó la actividad de modelado. De esta manera, un modelo siempre comporta su propia originalidad, en cuanto añade a la selección esquemática de los hechos observados otros trazos peculiares pertenecientes a su propia naturaleza de modelo.

Es en este sentido de construcción tentativa en que empleamos el término modelo instruccional (científico), aplicándolo a una secuencia didácticamente consistente de estrategias de enseñanza, con la que se esperan alcanzar los objetivos propuestos. La característica inherente al modelo de ser transitorio y dúctil, lo hacen especialmente apropiado para configurar esquemas que pueden tomarse como lineamientos básicos para guiar el permanente desplazamiento de nuestra práctica docente hacia criterios de excelencia. Es importante destacar la diferencia del modelo instruccional que aquí se propone, con el método didáctico estructurado que fija pautas estrictas de cumplimiento obligatorio. En el modelo instruccional se trata de ir amalgamando experiencias que han probado ser positivas en un esquema de acción abierto que permita una rápida transformación, atentos a las diferencias individuales de los alumnos, a nuevos estados de la ciencia ya los aportes de la investigación educativa.

Un modelo es aceptado por la comunidad científica siempre que permita explicar la naturaleza de las situaciones relacionadas con él, que no haya discrepancia entre los principios fundamentales de la ciencia y su formulación, que permita hacer predicciones que demuestren su validez mediante la observación y la experimentación, y que conduzca a situaciones nuevas donde seguir investigando.

Es necesario añadir que la validez del modelo puede ser cuestionada y que, asimismo, puede ir desapareciendo el paralelismo entre él y la situación que representa, en cuyo caso se dice que el “modelo ha sido superado”. No obstante, su aplicación será válida, si se deja de lado la idea de que el modelo es la realidad, y que deberá indefectiblemente ser reemplazado por otro modelo más “actualizado”. De hecho, los modelos siguen siendo válidos en la medida que no se sobrepasen sus límites de aplicación. Por supuesto que el proceso de reemplazar modelos es inherente al avance mismo de la ciencia en general y de la educación en este caso, el cual continuará indefinidamente. No por ello deben cuestionarse u olvidarse los éxitos extraordinarios que suelen cosechar los modelos, los que siguen vigentes aún después de superados. El modelo debe ser siempre entendido como adecuado a una porción limitada de la realidad y la búsqueda del modelo absolutamente verdadero escapa al espíritu mismo de una ciencia experimental.

El sucesivo desarrollo de modelos proporciona una enseñanza profunda de los fenómenos en estudio, y no debemos desanimarnos al encontrar que el que habíamos adoptado debe reemplazarse o mejorarse, ya que este hecho se repetirá con frecuencia y cuando más seguido es, mejor, ya que ello indica simplemente que se ha producido un cambio y que la investigación científica ha avanzado otro paso en el largo camino que constituye desentrañar la naturaleza.

Luego de aclarados los alcances de todo modelo, a continuación se tratan con más detalles algunos de los conceptos claves involucrados en el modelo propuesto.

ESTRUCTURA CONCEPTUAL DE LA ASIGNATURA

Para seguir el marco teórico presentado anteriormente una tarea importante del instructor será la de determinar la estructura conceptual de la asignatura. Luego los conceptos más generales más inclusivos se deberán presentar al inicio bajando progresivamente hacia los más específicos.

De esta manera será posible acomodar la secuencia de los contenidos de acuerdo a los principios de la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora.

Evidentemente una vez que la estructura conceptual de la asignatura está organizada será más fácil identificar cuáles son los inclusores claves y, en consecuencia qué conceptos deben tener los estudiantes en su estructura cognoscitiva para iniciar el proceso de aprendizaje significativo. Poseer la estructura conceptual de la asignatura ayudará también a diseñar el pre-test o cualquier otro procedimiento para averiguar los subsumos relevantes de los estudiantes.

Es justo puntualizar aquí que esta estructura conceptual así preparada reflejará el punto de vista del autor de la misma, por lo cual es aconsejable que varios expertos en la temática (digamos por ejemplo Física Clásica) trabajando en grupo la preparen. En consecuencia la instrucción deberá comenzar a un nivel completamente general discutiendo la importancia de las leyes y las cantidades físicas para la vida humana y en el estudio de la Física clásica.

Al final de la primera unidad se puede presentar a los alumnos el esquema conceptual de la estructura de la Mecánica, lo cual facilitará que el estudiante entienda la organización secuencial de los contenidos. Luego de esta presentación se analizarán los conceptos centrales y sus principales interrelaciones. Más tarde, los conceptos a presentar se hacen más y más específicos y sus similitudes y diferencias deberán ser enfatizadas por el instructor. Debido a que la mayoría de los libros de texto siguen una secuencia opuesta a la que aquí se propone, es conveniente la preparación de notas de clase que permitan a los estudiantes la lectura de materiales de instrucción psicológicamente organizados para ayudar al proceso de aprendizaje significativo.

El siguiente paso será la introducción de las ecuaciones matemáticas, de tal manera que el instructor podrá organizar una revisión de los conceptos matemáticos que los estudiantes ya manejan y su aplicación al estudio de la Física. Esto permitirá el comienzo de un proceso de retorno, a través de la estructura conceptual, como lo indica el principio de la reconciliación integradora.

Resumiendo, el instructor tendrá que cumplir dos etapas importantes para lograr el aprendizaje significativo: la primera consiste en identificar los conceptos centrales de la disciplina y organizarlos jerárquicamente, comenzando por los más generales hacia los más específicos; en la segunda etapa se tomarán como base los resultados de la primera para determinar la organización secuencial de los contenidos. Este orden podrá incluir el uso de organizadores previos.

LA PLANIFICACIÓN

El plan de enseñanza debe ser elaborado por el docente responsable de la asignatura, tomando como base las metas establecidas en el diseño curricular que, naturalmente, no son

elaboradas por el docente, sino por las respectivas comisiones curriculares, que dan como conclusión lo que, en términos de Johnson constituyen la "Serie estructurada de resultados previstos de aprendizaje" (Johnson M. 1967), de donde surgen los objetivos generales y los contenidos mínimos. A partir de ellos, el docente elaborará los contenidos analíticos y los objetivos específicos.

Para elaborar los contenidos analíticos (comúnmente conocidos como "el programa" de la asignatura), es importante comenzar con lo que Ausubel denomina una matriz de conceptos y/o proposiciones y destrezas. Para esto, es necesario tener en cuenta los principios de la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora. Según el primero, las ideas más generales e inclusivas de la disciplina deben presentarse al inicio y luego ir diferenciándolas en función de los detalles y la especificidad. Este orden corresponde a la secuencia natural en que el ser humano adquiere conciencia cognoscitiva sobre un nuevo cuerpo de conocimientos cuando lo hace espontáneamente. Aunque este principio parece tan evidente, rara vez se lo tiene en cuenta al organizar el material de los libros de texto o los procedimientos de enseñanza, con gran desmedro para el aprendizaje significativo y forzando la memorización.

Tener en cuenta el principio de la reconciliación integradora al programar la enseñanza, implica la realización de esfuerzos serios y explícitos para explorar las múltiples relaciones entre conceptos parecidos, señalando las semejanzas y diferencias importantes, de manera tal que puedan aclararse las inconsistencias reales o aparentes.

Esto, evidentemente es ignorado por los autores de textos que tratan por separado conceptos que en realidad tienen muchas relaciones entre sí, o emplean términos múltiples para identificar conceptos intrínsecamente equivalentes, generando incontables tensiones y/o confusiones cognitivas en los estudiantes.

Cabe señalar aquí, que un excelente procedimiento, que permite considerar los principales aspectos de ambos principios es la confección de un mapa conceptual del tema en cuestión.

LA ELABORACIÓN DE LOS OBJETIVOS

La importancia de la buena elaboración de los objetivos estriba, principalmente, en la claridad con que permiten encarar la tarea docente y la posibilidad de una evaluación rápida y continua de la evolución del proceso enseñanza-aprendizaje. Por otra parte, el hecho de tener que elaborar objetivos de aprendizaje válidos, supone para el docente una profunda reflexión sobre qué va a enseñar y cómo lo hará.

Pero, ¿qué entendemos por objetivo? En el marco teórico de este trabajo diremos que los objetivos de aprendizaje son un conjunto de declaraciones, preferencias y/o ejemplos que se necesitan para describir el aprendizaje deseado en los alumnos. Los objetivos siempre se refieren a un *resultado* a obtener en el alumno como consecuencia de la acción del proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto último es de crucial importancia ya que en todo proceso educativo una vez formulados los objetivos, se hace posible la creación de actividades y procedimientos encaminados a alcanzar esos objetivos, finalizando con la evaluación del aprendizaje final adquirido por el alumno. Vemos que la evaluación está íntimamente ligada a los objetivos, o lo que es más, no es posible hablar de evaluación de los resultados sin tener en claro a qué objetivos estamos apuntando.

Por lo común, los objetivos que más interesan al docente al frente de una asignatura, son los denominados objetivos específicos o conductuales o comportamentales o concretos, que se hicieron muy populares en la década del sesenta luego de la publicación de Mager sobre la preparación de objetivos para la instrucción programada (Mager, R. F., 1962). Resumiendo, estos objetivos son los que muestran en sus enunciados la conducta observable y evaluable (medible) que deben adquirir los alumnos una vez concluido su paso por la asignatura. Estos objetivos deben describir lo que debe poder hacer el alumno en tres campos: cognoscitivo, afectivo y psicomotriz. El primero abarca las conductas que ponen en primer plano los procesos mentales del sujeto que aprende, las variables que debe manejar el docente al formular los objetivos referidos a este campo son: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación. El campo afectivo abarca las variables relacionadas con actividades y emociones del sujeto: recepción, respuesta, valoración, organización y valores. En el campo psicomotriz encontraremos en primer plano las actividades neuromusculares y físicas, siendo las variables: frecuencia, energía y duración.

Además, para que el objetivo resulte bien formulado, deben tenerse en cuenta otros aspectos del proceso de aprendizaje, como ser: la enseñanza, la institución en que ésta se imparte y los métodos de evaluación a utilizar.

Sin embargo, es necesario advertir que, si se planifica toda la instrucción en base a los objetivos conductuales en la forma aconsejada por Mager, se corre el riesgo de desconocer cuáles son los conceptos centrales que deben aprenderse, su estructura jerárquica y cuáles son las interrelaciones entre ellos, con lo que favoreceríamos el aprendizaje memorístico en perjuicio del significativo. En otras palabras, estaríamos planificando la instrucción ignorando importantes aspectos del trabajo intelectual necesario para el aprendizaje significativo que, lógicamente, deben ser abordados durante la planificación de la instrucción. Es por eso que en este modelo se asigna principal importancia a la organización y jerarquía de los conceptos, para luego, a partir de allí, elaborar los mencionados objetivos que, a pesar de los problemas citados, resultan útiles al momento de elaborar las estrategias de evaluación, debido a que son más claros de interpretar por los estudiantes y pueden ser fácilmente convertidos en formatos de evaluación.

LA DETERMINACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS PREVIOS

Ausubel (Ibid.) dejó claramente establecida la importancia del conocimiento previo de los estudiantes para la adquisición de nuevos conocimientos, tema ampliamente aceptado y difundido en la bibliografía y por los investigadores de la educación. Por este motivo se hace imprescindible, como paso siguiente para planificar la instrucción, la determinación del conocimiento previo de los estudiantes. A tal fin, es de gran utilidad el empleo de la entrevista clínica (Novak, J. D., 1986 ; Moreira, M.A. & Silveira, F. L., 1993) que se ha revelado un instrumento de particular importancia y utilidad para los docentes, tanto en el área de la investigación, como para determinación de estructuras cognitivas y la detección de concepciones alternativas o espontáneas.

Tal vez resulte útil dedicar un párrafo a la aclaración de lo que aquí entendemos por *concepto espontáneo*. Nos referimos así para designar a aquellas concepciones que traen los estudiantes en su estructura cognoscitiva y que son derivadas de su contacto diario con el "mundo real", es decir con su experiencia cotidiana. Estos conceptos (también se los suele

llamar: conceptos pre-científicos, conceptos erróneos, conceptos alternativos, o conceptos equivocados) se derivan de experiencias y observaciones de la vida diaria, del uso del lenguaje y del refuerzo de la cultura. Además, estas concepciones espontáneas se caracterizan por formar parte de las estructuras mentales de los alumnos, y son construcciones personales que tienen cierto grado de validez, son muy difíciles de cambiar o erradicar y, por último, recuerdan los conceptos mantenidos por científicos en etapas anteriores.

LOS CONCEPTOS ESPONTÁNEOS Y LA UVE DE GOWIN

En el año 1987, el profesor D. Bob Gowin, de la Universidad de Cornell (USA), presenta una nueva forma de fortalecer el trabajo de los docentes y de los estudiantes, mediante el uso de los diagramas UVE y algunos principios de Educación. El objetivo de la presentación era el de poder disminuir de alguna manera, el gran número de *conceptos espontáneos* que presentaban los estudiantes en Ciencias y Matemáticas.

El Profesor Gowin diseñó el diagrama UVE como forma de representar los principales elementos epistemológicos que forman un cuerpo de conocimientos. La mayoría de los científicos reconoce la importancia relevante de elementos epistemológicos tales como teoría, conceptos, evento, objeto, registros y afirmaciones de conocimiento. Según Gowin, los estudiantes y profesores pueden aprender en un corto tiempo cuáles son estos elementos y qué relaciones hay entre ellos. De esta manera, comenzarán a entender la estructura de los conocimientos.

Los conceptos espontáneos podrían entenderse, entonces, como relaciones imperfectas localizadas entre los elementos epistemológicos que forman parte del cuerpo de conocimientos que sustentan los estudiantes en sus estructuras cognitivas. Gowin propuso como remedio para superar estas relaciones imperfectas entre las "piezas" que forman la estructura de conocimiento, el análisis de los diagramas UVE para ayudar a los alumnos a reconstruir sus conocimientos previos. Evidentemente, la adopción del uso de esta herramienta, por parte de docentes y alumnos, en los cursos de Ciencias Exactas y Naturales es una excelente idea, tanto para la determinación de los conceptos espontáneos como para los conceptos científicos.

En resumen, aplicando la entrevista clínica y la UVE llegaremos a establecer los conceptos relevantes que los estudiantes tienen en su estructura cognitiva, lo que a su vez permitirá detectar los inclusores, a partir de los cuales los estudiantes podrán aprender significativamente. Conocidos estos inclusores, se podrá establecer la relación existente entre éstos y los conceptos científicos que se deben enseñar y es a partir de esta relación que se hará posible elaborar la estrategia de instrucción. Evidentemente se puede presentar el caso en que no exista ninguna relación entre la estructura cognitiva de los estudiantes y la estructura conceptual de la ciencia que tratamos de enseñar. En este caso Ausubel aconseja la preparación de *organizadores previos*, que consisten en materiales más generales, abstractos o inclusivos que el material que se debe aprender. La función de estos organizadores es salvar el abismo que puede existir entre lo que el alumno sabe y lo que necesita saber, para aprender con éxito el nuevo material. El organizador se presenta al inicio de la instrucción, y debe prepararse teniendo en cuenta tanto la estructura cognitiva de los estudiantes como la estructura conceptual del tema a enseñar, lo que equivale a decir que el organizador previo debe ser preparado por el docente,

para un determinado grupo de alumnos y puede no servir para otro grupo, si sus conocimientos previos difieren de los del primero. Además, deben adaptarse al material de instrucción, que también puede ser distinto para cada docente ya que ellos también pueden diferir en su formación previa. En suma, los organizadores previos serán materiales introductorios especialmente preparados por el docente, pertinentes al tema y lo más inclusivos (generales) claros y estables que sea posible. Su función es facilitar el aprendizaje significativo y el establecimiento de una actitud favorable hacia el mismo. Contribuyen también a que el alumno reconozca que los conceptos del material de aprendizaje nuevo pueden relacionarse de un modo sustancial con conceptos relevantes de lo que él ya conoce.

ALGUNAS IDEAS PARA EL DISEÑO DE TECNOLOGÍA EDUCATIVA

Los principios teóricos y metodológicos presentados en este libro, pueden ser considerados para su aplicación al diseño de tecnología educativa. Representa a continuación un ejemplo para el diseño de un curso de Física a nivel universitario.

I. ESPECIFICACIONES DE LA INSTRUCCIÓN

Tema seleccionado para enseñar: Este ejemplo procura la obtención de una lista de estrategias generales y específicas para el diseño de un ambiente de instrucción, basado en tecnología y de alta efectividad para el logro de los objetivos educacionales propuestos en el currículo, para la temática Mecánica Newtoniana, en particular para la asignatura Física General II que forma parte de los planes de estudios de las distintas carreras de Ingeniería que se dictan en la Universidad Nacional del Comahue, aprobados en el año 1996.

I.1 Caracterización de los objetivos

Cuando nos detenemos para analizar el mundo que nos rodea, observamos que a nuestro alrededor suceden distintos tipos de eventos, transformaciones de objetos, intercambios de energía, etc. Ante estas realidades de la naturaleza se nos pueden presentar dos actitudes distintas de reflexión, la primera es pensar que todo sucede porque “así son las cosas” y allí queda todo. La segunda actitud es la que más se acerca a la naturaleza de los seres humanos, o sea el preguntarse los porqué de todas esas cosas y, entonces, se hace necesario el saber sobre la naturaleza, no sólo el de estudiar lo que pasa, sino también poder incidir en la misma para modificar los eventos, mejorarlos y utilizarlos para incrementar nuestro estándar de vida. Por supuesto que la intromisión de los seres humanos sobre la naturaleza no siempre es para bien: todos conocemos los grandes daños que se pueden causar si se la utiliza indiscriminadamente o para obtener poder y dinero. Por eso, se debe hacer notar que es importante el conocimiento por sí mismo, pero advertir que su utilización sólo debe hacerse dentro del marco lo que hoy se ha dado en llamar “desarrollo sustentable”.

Por lo tanto, en este diseño instruccional se tratará de inculcar al estudiante a no dar nunca nada por descontado y entender que todo tiene una explicación, por más compleja que ella sea y, entonces, seguir los caminos que lo lleven a descubrir esa explicación. Como vemos, este principio nos coloca en un camino que nunca termina, ya que la verdad absoluta y definitiva es algo que no se alcanza, sino que los conocimientos nuestros son una aproximación sucesiva,

mediante verdades parciales y provisionarias, que en el futuro pueden ser superadas o bien negadas por nuevos conocimientos.

Es importante entonces entrar en el camino de búsqueda de conocimientos y más aún divertirse en esta apasionante tarea que el estudio de la naturaleza nos propone.

Con esta cosmovisión en mente, consideramos que la universidad debe formar ingenieros capacitados para enfrentar los grandes desafíos del siglo XXI, con capacidad creadora, actitud crítica y valorativa de la realidad presente, y con una destacada formación teórica y experimental. Sólo una sólida formación básica puede garantizar que el futuro ingeniero pueda adaptarse a la diversidad de situaciones que puedan presentarse en su desempeño profesional. Frente al alto grado de especialización y el vertiginoso avance de la tecnología, el dominio de los contenidos de las ciencias básicas será un recurso para interpretar los conocimientos tecnológicos, percibir los cambios, prepararse para ellos y hasta anticiparlos. Resulta entonces, que la Física se convierte en una disciplina fundamental en las carreras de ingeniería, ya que aporta conocimientos y métodos cuya aplicación creativa permitirá al ingeniero llevar adelante las tareas de diseño, desarrollo, operaciones y optimizaciones propias de su actividad profesional.

Objetivos Generales

Lograr que los estudiantes vean la Física como una ciencia en evolución en la cual nuevas teorías desplazan las existentes para interpretar con mayor precisión y generalidad los fenómenos

Contribuir a la formación de las capacidades cognitivas, procedimentales y actitudinales de los estudiantes que les permitan la comprensión de los fenómenos naturales y de los desarrollos tecnológicos actuales.

Proporcionar a los estudiantes de las distintas carreras de ingeniería una base sólida en una de las ciencias básicas fundamentales para dichas carreras como lo es la Física.

Habituarse al estudiante a trabajar tanto en grupos como de forma independiente, preparándolo para futuras situaciones en el ejercicio de su profesión

Desarrollar en los estudiantes el hábito de recurrir a la bibliografía.

Estimular la capacidad de observar y el espíritu crítico.

Contribuir a la formación de las capacidades para medir, experimentar, concluir, comprobar y conceptualizar.

Despertar la inquietud por la investigación científica

Objetivos Específicos

Alcanzar un claro conocimiento y comprensión de las leyes básicas de la Física y desarrollar la habilidad para aplicarlas en situaciones concretas. Esto requiere que los estudiantes puedan :

Explicar desde el punto de vista de la Física, fenómenos sencillos que se planteen. resolver problemas en forma algebraica, numérica y gráfica.

Evaluar los resultados obtenidos en la resolución de problemas

Diseñar sus propios experimentos, desarrollarlos y elaborar conclusiones. Esto último requiere que puedan :

fijar sus propios objetivos claramente.

seleccionar criteriosamente metodologías de trabajo.

manejar con destreza el instrumental de laboratorio.

Analizar, Interpretar y tratar adecuadamente los resultados experimentales, aplicando por ejemplo teoría de errores.

Sintetizar información a fin de comunicar con claridad resultados y conclusiones.

Identificación de los procesos cognitivos presentes en los objetivos

Analizando los objetivos planteados, vemos que se trata de una amplia gama de procesos cognitivos involucrados en esta asignatura, pero con particular relevancia, podemos identificar los siguientes: conocer, comprender, aplicar, explicar, diseñar, desarrollar, seleccionar, elaborar conclusiones, analizar, transformar datos, comunicar resultados, resolver problemas, evaluar resultados.

Además existen dos objetivos de carácter procedimental: adquirir destrezas desarrollar habilidades

Como objetivo de carácter actitudinal, diremos que este aspecto está contemplado como transversal, ya que se buscará que los estudiantes adquieran nuevas cosmovisiones respecto a la Física conformadas por actitudes de real y fuerte compromiso con esta ciencia básica de la ingeniería.

Nivel de procesamiento cognitivo requerido

De los procesos citados podemos decir que tenemos ejemplos de los tres casos de nivel de procesamiento de la clasificación:

Nivel bajo: conocer, comprender, seleccionar

Nivel medio: explicar, diseñar, desarrollar, aplicar

Nivel Alto: evaluar, sintetizar, resolver problemas, elaborar conclusiones, comunicar resultados.

Taxonomías empleadas

Para este caso particular se han empleado las taxonomías de Bloom, para los procesos cognitivos y la de Anderson para los procedimentales.

I.2 Caracterización del educando

Nivel de conocimiento previo: Los estudiantes, que cursan el segundo año de las carreras de ingeniería en la UNComahue, poseen los conocimientos previos básicos que corresponden al anterior cursado de Física I, Álgebra I, y Análisis Matemático I. No obstante lo cual se administra una evaluación de diagnóstico, para verificar el nivel real de sus conocimientos previos, para efectuar las correcciones oportunas en caso de ser necesario.

Estilo de aprendizaje: Por las características de estos educandos predomina el estilo academicista, ya que en general los cursos de estas carreras tratan de favorecer las labores reales, tales como el desafío y el compromiso de los problemas a resolver, la interpretación de textos difíciles y absorbentes o bien el análisis de argumentos convincentes pero con fallas. Se consideran reales porque proporcionan motivación intrínseca, por ejemplo, desafío o curiosidad, más que motivación extrínseca, es decir, la obtención de un grado.

En general entiendo que aquí aplican tres tipos de estilos particulares, el cuantitativo / numérico, o sea para estudiantes intrigados por números, tamaños, proporciones etc. Y los denominados prácticos, es decir el de estudiantes que quieren involucrarse mediante actividades construyendo algo o realizando experimentos y por último el estilo independiente ya que también abordan los problemas de un modo analítico y detallado, tiene menor tendencia a la interacción social, más tendencia a auto dirigir su aprendizaje, y con muy buen grado de auto motivación

Nivel de desarrollo: De acuerdo al nivel de escolaridad alcanzado por los estudiantes de esta asignatura es apropiado suponer que han alcanzado holgadamente el nivel operacional abstracto según la teoría piagetana.

Nivel de motivación: En este caso es dable suponer que por el tipo de carrera elegida, los estudiantes poseen un alto grado de motivación intrínseca (es conocido el dicho: nadie al que no le guste puede avanzar a este nivel en carreras de ingeniería)

Por otra parte en estos casos, el aliento recibido por parte de los docentes, sirve no solo como medio para obtener la retroalimentación que los educandos necesitan, sino también como una fuente de motivación extrínseca, es decir, motivación derivada del ambiente o contexto, en lugar de hacerlo “desde dentro” del estudiante, como sucede con la curiosidad intrínseca.

I.3 Caracterización del contexto

El contexto del aprendizaje es predominantemente y preferentemente grupal, por lo que la instrucción debe procurar proveer de actividades colaborativas en grupos heterogéneos, donde los participantes puedan tomar ventaja de las diferentes habilidades de sus integrantes. No obstante por las características de nuestra enseñanza, también existen instancias de contexto individual.

I.4 Caracterización del contenido

El contenido de esta asignatura podemos enmarcarlo en la actual concepción amplia, la cual no los considera como “temas”, sino como competencias.

Se entiende por competencia a aquella capacidad del individuo para enfrentarse con una situación tanto del mundo laboral como del académico y personal, y saber resolverla.

Dentro de las capacidades que se destacan en este tipo de clasificación se considera que las de esta asignatura están comprendidas dentro de las intelectuales y las prácticas, aunque tampoco deberían dejarse de lado a las capacidades sociales.

Dominio: en este caso se trata de Física General, siendo los contenidos mínimos, según lo seleccionado en base al currículo los siguientes:

- ✓ ELASTICIDAD;
- ✓ MECÁNICA DE FLUIDOS;
- ✓ TERMODINÁMICA;
- ✓ ONDAS MECÁNICAS

II. RECOMENDACIONES DE DISEÑO

II.1 Estrategias generales:

Por ser la Física un conocimiento de naturaleza especial, que requiere para su aprendizaje de procesos constructivos coherentes con los que intervienen en la labor de la comunidad científica que lo elabora, se recomiendan para la enseñanza las siguientes estrategias generales:

Colocar al alumno en el centro del proceso.

Crear experiencias teniendo muy presente el contexto de aprendizaje

Utilizar soportes concretos que favorezcan el cambio conceptual

Hacer conocer los objetivos al estudiante

Promover el trabajo grupal

Recurrir al uso de herramientas metacognitivas

Resolución de problemas en clase en forma individual y grupal

Se procurara que los estudiantes no sólo se integren a la dinámica propuesta, sino que también aporten ideas para su mejoramiento

Realización de prácticas de laboratorio y fundamentalmente elaboración y defensa del informe correspondiente ante sus compañeros y docentes

II.2 Fundamentación en base a teorías del aprendizaje:

Las estrategias generales de esta propuesta se fundamentan en la postura constructivista. Ya se ha señalado que en cuanto nos atañe, y sin desconocer que existen numerosas definiciones que tratan de explicar el término, podemos resumir al constructivismo diciendo que constituye:

“Una visión del conocimiento humano como un proceso de construcción cognitiva llevada a cabo por los individuos que tratan de entender el mundo que los rodea”

Desde el punto de vista de la enseñanza de Física, la principal conclusión que deriva de la perspectiva constructivista es con respecto a los estudiantes, ya que el que aprende no es visto como un receptor pasivo de conocimientos, sino como un constructor activo del mismo. Y dentro de las distintas corrientes existentes, consideraremos el denominado constructivismo radical. Esta postura representa el punto de vista más importante, a la hora de ser constructivistas en la enseñanza de matemática y ciencias.

Para el constructivismo radical, el conocimiento es visto como una construcción tentativa de los seres humanos, que tratan de entender el mundo que los rodea, sobre la base de lo que ellos ya conocen (conocimiento previo).

El carácter tentativo es de fundamental importancia, ya que de allí se deriva la hipótesis que niega la existencia de la "verdad última" e irrefutable para esta clase de conocimiento. No obstante, la posibilidad de existencia de este tipo de verdad en las creencias religiosas no es cuestionada, ya que el carácter tentativo del conocimiento se refiere solamente al conocimiento experimental y al científico, es decir construido por los individuos.

Basados en esta cosmovisión, se pueden elaborar los siguientes principios básicos, como referencia para elaborar las estrategias generales de instrucción:

El conocimiento no es recibido en forma pasiva, sino construido por el sujeto cognoscitivo.

La función cognitiva es adaptativa, y permite al que aprende, la construcción de explicaciones viables sobre las experiencias.

El proceso de construcción de significados está siempre influenciado por el entorno social del cual el individuo forma parte.

Estos principios constructivistas tienen importantes implicancias a la hora de adoptarlos para la educación en Física.

El primer punto de vista característico del constructivismo para la enseñanza de Física es el de la construcción activa de nuevos conocimientos sobre la base de las concepciones previas. Esto significa que no existe una simple transferencia de piezas de conocimiento desde una cierta fuente hacia el que aprende sino que el conocimiento previo ha probado ser el ladrillo base para la construcción de nuevo conocimiento. Sin embargo, al mismo tiempo, puede también ser un serio impedimento para el aprendizaje, ya que en muchos casos estas concepciones previas están en un marcado contraste con las concepciones científicas que deben ser aprendidas.

Además, cuando se asegura que la construcción debe ser tentativa, se quiere decir que el nuevo conocimiento debe tomarse siempre como hipotético y puede sufrir cambios mayores o menores a medida que surjan evidencias que así lo indiquen. La historia del desarrollo de la Física, nos brinda numerosos ejemplos que permiten corroborar esta implicancia fundamental, que para muchos es la más difícil de aceptar.

Los nuevos conocimientos e ideas a construir necesitan ser viables, es decir: útiles para un individuo o mejor dicho, para un grupo de individuos. Los educandos podrían, por ejemplo, construir lo que a ellos les guste, pero entonces correrían el riesgo de no ser entendido por los otros, quedando de alguna manera aislados del resto de sus pares. Por lo tanto resulta imprescindible que la construcción sea social, ya que aunque cada individuo tiene que construir sus conocimientos por sí mismo, este proceso no puede desprenderse de un fuerte componente social.

II.3 Estrategias específicas:

Porque se enmarca en el paradigma constructivista, fomenta la solución de problemas, el desarrollo conceptual y se aplica a dominios no definidos o mal estructurados, seleccionaremos como Teoría específica para el diseño de entornos constructivistas de aprendizaje la de Jonassen. En este marco, se recomiendan estrategias como las siguientes:

Proporcionar al educando información pertinente, significativa y material de fácil acceso

Seleccionar problemas adecuados, preguntas motivadoras, proyectos relacionados con sus intereses etc. Para que los educandos se constituyan en centro del aprendizaje

Proporcionar casos relacionados o ejemplos elaborados para facilitar razonamientos basados en situaciones e intensificar la flexibilidad cognitiva

Proporcionar herramientas cognitivas: por ejemplo, los programas Mathematica y Matlab se emplean para visualizar representaciones de relaciones matemáticas

Proporcionar herramientas metacognitivas: por ejemplo, mapas conceptuales, diagramas UVE etc.

Proporcionar herramientas de conversación y de colaboración para incentivar la discusión y elaboración de conocimientos por parte de los alumnos

Proporcionar apoyo social y contextual para el entorno de aprendizaje

II.4 Fundamentación en base a los modelos de instrucción y teorías específicas del diseño educativo:

La fundamentación de aplicación de este enfoque se debe a que, en primer lugar, la teoría está enmarcada en el paradigma constructivista, de hecho los diseños que de ella derivan son denominados EAC (Entornos de Aprendizaje Constructivistas). En segundo lugar por el hecho de fomentar la resolución de problemas y el desarrollo conceptual, hecho crucial para el logro del cambio conceptual y consecuentemente el cambio actitudinal hacia la Física, como ciencia básica en la formación de los ingenieros. También es importante señalar que la teoría hace

hincapié en que la representación de los problemas debe ser interesante, atractiva y seductora, debe ser capaz de perturbar al alumno.

Sin lugar a dudas, el aporte principal de esta teoría es la integración de un gran esfuerzo realizado en el ámbito constructivista en un modelo educativo teórico coherente.

ACTIVIDADES PROPUESTAS

Actividad 1.- Analice cómo sería un modelo instruccional aplicable a uno de los cursos que está dictando actualmente.

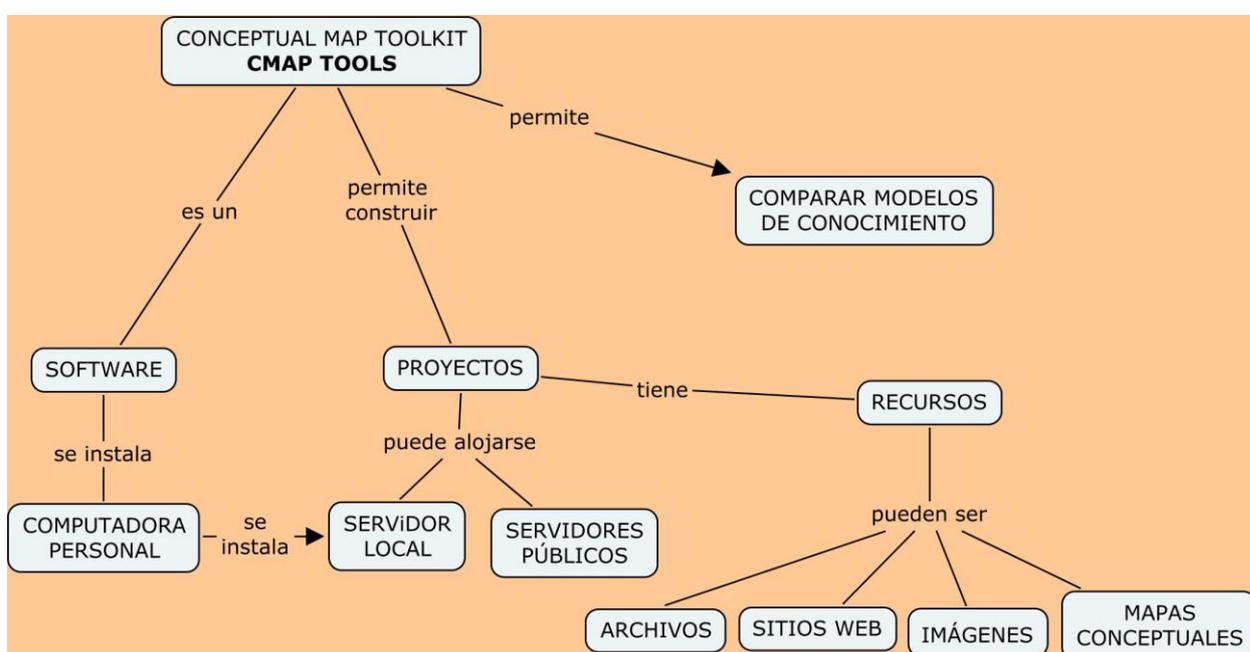
Actividad 2.- Realice un mapa conceptual que represente al modelo instruccional resultante de la actividad anterior. (Se recomienda utilizar la herramienta CMap-Tools para construir este mapa, la misma puede bajarse del sitio: <http://cmap.coginst.uwf.edu>) En el apéndice se resumen algunas características de la herramienta.

Actividad 3.- Explique la importancia de los conocimientos previos en su modelo instruccional y que herramienta utilizaría para determinarlos

APÉNDICE: IHMC CMap Tools

El IHMC CMap Tool es una herramienta de software utilizada para construir, navegar, compartir y criticar modelos de conocimiento representados como Mapas Conceptuales. Esta herramienta es independiente de la plataforma y de la red sobre la cual este trabajando el usuario e interactuando o colaborando durante la construcción de un Mapa Conceptual con diferentes colegas en cualquier lugar de la red, compartiendo y navegando en otros servidores a través de Internet.

Con una arquitectura flexible, esta herramienta permite al usuario instalar la funcionalidad que requiera, agregando módulos conforme a sus necesidades o de acuerdo a los nuevos módulos que continúen desarrollándose.



Requerimientos de Hardware/Software

Windows 95/98/Me/NT/2000

Procesador: Intel Pentium 200 MHZ, o superior, o procesador compatible.

Memoria: 32 MB de RAM, se recomienda 64 MB o mas de RAM.

Espacio en disco: 15 MB de espacio libre en disco.

Macintosh OS 8.0

Procesador: PowerPC 604 a 132 MHz o mas rápido, se recomienda G3 Macintosh.

Memoria: 32 MB de RAM para un uso normal; se recomienda 64 MB para el trabajo con Mapas Conceptuales muy grandes.

Espacio en disco: 15 MB de espacio libre en disco.

Se recomienda MacOS 8.5 o una versión superior.

Macintosh Runtime para Java 2.1.1 o nueva versión.

De manera especial se recomienda Quicktime 2.5, 4.0.

Solaris 2.5.1 o versión superior.
SPARC Computer System.
Memoria: 32 MB de RAM.
Espacio en disco: 20 MB de espacio libre en disco

Linux
Sistema de Computadora Intel x86.
Kernel Linux 2.2.1 o superior.
Librerías: glib 2.1 (es una parte estándar del Redhat 6.0 y versiones superiores).
X Windows.

A continuación se realiza una breve descripción de la versión 3.0ecp, la mencionada versión comprimida para instalar en modo cliente es tiene 26.2 Mbits.

Version 3.0 ecp

Al comenzar a operar con la aplicación CmapTools aparecerán dos ventanas:
Views CmapTools
Quick Help

CONSTRUIR UN MAPA CONCEPTUAL

En la opción File del menú de la primera ventana se procederá a abrir “nuevo mapa conceptual”, en la nueva ventana puede comenzar a construir el mapa conceptual que desea realizar

Recuerde está definiendo RECURSOS ya que pueden agregarse archivos de diferentes tipos que podrán ser recursos del mapa conceptual incluso otros mapas conceptuales.

AGREGANDO NUEVOS CONCEPTOS

Haga un doble click con el mouse en el lugar que desee y aparecerá un objeto, en el podrá escribir el concepto.

Repitiendo esta operación podrá definir todos los conceptos con los que trabajará.

UNIENDO CONCEPTOS

Si dispone de dos conceptos y desea unirlos, haga un click sobre el primer concepto y con el botón derecho del mouse presionado arrastre la flecha hasta el segundo concepto de manera de estar ubicado dentro del objeto. Al dejar de presionar el mouse quedarán vinculados los conceptos quedando la opción para escribir la proposición que une los conceptos.

AGREGANDO RECURSOS

Para agregar recursos a los que pueda accederse desde el mapa conceptual que está desarrollando debiera ir a la ventana “Views Cmap Tools” en el menú principal acceda a “File” y allí deberá clicar en “Add Resource(s)” aparecerá una nueva ventana que le permitirá examinar y buscar el archivo (recurso) este puede ser de, texto, video, sonido, imagen, mapas conceptuales etc.

Una vez seleccionado el archivo es necesario agregarlo clickeando en la parte inferior derecha sobre “Add”, la ventana que aparece permite editar las características del recurso en cuestión, presione sobre “OK” y aparecerá un icono en la ventana “View CmapTools”; para incluir el recurso dentro del mapa conceptual en el que está trabajando deberá marcarlo y arrastrarlo con el mouse sobre su mapa conceptual hasta llegar al concepto donde se propuso añadir un recurso en particular.

AGREGANDO UN CONCEPTO “DISCUSSION THREAD”

¡Importante! Recuerde que esto es solo posible para los Mapas Conceptuales almacenados en un Servidor de Mapas Conceptuales.

MODIFICANDO RECURSOS

Los recursos pueden modificarse ubicándose en el recurso de interés y clickeando el botón derecho del mouse, aparecerá una ventana con las opciones a modificar: Nombre del recurso, Descripción breve, Palabras claves.

GRABANDO Cmap

Para grabar un Cmap ingrese a la opción “File” del menú principal y la opción “Save a Cmap” o “Save a Cmap as”, aparecerá un menú indicando las opciones disponibles. Una vez grabado aparecerá en la ventana “Views – CmapTools”

ABRIENDO UN Cmap

Desde la ventana “Views CmapTools” con clickear sobre el Cmap deseado podrá abrir el mismo en modo edición.

ELIMINANDO RECURSOS

Desde la ventana “Views CmapTools” ubicar el recurso en cuestión, luego desde el menú principal y en la opción “Edit” ir a la opción “Delete”

EXPORTANDO MAPAS CONCEPTUALES COMO ARCHIVOS jpg html

Los mapas conceptuales pueden ser exportados y grabados como archivos de imágenes jpg ; ipg o bien como archivos html Desde el menú principal ir a la opción exportar.

EDITANDO Y MODIFICANDO OBJETOS, LINEAS, COLORES, TIPOS Y TAMAÑOS DE LETRAS, FONDOS, FLECHAS Y CURVANDO UNIONES.

Es posible modificar formas, tamaños, colores y fondo del mapa conceptual. Para realizarlo ubíquese con el mouse sobre lo que quiere modificar y presione una sola vez luego presione el botón derecho y elija la opción “Format Style” aparecerán una serie de carpetas con las diferentes opciones para los cambios que necesita.

ANEXO C:
Mapa conceptual, UVE de Gowin
(Alumnos)

CIENCIAS MATEMÁTICAS

son la herramienta fundamental para el estudio de las

CIENCIAS FÍSICAS

estudia las propiedades de la

MATERIA

ENERGIA

para comprender y lograr establecer

LEYES DE LA NATURALEZA

que determinan

FENOMENOS NATURALES y/o COTIDIANOS

como por ejemplo

OPTICA

ELECTROMAGNETISMO

ETC (AREAS AMPLIAS)

CINEMÁTICA

que estudia

EL MOVIMIENTO

por consiguiente

LA CAUSA DEL MOVIMIENTO

MECANICA

que estudia

EL MOVIMIENTO Y SUS EFECTOS CON EL MEDIO AMBIENTE

dividiendose en sub areas como

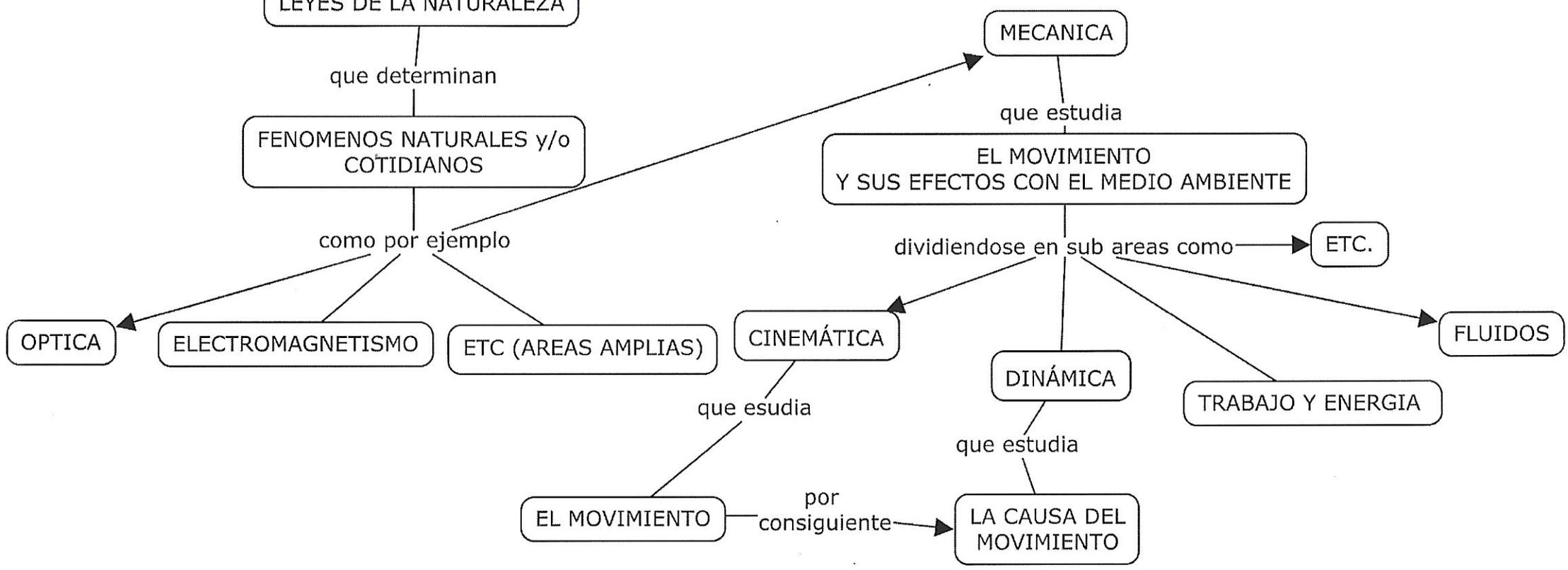
ETC.

DINÁMICA

que estudia

TRABAJO Y ENERGIA

FLUIDOS



CONOCIMIENTOS

TEORÍA

- LEYES DE NEWTON
- TRIGONOMETRÍA
- SISTEMA DE REPRESENTACIÓN EN EJES CARTESIANOS
- DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE

LEYES

- HOOKE $F_{res}=m \cdot a$
- 1ª, 2ª y 3ª LEY DE NEWTON
- IMPULSO/MOVIMIENTO

CONCEPTOS

- PESO
- OBJETOS
- FUERZAS INTERVINIENTES
- FUERZA MEDIA
- FUERZA ELÁSTICA
- FUERZA DE ROZAMIENTO
- FUERZA EXTERNA
- COORDENADAS INTRÍNSECAS
- ACCELERACIONES: NORMAL Y TANGENCIAL
- MOVIMIENTO CIRCULAR

COMO DETERMINAR EL MOVIMIENTO DE UN OBJETO

MÉTODO DE RESOLUCIÓN

SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

- RESOLUCIÓN MATEMÁTICA
- PLANTEAR LAS ECUACIONES DE NEWTON POR MEDIO DEL DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE
- PLANTEAR LEYES DE MRU, MRUV, TIRO OBLICUO, SEGÚN CORRESPONDA
- COLOCAR EJE DE REFERENCIA
- DIBUJAR ESQUEMA DE CUERPO LIBRE

HERRAMIENTAS

- MASA DEL OBJETO
- DISTANCIAS
- DIRECCIÓN Y SENTIDO DE FUERZAS(DCL)
- MANEJO DEL SISTEMA DE UNIDADES
- CÁLCULOS BÁSICOS DE DERIVADAS

DETERMINAR EL MOVIMIENTO DE UN PUNTO MATERIAL