



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

CAMPUS GUADALAJARA

VALORACIÓN DE LOS APRENDIZAJES: UN ESQUEMA ALTERNATIVO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Antonio Lara Barragán Gómez

Tesis presentada para optar por el grado de Maestro en
Pedagogía con Reconocimiento de Validez Oficial
de Estudios de la SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA,
según acuerdo número 974020 con fecha 21-I-97.

Zapopan, Jal., Mayo de 2005



60064



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

CAMPUS GUADALAJARA



UNIVERSIDAD PANAMERICANA
CAMPUS GUADALAJARA
BIBLIOTECA

VALORACIÓN DE LOS APRENDIZAJES: UN ESQUEMA ALTERNATIVO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Antonio Lara Barragán Gómez

Tesis presentada para optar por el grado de Maestro en
Pedagogía con Reconocimiento de Validez Oficial
de Estudios de la SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA,
según acuerdo número 974020 con fecha 21-I-97.

Zapopan, Jal., Mayo de 2005

CLASIF: TE MPE 2005 LAD

ADQUIS: 60,064 ej

FECHA: 07/06/06

NATIVO DE _____

\$ _____

127 h. : il., gráfs. ; 28 cm. + 1 disco óptico de computadora ; 4³/₄ plg.

500 Publicado también en forma electrónica en formato PDF a través de World Wide Web

502 Tesis (Maestría) - Universidad Panamericana Campus Guadalajara, 2005

504. Bibliografía : h. 85-92

1. Tesis disertaciones académicas - Universidad Panamericana Campus Guadalajara

2. Pedagogía

3. Métodos de enseñanza

Zapopan, Jal, 16 de Mayo de 2005

Dr. Jesús Antonio Eng Duarte
Presidente de la comisión de
Exámenes de grado
P r e s e n t e.

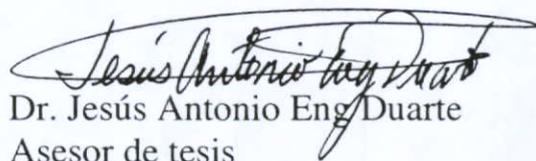
Me permito hacer de su conocimiento que Antonio Lara Barragán Gómez de la Maestría en Pedagogía ha concluido satisfactoriamente su trabajo de titulación con la alternativa TESIS, titulado:

**VALORACIÓN DE LOS APRENDIZAJES: UN ESQUEMA ALTERNATIVO DE
ENSEÑANZA APRENDIZAJE**

Manifiesto que, después de haber sido dirigida y revisada previamente, reúne todos los requisitos técnicos para solicitar fecha de Examen de Grado.

Agradezco de antemano la atención prestada y me pongo a sus órdenes para cualquier aclaración.

A t e n t a m e n t e


Dr. Jesús Antonio Eng Duarte
Asesor de tesis

DICTAMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO

Antonio Lara Barragán Gómez

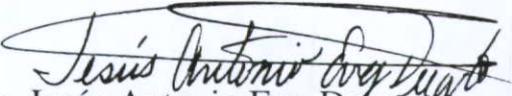
Presente.

En mi calidad de presidente de la Comisión de Exámenes de Grado, y después de haber analizado el trabajo de titulación presentado por usted en la alternativa de **TESIS**, titulado:

VALORACIÓN DE LOS APRENDIZAJES: UN ESQUEMA ALTERNATIVO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Le manifiesto que reúne los requisitos a que obligan los reglamentos en vigor para ser presentado ante el H. Jurado del Examen de Grado, por lo que deberá de entregar siete ejemplares como parte de su expediente al solicitar el examen.

Atentamente


Dr. Jesús Antonio Eng Duarte
Presidente de la comisión

A Dios, quien me ha colmado de bendiciones sin fin

A Pati, mi amada compañera en la vida

A la sombra de luz de mis padres

INDICE

Introducción	1
Planeamiento del problema	2
Metodología	6
Contextos	8
Organización del reporte	10
1. Fundamentos teóricos	
1.1 Principios educativos	11
1.2 Aprender para la Vida	15
1.3 La Enseñanza	18
1.4 Evaluar para Enseñar	21
1.4.1 Orígenes históricos del concepto de evaluación	20
1.4.2 Evolución conceptual de la evaluación	23
1.4.3 Concepción actual de evaluación	26
1.5 La Valoración del Aprendizaje	28
1.5.1 Antecedentes	28
1.5.2 El camino para definir la valoración del aprendizaje	30
1.5.3 La Didáctica Valorativa	32
1.5.4 El Estado del Conocimiento	33
2. Diseño Didáctico Experimental	38
2.1 La Didáctica Constructiva y el Esquema Educativo Basado en la Valoración del Aprendizaje	38
2.2 Rediseño del Curso <i>Física</i>	41
2.2.1 Programa de la asignatura <i>Física</i>	44
2.2.2 El laboratorio	48
2.3 El curso <i>Introducción a la Física</i>	53
2.4 El Examen de Diagnóstico	54
3. Resultados	
3.1 Resultados del Pretest y del Postest	58
3.2 Evaluación del Curso	61

3.2.1 Encuesta inicial	62
3.2.2 Encuesta final	63
3.2.3 Observaciones con Respecto a las Valoraciones	65
4. Propuesta de un Esquema Educativo Basado en la Valoración de los Aprendizajes	
4.1 Selección del momento de aplicación de las valoraciones	69
4.2 Recomendaciones	69
4.2.1 Acerca de la motivación	70
4.2.2 Acerca de la retroalimentación	73
4.2.3 El rol de las calificaciones	76
4.2.4 Justicia	76
4.2.5 Criterios y estándares de valoración y calificación	77
4.2.6 Cómo optimizar el tiempo de revisión y calificación	80
Consideraciones finales	83
Referencias	85
Anexos	93
1. Encuesta preliminar	93
2. Valoraciones	94
3. La Didáctica Constructiva	116
4. Examen de diagnóstico (pretest y postest)	128

INTRODUCCIÓN

Introducción

Durante el periodo Enero 1999 a Julio 2001, se desarrolló un proyecto de investigación relacionado, principalmente, con el desarrollo de habilidades básicas para el aprendizaje de la Física (Lara-Barragán Gómez, 2002). Tal proyecto se realizó con estudiantes de primer ingreso tanto a la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Panamericana campus Guadalajara, como a las distintas carreras del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI) de la Universidad de Guadalajara.

Dicho proyecto propone una serie de técnicas de enseñanza-aprendizaje diseñadas, específicamente, para iniciar el desarrollo del *pensamiento crítico* (Petress, 2004, van Gelder, 2005). A partir de ello, fue evidente que una forma alternativa para promover el pensamiento crítico y las habilidades de corte científico que conlleva, es a través de instrumentos semejantes a los que se utilizan, casi rutinariamente, en los procesos de evaluación. Fue así que se pensó en continuar, sobre algunas de las bases teóricas del primer proyecto, la tarea de encontrar otras alternativas para mejorar el aprendizaje de la Física y, además, para mejorar continuamente la práctica docente. Este último aspecto no se contempló en el primer proyecto.

Uno de los postulados fundamentales del presente trabajo es que la enseñanza es un factor decisivo para el aprendizaje. De ahí surge la idea de un sistema semejante al proceso de evaluación que sirva, en primer lugar, para retroalimentar tanto al profesor como al estudiante de forma tal, que ambos mejoren sus procesos, uno de enseñanza y el otro de aprendizaje. Estos procesos de mejoramiento son simultáneos, ya que la enseñanza y el aprendizaje son inseparables en el sentido de que el aprendizaje es un producto de la enseñanza, y un criterio para definirla. En esencia, el aprendizaje es la meta de la enseñanza y nadie puede decir que ha enseñado a menos que alguien más haya aprendido (Committee on Undergraduate Science Education, 1997: 2). Esto es, no es posible separar el objeto *aprendizaje* del objeto *enseñanza* ya que, de acuerdo con esta concepción, ambos existen como una unidad diádica. Por consiguiente, para mejorar uno, se debe mejorar el otro, simultáneamente o como consecuencia.

En segundo lugar, el trabajo pretende proporcionar una visión actualizada y pormenorizada del proceso general de evaluación dado que, en el medio en que se desarrolla, tal concepto es poco entendido de manera estricta y consensada. Es un hecho fácilmente verificable que los profesores de las áreas relacionadas con las ciencias y la ingeniería, tienen ideas sobre evaluación que van desde la simple asignación de calificaciones, hasta considerarla como un instrumento de control en sentido de

producción industrial (secc.3.4). Así, se espera que a través de este trabajo, los profesores interesados por mejorar su práctica, se sensibilicen y puedan llegar a un consenso sobre lo que representa la evaluación de los aprendizajes.

Planteamiento del problema

El siglo XXI comienza como una época en la que se presentan cambios sociales, económicos y políticos acelerados de los que en gran medida, los espectaculares avances de la tecnología en todos los campos son los responsables. A su vez, para cerrar el círculo, basta abrir los ojos para darnos cuenta de cómo las sociedades se van adaptando a la tecnología a través de dichos cambios. La telefonía celular, por ejemplo, ha puesto prácticamente un teléfono en las manos de un enorme número de personas que, en muchos casos, no cuentan con teléfonos convencionales en sus hogares o negocios. La proliferación de aparatos como los reproductores DVD, computadoras portátiles y sobre todo la facilísima accesibilidad a la Internet, han inducido otras formas de relación entre individuos, sociedades y países. En consecuencia, la realidad de la globalización y la tecnificación de la sociedad, junto con los efectos secundarios que acarrearán, reclaman que la educación evolucione y se desarrolle a un ritmo adecuado al ritmo de la evolución social.

A este respecto, es necesario aclarar que, para efectos del presente trabajo, el concepto de educación que se maneja proviene de diversas fuentes y experiencias. En suma, se entiende la educación como aquel proceso por medio del cual un individuo, el educador, forma a otro individuo (o grupo de individuos) para que puedan adaptarse a tareas diferentes y para que se perfeccionen sin cesar a medida que evoluciona su entorno (UNESCO, 1998). De esta manera, la acelerada evolución tecnológica, social y económica que marca el nuevo siglo invita a que este perfeccionamiento sin fin se dé en todas las facetas que pudieran considerarse respecto a la educación y sus actores. Así, las propuestas más importantes para el desarrollo evolutivo de la educación con el fin de enfrentar los desafíos del siglo XXI, han surgido de los comités de expertos de la UNESCO. Documentos como la *Declaración Mundial sobre Educación Superior para el Siglo XXI: Visión y Acción* (1998), y la propuesta cardinal de *Los Cuatro Pilares de la Educación* (Delors, 1998) muestran una inquietud manifiesta, ya que como se lee en el primero de ellos, "en el amanecer de un nuevo siglo, existe una demanda sin precedentes por una mayor diversificación de la educación superior, tanto como por un conocimiento

creciente de su importancia para el desarrollo sociocultural y económico, y para construir el futuro, para el que las generaciones jóvenes necesitarán equiparse con nuevas habilidades, nuevos conocimientos y nuevos ideales” (p. 70). No obstante, en la región de América Latina y el Caribe pocos han sido los logros para alcanzar las metas que los expertos de la UNESCO han trazado para la educación superior. La *Declaración de Cochabamba y Recomendaciones sobre Políticas Educativas al Inicio del Siglo XXI* expresa claramente que “Los países de la región, conscientes de la importancia que tiene la educación de los niños, jóvenes y adultos, han realizado esfuerzos para cumplir los objetivos del proyecto desde su creación en 1981. Se acusan avances en algunos países, sobre todo en la cantidad de niños que ingresan a la escuela. Sin embargo, la región en su conjunto no ha logrado aún cumplir en su totalidad los objetivos planteados” (UNESCO, 2001). Entre los países que no han cumplido con los objetivos de educación planteados, se encuentra, tristemente, México. A continuación se presentan dos situaciones particularmente relevantes.

El 15 de Octubre de 2001, en un diario del estado de Jalisco se dio a conocer, como noticia principal, el hecho vergonzante de que “México quedó reprobado –con cuatro últimos lugares y dos penúltimos- en el ranking mundial en matemáticas y ciencias en niveles de primaria y secundaria al participar en 1995 con otros 40 países en la evaluación mundial promovida por la Asociación Internacional para la Evaluación del Logro Educativo (IEA por sus siglas en inglés)” (Mural, 2001). Y a pesar de la gravedad de esta situación, fueron evidentes algunas irresponsables reacciones reprobables, cargadas de un cinismo exasperante, por parte de algunos medios de comunicación masiva. Es de recordarse aquel noticiero matutino en el que los conductores minimizaron tal situación diciendo al aire, ante millones de espectadores, cosas como: “bueno, ¿y para qué queremos las matemáticas?, ¿para qué la raíz cuadrada si yo nunca he tenido que hacer una?”. Sobran los comentarios.

Por otro lado, en el año 2003 se dieron a conocer los resultados del Proyecto PISA 2000, *Aptitudes Básicas para el Mundo de Mañana* (OCDE/UNESCO, 2003). Tal proyecto se llevó al cabo por el Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (*Programme for International Student Assessment, PISA*) en 32 países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y 11 países no miembros de dicha organización. Por medio de esos resultados fue posible enterarse de que México ocupó, nuevamente, uno de los últimos lugares en los resultados de ciencias y matemáticas: el lugar 34 de 41. Y por si fuera poco, en cuanto a las habilidades de

lectura, mencionadas en el reporte como *aptitudes para lectura*, el lugar ocupado por México, fue el 35 de 41.

Que tales situaciones representan un grave problema, salta a la vista de quienes nos dedicamos a la educación superior. De la experiencia, se sabe que el estudiante promedio que ingresa a las universidades en cuestión, arrastra vicios adquiridos en sus años previos de "formación" por los que muestra apatía, sumisión intelectual, resistencia al desarrollo de trabajos y tareas de investigación, dificultades para razonar, su lectura de comprensión sólo funciona en niveles de complejidad muy bajos, tiende a hacer trampa en los exámenes sistemáticamente, miente con regularidad sobre su situación académica y, frecuentemente, busca manipular a profesores y autoridades.

En las áreas de las ciencias básicas, los índices de reprobación y deserción llegan a ser alarmantes. Por ejemplo, en la asignatura *Introducción a la Física* que se imparte en el primer semestre de las licenciaturas ofrecidas en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI) de la Universidad de Guadalajara, el porcentaje de reprobación encontrado entre 1996 y 1998 fue, en promedio, del 100% (Lara Barragán Gómez, 1999), cifra que se ha mantenido hasta la fecha. Cabe aclarar que el promedio a que se hace referencia, significa que los grupos tienen un promedio inferior a la calificación mínima aprobatoria, no que todos los alumnos estén reprobados. Es posible encontrar muchos casos de calificación máxima (100), pero junto con ellos, existen varios casos de calificaciones muy bajas, que al promediar, dan un resultado reprobado. Además, de los resultados consignados en el mismo reporte, se evidencia un rechazo generalizado hacia las matemáticas y la Física en todos los niveles, aún por la parte de la población que no haya accedido a la educación media superior y superior.

Por otro lado, y por si fuera poco, es fácil constatar que los abusos contra el medio ambiente son cotidianos como consecuencia de que la conciencia social, fundamentada en gran medida sobre aspectos relacionados con ciencia y tecnología, no se ha desarrollado o se encuentra atrofiada como la de aquel conductor del noticiero televisivo mencionado. Así, el Sábado de Gloria, y veces el día de San Juan, el agua –el "vital líquido" como lo llaman en los noticieros- se desperdicia y literalmente se tira a la calle. Los días de "fiesta" en Septiembre y Diciembre, el medio ambiente se deteriora sensiblemente por la quema de llantas y de pólvora; ordinariamente, en muchas casas y edificios las luces en patios y pasillos permanecen encendidas toda la noche y a veces hasta media mañana; el uso indiscriminado de pesticidas y aerosoles, la cantidad de basura arrojada a la vía pública, camellones y jardinerías, etc., son una muestra del bajo

nivel de conocimientos en ciencia y tecnología. No son, entonces, realmente sorprendentes los resultados de los estudiantes mexicanos en los exámenes mundiales sobre matemáticas y ciencias.

Y no se trata de conocer o saber ciencia en niveles altos de profundidad. Basta con adquirir una mediana *Instrucción Científica* para darse cuenta de que todo lo mencionado anteriormente como ejemplos, puede abatirse para mejorar el medio ambiente, las relaciones personales con los vecinos y parientes y la calidad de vida. Se trata, solamente, de cambiar los procesos educativos de acuerdo con la concepción globalizante de la UNESCO, de manera que se pueda guiar al país hacia la consecución de una sociedad *científicamente instruida*. Se necesita una visión alternativa de la enseñanza y el aprendizaje en la que todos los estudiantes tengan la oportunidad de adquirir una instrucción científica adecuada, entendiendo que la instrucción científica tiene diferentes grados y formas y que se expande y profundiza a lo largo de toda la vida y no solamente durante los años escolares. Además, es necesario tomar en cuenta que las actitudes y los valores establecidos hacia la ciencia en los primeros años de vida académica, dan forma al desarrollo de la instrucción científica de la persona como adulto.

Una de las maneras en que puede enfocarse la instrucción científica, es a través de un sistema adecuado de evaluación. Es claro que el propio término *evaluación* hace referencia a un concepto a todas luces contextual, en el sentido de que es posible encontrar tantas concepciones, caracterizaciones y definiciones como instituciones y teóricos de la educación existen. Por consiguiente, tal concepto es controversial. Sin embargo, la controversia puede ser abatida si se caracteriza coherentemente la evaluación de manera que se amolde al contexto presente, acción que se realizará en la sección 1.5.

Con base en la discusión anterior, el problema que se pretende resolver queda establecido como que

Existe la necesidad de diseñar, instrumentar y evaluar un sistema de evaluación que sea útil (a) para promover aprendizajes en Física y para desarrollar habilidades básicas para el proceso de "hacer Física" en estudiantes de nuevo ingreso a la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Panamericana campus Guadalajara (UP) y a las distintas licenciaturas del CUCEI de la Universidad de Guadalajara (UDG), y (b) para mejorar continuamente la práctica docente en las asignaturas Física (UP) e Introducción a la Física (UDG).

Metodología

Siguiendo a Cohen y Manion (1990), el problema planteado da lugar a una metodología mixta. En la UP se requiere un diseño pre-experimental, mientras que en la UDG, un diseño quasi experimental. En el primero se sigue el esquema $O_i - X - O_f$, donde O_i representa la observación inicial, X la aplicación de la propuesta de enseñanza aprendizaje a la que se refiere este trabajo y O_f la observación final. En el segundo se sigue un esquema semejante con los grupos experimentales, pero se utilizan observaciones inicial y final simultáneamente con los grupos experimentales, sin aplicación de la propuesta. En los esquemas anteriores, lo que se está denominado observación consiste en una prueba de diagnóstico (secc 2.4). De esta manera, la metodología que sigue en la indagación consta de cinco etapas. En la primera se seleccionan los grupos con los que ha de trabajarse en las dos universidades. La segunda consiste en el acopio de información pertinente, mientras que en la tercera etapa se desarrollan materiales de trabajo e instrumentos de evaluación y se lleva a cabo un experimento a nivel piloto. En la cuarta etapa se ejecuta el experimento propiamente dicho y la quinta etapa tiene como finalidad evaluar la propuesta. A continuación se describen las etapas en detalle.

1. Se trabaja con dos grupos de primer ingreso de Ingeniería Industrial de la Universidad Panamericana y cuatro grupos de primer ingreso a la UDG. De estos últimos, dos de ellos son los grupos experimentales y los otros dos los grupos de control. Aquí es de notarse que los grupos de la UDG difieren de los de la UP en que en ellos se encuentran estudiantes inscritos en diversas carreras, ya que los dos primeros semestres de las carreras ofrecidas en el CUCEI conforman un tronco común. Las semejanzas y diferencias entre grupos se explica en la etapa dos. Por otra parte, en la UP se cuenta con el apoyo de un estudiante becario, y en la UDG trabaja un equipo formado por dos profesores colaboradores del autor, que tienen a su cargo los grupos de control, y un estudiante prestador de servicio social. Los grupos experimentales son, tanto en la UP como en la UDG, los grupos del autor.

2. La segunda etapa, acopio de información, se lleva a cabo a través de tres fuentes. La primera es una investigación documental con el propósito de recabar toda la información accesible y pertinente para el problema, con la cual se construye el marco teórico y el estado del conocimiento. La segunda esta constituida por profesores del área de ciencias exactas e ingenierías, a quienes se entrevista para conocer sus conceptos y

opiniones sobre el tema de evaluación y su relación con el proceso enseñanza-aprendizaje. Para tal efecto la atención estará dirigida estrictamente a algunos de los profesores de la escuela de ingeniería de la Universidad Panamericana, específicamente de las asignaturas relacionadas con Física y Matemáticas, así como a profesores de la División de Ciencias Básicas del CUCEI. Es importante recalcar aquí que los profesores a quienes se entrevista son aquellos que no han recibido formación pedagógica y tienen al menos un año de experiencia en el nivel superior.

Paralelamente, para la tercera fuente de información, se desarrolla una encuesta de diez preguntas que se aplica a los estudiantes de nuevo ingreso que conforman los grupos experimentales (anexo 1). Tal encuesta tiene como fin recabar datos sobre aspectos que, según la experiencia, marcan diferencias entre un contexto y otro. Por ejemplo, uno de esos aspectos es la situación laboral. En una de las preguntas se pide información sobre si el alumno trabaja o no y, en caso afirmativo, cuántas horas por semana trabaja. La experiencia ha mostrado que un estudiante que no trabaja tiene mayor probabilidad de tener rendimientos académicos más altos que un estudiante que trabaja un promedio de 30 horas semanales. Las restantes preguntas de la encuesta tienen objetivos análogos. La información global así obtenida es útil para construir los contextos en que se desarrolla la indagación.

3. Con base en la indagación de la etapa anterior, la tercera etapa consiste en el diseño de algunas estrategias de valoración que se aplican a nivel piloto a lo largo del semestre de septiembre a diciembre de 2003. Aquí se utilizan los grupos de primer ingreso de la UP y un grupo de primer ingreso de la UDG. De los resultados de este pilotaje, se procede a realizar las modificaciones necesarias y a introducir nuevas estrategias de acuerdo con las necesidades detectadas. Al mismo tiempo se prepara el instrumento de diagnóstico que se aplica -las *observaciones* mencionadas al inicio de esta sección- como pretest y postest en el desarrollo experimental durante los dos semestres de 2004 (anexo 4). Tal instrumento ha sido diseñado con base en habilidades de pensamiento crítico (Arons, 1997) establecidas como criterio para las valoraciones y en preconcepciones conocidos y analizados (secc. 2.4).

4. En la cuarta etapa se ejecuta el experimento. La prueba de diagnóstico se aplica durante la primera semana de clases a todos los grupos, el curso de los grupos experimentales se instrumenta con base en las estrategias de valoración y, al final del semestre, se aplica nuevamente el instrumento de diagnóstico como postest. Durante el

desarrollo de esta etapa se utilizan algunas técnicas apropiadas: se lleva un diario de campo y un registro de observaciones, y se utiliza un método de autoobservación.

5. La evaluación del sistema de enseñanza-aprendizaje propuesto, etapa final de la metodología, se logra a partir de dos vertientes. La primera está dada por los resultados del pretest y del postest con base en el método estadístico de Hake (Redish and Steinberg, 1999), mientras que para la segunda, se diseñan y se aplican dos pequeñas encuestas (secc. 3.2). Una, denominada encuesta inicial, tiene por objeto conocer las actitudes y creencias con las que llegan los alumnos hacia la Física, la cual se aplica al inicio del semestre. Otra, la encuesta final, tiene por objeto conocer las opiniones de los estudiantes respecto al curso propiamente dicho, y se aplica al final del semestre. Finalmente, se redacta y presenta el informe de investigación.

Contextos

Dado que el trabajo se realiza en dos universidades diferentes, es conveniente tomar en consideración los puntos de convergencia y de divergencia entre ellas. Las respectivas misiones de cada una muestran mas convergencias que divergencias. En la misión de la UP, se menciona que la universidad prepara persona que han de contribuir al desarrollo de México de un modo eficaz y positivo^b. Por su parte, la UDG afirma en su misión que en ella se forman y actualizan las personas que se requieren para el desarrollo socioeconómico de la sociedad^c. En sus principios ideológicos, ambas universidades manejan el concepto de formación integral y el de libertad, así como la orientación a otros valores universales como la tolerancia y la justicia. En su conjunto, puede asegurarse que las misiones de ambas universidades buscan lo mismo con respecto a la educación de sus estudiantes. No se encuentran divergencias esenciales, de fondo, solamente en la forma de expresarlas.

Un aspecto que la experiencia ha mostrado ser de gran influencia en el ambiente académico es el papel de los profesores y las profesoras, de manera que se considera una faceta importante del contexto las concepciones que ellos tienen sobre los procesos de evaluación. Para recabar las opiniones de profesores y rprofesores, se entrevistaron nueve de ellos en la UDG y uno en la UP. La entrevista consta de cuatro preguntas: 1. Para usted, ¿qué es evaluar?; 2. Además de los exámenes (departamentales en la UDG,

^b www.up.mx: Misión

^c www.udg.mx: Misión

parciales en la UP), ¿utiliza algún otro instrumento para calificar a sus estudiantes?; 3. ¿qué otras funciones le parece que tiene la evaluación?; 4. Cuando las calificaciones de sus grupos salen bajas, ¿a qué le atribuye principalmente ese hecho?.

A la primera pregunta la respuesta fue unánime en diferentes formas de expresarlo: calificar al alumno. La segunda pregunta trae diferentes respuestas: tres de los profesores de la UDG, admitieron que solamente se basan en los exámenes departamentales y en si el alumno asistió regularmente; el resto de los encuestados utiliza instrumentos de diversa índole, como exámenes semanales, trabajos de investigación, tareas, ensayos y exposiciones, las cuales son siempre calificadas con un número. Cuatro de los profesores nunca dan retroalimentación a los alumnos, en el sentido de que califican las tareas y exámenes, pero no discuten el por qué de las calificaciones. Para la pregunta tres, dos profesores admiten que la evaluación es medio de control y represión, mientras que a cinco más les sirven como criterio para tomar acciones tales como idear la manera de no obtener porcentajes altos de reprobación. En la UDG, porcentajes de reprobación mayores al 20% equivalen a sanciones administrativas como es no otorgar la llamada Carta de Desempeño, la cual es un documento necesario para acceder al programa de estímulos. En la pregunta cuatro la opinión fue también unánime: los alumnos no estudian lo suficiente; descartan, definitivamente, errores en su práctica.

El aspecto de mayor influencia contextual está dado por los estudiantes. Si en los contextos institucionales no parece haber grandes diferencias, es en las situaciones académica y socioeconómica de ellos y ellas donde se encuentran las diferencias sustanciales. De los resultados de la encuesta de diez preguntas aplicada se encuentra que en la UP, el 95.45% no trabaja más de ocho horas semanales en un empleo remunerado, mientras que en la UDG el 90.32% de los estudiantes tiene un trabajo estable, remunerado, de más de ocho horas semanales. El 90.91% de los estudiantes de la UP proviene de preparatorias privadas, ya sea de la zona metropolitana de Guadalajara o de alguno de los estados de la región (Colima, Sinaloa y Nayarit, principalmente), mientras que el 88.71% de los estudiantes de la UDG proviene de preparatorias de la misma Universidad de Guadalajara, tanto de la zona metropolitana como de los centros regionales en el estado de Jalisco o de alguno de los estados de la región.

Para el contexto socioeconómico, los indicadores considerados son: automóvil propio, colonia de residencia, y facilidad para adquisición de libros y materiales de estudio (libros, cuadernos, computadora propia y acceso a Internet desde sus casas). Se encuentra que en la UP, el nivel socioeconómico va desde el medio alto hasta alto en un 88.64%,

mientras que en la UDG, los indicadores arrojan medio alto y medio bajo en un 72.58%. La clasificación de niveles anterior es arbitraria y no debe tomarse con intenciones discriminatorias o de segregación; simplemente quiere decir que en la UP son mas los alumnos que tienen acceso a los indicadores mencionados que en la UDG. La intención es, definitivamente, contar con elementos que pudieran explicar diferencias en los resultados del experimento.

Organización del reporte

De acuerdo con la exposición anterior, el documento está organizado de la siguiente manera. Cinco capítulos componen el reporte; en el primero se presenta los fundamentos teóricos que rigen el proyecto, desde los *Principios Educativos*, punto de partida para el desarrollo de la propuesta, hasta el *Estado del Conocimiento*, en el que se dan a conocer estudios relevantes relacionados con este trabajo realizados por otros investigadores. El segundo capítulo resume el diseño de la propuesta: cómo se diseña el esquema de enseñanza aprendizaje propuesto, el curso y la prueba de diagnóstico. En el tercer capítulo se exponen los resultados obtenidos del desarrollo del experimento, así como su interpretación e inferencias. El cuarto capítulo pone a consideración del lector la propuesta del esquema educativo desarrollado y probado a los largo del desarrollo del proyecto. Se presentan, como capítulo terminal, las conclusiones y consideraciones finales.

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1. Fundamentos Teóricos

Los esquemas educativos que se presentan como alternativas para mejorar los procesos de aprendizaje han de cimentarse sobre una o varias teorías establecidas. En este caso se parte de tres fundamentos principales. El primero es el método fenomenológico de Karol Wojtyla que da lugar a los principios educativos del proyecto, el segundo lo constituyen los documentos seminales de la UNESCO en su visión de *aprender para la vida* y el tercero, el concepto de evaluación. Además de los modelos teóricos que se infieren de estos documentos, se cuenta con reportes de una serie de trabajos análogos al presente, con los que se construye un estado del conocimiento que marca algunas de las pautas a seguir. En ellos se encuentran también aportaciones teóricas para el proyecto. Se presentan a continuación, los fundamentos teóricos sobre los que se diseña la propuesta.

1.1 Principios educativos

La idea es encaminarse hacia el desarrollo de un sistema de enseñanza alternativo, la *Valoración de los Aprendizajes*, por lo que es imperativo como primer paso, adoptar una postura en cuanto a la concepción de persona que se quiere formar. Para ello, se adopta como marco de referencia la visión antropológica de Karol Wojtyla (1982) presentada en su obra "Persona y Acción". De allí, se consideran como esenciales para el trabajo, tres de sus ideas centrales: la experiencia del hombre, base de su método, la realización a través de la acción, y la participación.

La valoración de los aprendizajes, como un sistema de enseñanza alternativo, fue concebido a partir de la idea de que las ciencias físicas son, en esencia y por esencia, ciencias experimentales, para las que las matemáticas son su lenguaje. La enseñanza tradicional de las ciencias, en particular de la Física, se basa en el método fórmula-problema de pizarrón; esto es, el profesor presenta una fórmula y procede a resolver un cierto número de problemas con ella; pasa a la siguiente fórmula, resuelve otra serie de problemas, y repite este procedimiento *ad infinitum* (Carvajal Cantillo, y Gómez Vallarta, 2002; Lara Barragán Gómez, 1995; Taylor, 2002). Este método es la lacra de la enseñanza de las ciencias puesto que revela una idea completamente falsa de lo que la Física es. En la concepción vertida en este trabajo, se comparte con Wojtyla (1982) la idea de que la *experiencia* es el fundamento de todo conocimiento, lo cual puede

resumirse afirmando que lo importante es experimentar y empezar desde la experiencia, de lo que es, de lo que existe, tal como es y como se manifiesta (Cfr. Wojtyla, 1982: 3 ss.)

Esta idea arroja luz sobre el derrotero de la valoración de los aprendizajes: un primer componente esencial es comenzar, siempre que sea posible, por una experiencia. Esta experiencia se concibe, concretamente, de dos maneras. En primer lugar, como una demostración o experimento de cátedra, o como un experimento formal en el laboratorio. Esto último es parte del método empirista (Artigas, 1992). En segundo término, se tiene la experiencia personal de la vida cotidiana, tan enriquecedora como la del laboratorio, porque, ¿quién no ha experimentado el simplísimo fenómeno de la caída de los cuerpos o el de la disolución del azúcar en el agua?; ¿quién no ha observado el movimiento aparente del sol y las estrellas, o el comportamiento de las hormigas?. Tal experiencia, además, puede inducirse al cuestionar, por ejemplo, la causa de por qué podemos caminar sin problemas sobre superficies secas y rugosas, mientras que es muy difícil hacerlo sobre pisos lisos y mojados. Aquí es importante reconocer, además que, como Wojtyla (1982) afirma, la experiencia personal es intransferible, esto es, una persona no puede tener experiencia de otro ser humano como sí mismo, ya que su mismo "yo", en cuanto tal, no es transferible.

Ello reafirma la idea de que todos y cada uno de los estudiantes deben participar activamente en su propio proceso de aprendizaje; en otras palabras, las experiencias de enseñanza-aprendizaje han de diseñarse de manera que permitan que todos los estudiantes participen activamente en ellas y no sean solamente meros espectadores. Esto lleva a visualizar una segunda dimensión de la valoración: el estudiante logrará aprendizajes significativos, lo que en la terminología wojtyliana, equivale a decir que se realizará como estudiante, a través de su propia acción. La realización de la persona es uno de los conceptos centrales de la antropología personalista de Wojtyla (1982). Ella implica una coherencia existencial y esencial de la persona que conduce a la plenitud. Así, cuando una persona actúa de manera consciente e intencionada, se autorrealiza a través de su propia actuación. En esta segunda dimensión de la valoración, se conceptualiza la realización del estudiante como el proceso en el que ha logrado aprendizajes y, sobre todo, por el que es consciente tanto de su *proceso* de aprendizaje, como de su propio aprendizaje. Esto significa que la plenitud filosófica aplicada al

contexto de trabajo, es equiparable a la metacognición¹ (White and Frederiksen, 1998) en educación.

De aquí que, en la visión que rige este trabajo, el estudiante abandona su papel pasivo de receptor y se convierte en protagonista del proceso enseñanza-aprendizaje. El marco de referencia wojtyliano refuerza la idea de que las metodologías en las que se considera la *construcción* del conocimiento son las que mejor se adaptan a la naturaleza humana. En este punto es importante hacer notar que la acción, el acto humano, es resultado del proceder de la intervención conjunta de la voluntad y la autodeterminación. Esta última se refiere a que la persona tiene posesión de sí misma (autoposesión), por lo que es dueña de sí y en consecuencia posee autocontrol y, como consecuencia, la capacidad de gobernarse (autogobierno). Así, la voluntad viene a ser una propiedad de la persona, de tal manera que la persona se manifiesta en la voluntad y no la voluntad se manifiesta en o por la persona. Esto significa que “toda manifestación de la voluntad –es decir, todo “yo quiero” auténtico– es un acto de autodeterminación” (Wojtyla, 1982: 126).

Por consiguiente, uno de los aspectos que la valoración de los aprendizajes deberá cuidar especialmente, es la formación y la educación de la autodeterminación, lo que derivará de manera natural, en una educación de la voluntad. Voluntad para decidir sobre la planeación y administración efectiva del tiempo libre como parte del proceso de aprender a aprender, y voluntad para ejercer su libertad en cuanto a la elección del bien del estudio sobre otras opciones que se le presentan cotidianamente.

Una buena parte de las actividades a realizar durante el curso, que constituyen el proceso de valoración, se llevan a cabo trabajando en equipo. En este aspecto, es fundamental el concepto de *participación* que muestra Wojtyla como aquella característica en virtud de la cual el hombre existiendo y obrando en común con otros es capaz de ser él mismo y de perfeccionarse, de realizarse a sí mismo (Cfr. Wojtyla, 1982: 312 ss.). Así, el equipo de trabajo se puede considerar como una *comunidad*, concepto que se basa en el sentido de aquello *que une* y que proviene de que el hombre *tiene naturaleza social* o comunitaria arraigada en su propia naturaleza. Esto es, el hombre vive junto con otros hombres, *existe junto con otros hombres*, por lo que el sello de la característica comunitaria –o social– está firmemente impreso en la existencia misma.

Finalmente, la valoración de los aprendizajes contiene un componente de singular importancia: el trabajo en equipo. La experiencia muestra que uno de los mitos más

¹ La metacognición se considera el proceso de más alto nivel intelectual en el desarrollo del pensamiento crítico. Ver Lara Barragán, 2002.

frecuentes entre los estudiantes, es que el científico es una especie de ermitaño que trabaja en la soledad de su laboratorio o biblioteca, y adolece de habilidades sociales. La realidad es otra. En la actualidad, todo trabajo científico se ejecuta por equipos de personas especialistas en diversas áreas, pero con un interés común, de tal suerte que, con frecuencia, tales equipos son multi o interdisciplinarios. El problema que también muestra la experiencia, es que el estudiante promedio no sabe trabajar en equipo y por consiguiente, este aspecto de la valoración será el que represente un reto mayor.

El equipo de trabajo, la comunidad de estudiantes que se pretende formar cabe, de acuerdo con las categorías wojtylianas, dentro de las comunidades de actuación, las cuales se definen atendiendo al fin que impulsa a los hombres a actuar juntos. Es claro que el fin de los equipos de trabajo es aprender algo en relación con la tarea que les es asignada. De esta manera, una de las labores en la valoración de los aprendizajes, será lograr que los estudiantes tomen conciencia de que el equipo de trabajo del cual son miembros, es una comunidad en la que varias personas existen y obran en común. Aquí, en común significa que las acciones se realizan con relación a un cierto valor llamado bien común, el que a su vez se identifica con el fin de la comunidad (Wojtyla, 1982: 325 ss.). De esta manera, el trabajo de equipo ha de orientarse al bien común, que siendo entendido como un bien de orden superior, ha de prevalecer sobre los intereses personales de cada miembro del equipo. No queda duda de que al cabo de un tiempo cada miembro del equipo comprenderá que sus intereses, en cuanto a su vida de estudiante, son los mismos y están subordinados al bien común, esto es, al mejor resultado como equipo. Esto es consecuente con el hecho de que, dentro de estos principios educativos, el hombre espera que sus propias acciones sirvan a la comunidad y la ayuden a mantenerse y a enriquecerse, de manera que renunciará gustoso a su bien individual y lo sacrificará al bienestar de la comunidad.

Cuando los principios educativos se realicen plenamente, podrá esperarse que su impacto generará nuevas actitudes. Como se señaló en la introducción, el aprendizaje de la Física va más allá del aula; va destinado a crear una forma o estilo de vida perdurable que mejore continuamente y perfeccione a la persona. Así, los principios educativos que fundamentan el trabajo son la vía para lograr el llamado Aprendizaje para la Vida, paradigma que marca el derrotero que ha de seguir la educación superior en el nuevo milenio.

1.2 Aprender para la Vida

De acuerdo con los lineamientos generales que la UNESCO propone, entendemos que para poder sobrevivir y prosperar social, política y económicamente en el nuevo milenio, la educación superior debe contribuir en la construcción de una sociedad de aprendizaje fundamentada en una cultura de aprendizaje por la que toda persona sea capaz, se motive y se comprometa a aprender a lo largo de la vida –aprender para la vida–. De acuerdo con Peck (1996), aprender para la vida, incluye el desarrollo del potencial humano a través de un proceso continuo que “estimule y potencie a los individuos para que adquieran todo el conocimiento, valores, habilidades y comprensión que requerirán a través de toda su vida” (Peck, 1996: 646) y puedan aplicarlo apropiadamente en muchos y variados contextos.

Si los estudiantes universitarios han de formar parte de la nueva sociedad de aprendizaje, no sólo como miembros sino como contribuyentes intelectuales activos, han de convertirse en aprendices para la vida. El problema es que -de acuerdo con la experiencia- por ellos mismos, de manera espontánea, es prácticamente imposible que lo logren. El proceso de convertirse en aprendices para la vida es responsabilidad compartida con sus profesores quienes, en primer lugar, han de señalarles las características esenciales que deberán desarrollar y cultivar. Una de ellas, de singular importancia, es la metacognición, esto es, en pocas palabras, la habilidad de conocer y controlar los propios procesos de aprendizaje (White and Frederiksen, 1998: 3-5). Esta habilidad es altamente reconocida y valorada por la mayoría de los teóricos de la educación por su poder en la autorregulación del aprendizaje, situación que se identifica en los principios educativos como el autogobierno.

Se aprecia nuevamente que la visión antropológica que guía la propuesta no se aleja de la realidad circundante, de la que de la Harpe y Radloff (2000) dan cuenta en una exhaustiva revisión documental. Ellos encuentran que las características que poseen los aprendices efectivos para la vida incluyen el autoconocimiento, la autoconfianza, la persistencia y una actitud positiva respecto al valor del aprendizaje. Por consiguiente, es evidente que los estudiantes deberán desarrollar habilidades y cultivar la voluntad para convertirse en aprendices efectivos para la vida, cuestión que ya ha sido discutida en los fundamentos educativos.

El problema que en este rubro se enfrenta, es que tanto la UP y la UDG, no hacen explícito el aprendizaje para la vida en sus misiones respectivas. Sin embargo, éstas

pueden interpretarse de manera que, implícitamente, las universidades mencionadas lo han incorporado, pero no con un afán intencionado. Así, la UP, tanto como la UDG, al reconocer la necesidad de formar a sus estudiantes para enfrentar los retos del nuevo milenio, reconocerán la importancia singular de desarrollar el aprendizaje para la vida como un producto de la educación. En consecuencia, se hace un llamado a estas instituciones a reconocer que es menester que todo curso se diseñe de manera que se ayude a los estudiantes, por ejemplo, a conocer y aplicar estrategias para aprender y para resolver problemas, asunto que debería expresarse como un objetivo explícito en los currícula. En términos de desarrollar las características de aprendizaje para la vida, el consenso es que tales estrategias pueden enseñarse mejor en el contexto de los cursos curriculares por el profesor de la asignatura. En otras palabras, el desarrollo de las características de aprendizaje para la vida deben formar parte de los objetivos de aprendizaje, de las actividades de enseñanza-aprendizaje y de las valoraciones en cada curso. Esto implica que los cursos incluyan situaciones que logren que los estudiantes tomen control progresivo de su propio aprendizaje como las lecturas dirigidas, sistematización, discusión con compañeros e indagación. Por supuesto que ha de incluirse guía y ayuda por parte del profesor para que puedan estructurar el contenido de su aprendizaje.

La integración de cursos de esta naturaleza parece ser un gran reto tanto para los profesores como para los estudiantes. Estos últimos no están acostumbrados a involucrarse con actividades que enfatizan el aprendizaje y no el contenido y, por consiguiente, será poco probable que le dediquen el tiempo y el esfuerzo necesarios para ejecutar las actividades de valoración de manera efectiva. Por su parte, los profesores deberán concientizarse de que ha de disponerse de parte del tiempo tradicionalmente destinado al contenido disciplinar, y de que necesitan prepararse para desarrollar y valorar las características del aprendizaje para la vida. Sin embargo, estos retos pueden enfrentarse exitosamente si se tienen en cuenta tres principios fundamentales. Primero, los objetivos del curso se diseñan para incluir un acercamiento a las características del aprendizaje para la vida como parte integral del curso y no como añadido. Segundo, informar a los estudiantes sobre el énfasis en el aprendizaje y sobre el por qué se ha incluido y, finalmente, crear un contexto en el aula que le dé el lugar apropiado a tales características y proporcione oportunidades para desarrollarlas.

La postura que se defiende es que el acercamiento tradicional al proceso enseñanza-aprendizaje, en el que la evaluación se centra principalmente en los contenidos

disciplinarios, debe expandirse para incluir valoraciones de las características del aprendizaje para la vida. Así, enseñar a los estudiantes a ser aprendices efectivos para la vida en el contexto de sus estudios universitarios, cumplirá con el compromiso de que los estudiantes podrán controlar y modificar su aprendizaje, y de que los profesores podrán participar más activa y directamente para ayudar a sus estudiantes a mejorar sus aprendizajes. Además, esta postura compromete a profesores y estudiantes a promover el sistema de enseñanza alternativo que contribuirá directamente a la creación de una sociedad de aprendizaje.

Y no nada más se encuentran los principios discutidos en documentos generados fuera del entorno. En México, el Programa Nacional de Educación 2001-2006 comienza con una alocución que asegura que, para el gobierno de la República, la educación tiene un lugar preponderante en las políticas públicas ya que "no podemos aspirar a construir un país en el que todos cuenten con la oportunidad de tener un alto nivel de vida si nuestra población no posee la educación que le permita, dentro de un entorno de competitividad, planear su destino y actuar en consecuencia." (Fox Quesada, 2001: 9). Así, en el Subprograma de Educación Superior del mencionado Programa, el objetivo particular del objetivo estratégico 2, "*Educación superior de buena calidad*" (Fox Quesada, 2001: 210) se expresa la necesidad de fomentar la aplicación de "enfoques educativos flexibles centrados en el aprendizaje" tema al que se le dedican siete menciones a lo largo del documento. Además, dada la importancia del *Aprender para la Vida*, en este mismo documento se le dedica una subsección completa y tres menciones.

Uno de los más significativos aportes para lograr cristalizar las aspiraciones del Programa Nacional de Educación es que la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) en su *Visión de la Educación Superior para el Siglo XXI* (ANUIES, 1999) asegura que para el año 2020 los profesores han de ser mucho más facilitadores del aprendizaje, y los alumnos serán más activos y más responsables de su proceso formativo. Para ello, la ANUIES asevera que en el mismo año, los métodos educativos y las técnicas didácticas utilizadas pondrán énfasis en el desarrollo de habilidades intelectuales más que en la sola transmisión de conocimientos y darán prioridad a la creatividad, al aprendizaje por descubrimiento, a la innovación, al ejercicio de las facultades críticas de los estudiantes, al compromiso ético de las decisiones, al sentido estético y afectivo y a la capacidad de plantearse y resolver problemas. Nuevamente, podemos leer los principios del aprendizaje para la vida y de la enseñanza centrada en el aprendizaje.

Así, en consonancia con los principios rectores del aprendizaje para la vida y la antropología wojtyliana, el sistema de enseñanza alternativo que se propone en este trabajo resulta en un método para aprender, esto es, representa un sistema de enseñanza centrado en el aprendizaje. Lo que se quiere decir, además, es que una buena parte de los aprendizajes que pueden lograrse no tienen relación con contenidos disciplinares, sino con actitudes, aptitudes, valores y habilidades con los cuales encarar la propia vida.

El reto así lanzado en toda esta discusión, está dentro de los límites del aprendizaje; sin embargo, se ha asegurado en la introducción que no hay aprendizaje sin enseñanza y viceversa. Entonces, para lograr el aprendizaje para la vida es necesario enseñar a aprender para la vida, por lo que la enseñanza será lo que ha discutirse en seguida.

1.3 La Enseñanza

Prácticamente toda persona puede manejar un automóvil; pero, ¿podría cualquier persona manejar un tractor o un avión comercial?. Para poder hacerlo, ¿qué habilidades y conocimientos básicos se deben poseer? ¿cómo definir a un experto en esas tareas? ¿qué tanta experiencia y entrenamiento deben tener un operador de tractor o un piloto?. De acuerdo con un reporte reciente (Committee on Science and Mathematics Teacher Preparation [CSMTP], 2000) los pilotos comerciales pasan por un periodo de entrenamiento de seis años que incluye un grado universitario de cuatro años.

Así como los pilotos que vuelan aviones comerciales son responsables de la carga, la tripulación y los pasajeros, el trabajo de los profesores tiene responsabilidades que pueden impactar a largo plazo a estudiantes, comunidades y a la sociedad en general. Entonces, también podríamos preguntar: ¿podría cualquier persona enseñar? ¿no sería pertinente pensar en cuánta experiencia y cuánto entrenamiento debe tener un profesor?. Durante poco más de dos años, se ha hecho la primera pregunta a poco más de 600 personas, alumnos, estudiantes, amas de casa, profesionistas, y hasta profesores, e invariablemente la respuesta es “¡sí!”. En apariencia tienen razón, ya que prácticamente todos las personas le han enseñado algo a alguien, así sea un pariente o un amigo, por lo que se cree que la generalidad de las personas piensan que “enseñar es como hablar” (CSMTP, 2000), esto es, que ambos, enseñar y hablar, son comportamientos humanos intrínsecos. Sin embargo, ser un profesor competente en el aula, requiere de algo más. En términos de aprendizajes de los estudiantes, los profesores con grandes conocimientos de calidad y actualizados, que además poseen habilidades específicas

fuertemente desarrolladas, marcan una enorme diferencia. La segunda pregunta anterior, sobre cuánta experiencia y cuánto entrenamiento debe tener un profesor, requiere de una respuesta tan precisa como lo relativo a los pilotos comerciales.

La creencia de que la enseñanza es una empresa humana natural, representa una de entre las muchas barreras existentes que obstaculizan los intentos de cambiar sistemas educativos con el fin de mejorar y elevar la calidad de los aprendizajes. Es cierto que los padres enseñan a sus hijos, y que amigos y colegas se enseñan unos a otros; no obstante, en la mayoría de estos casos, la acción de enseñar se da entre personas con intereses, antecedentes, educación y sistemas de creencias comunes, y se centra alrededor de tareas o problemas también comunes. Ello es completamente diferente de lo que sucede en las instituciones de enseñanza.

Por otro lado, es un hecho relativamente fácil de constatar que la mayoría de los profesores enseñan de acuerdo con su propia experiencia de aprendizaje; sin embargo, no es necesariamente cierto que el aprendizaje de sus estudiantes pueda darse de la misma manera que el aprendizaje del profesor. Con respecto a los alumnos es importante considerar cuestiones como: ¿cuál es su estilo de aprendizaje? ¿aprenden más fácilmente si el material se le presenta de manera formal y estructurada, o si se les compele a descubrir principios básicos a partir de una serie de ejercicios y ejemplos? ¿aprenderán mejor si se usa un estilo de enseñanza como el que ayudó a sus profesores cuando fueron estudiantes?.

Al respecto se pueden clasificar los estilos de enseñanza dentro de tres categorías generales (CSMTP, 2000): centrados en los contenidos, centrados en el profesor y centrados en el estudiante. La primera categoría es, probablemente, la más común y es en la que el curso tiene una estructura rígida fija. Las necesidades, intereses y requerimientos del profesor y del estudiante no se toman en consideración, ya que el curso depende de -y está encauzado por- el contenido disciplinar que ha de cubrirse, el que a su vez, responde a necesidades e intereses institucionales. De esta manera, el profesor transmite la información basada en el contenido dictaminado por alguna autoridad ajena, como por ejemplo, el temario proporcionado por el departamento o por el autor del libro de texto.

En la segunda categoría el profesor juega el rol de modelo de persona instruida. Él o ella se consideran como expertos, como la fuente principal del conocimiento y como el centro de atención de toda actividad. El estudiante es un receptor pasivo de la información previamente adquirida por su profesor, quien selecciona, de la disciplina, lo que debe

enseñarse, estudiarse y aprenderse. Esta es la práctica que se observa frecuentemente en los niveles secundario y de bachillerato. Una de las secuelas que puede observarse en los estudiantes de nuevo ingreso a licenciatura, es la resistencia a cambiar conceptos erróneos u obsoletos, ya que la autoridad de los maestros de la secundaria y preparatoria dejan una huella profunda y a veces extremadamente difícil de superar. La arrogancia intelectual del profesor y la edad especialmente vulnerable y fácilmente impresionable de los estudiantes en esas etapas escolares, es una combinación letal.

Por su parte, la enseñanza centrada en el estudiante se orienta hacia el alumno y, en particular, hacia su desarrollo cognoscitivo. Aquí, la meta del profesor es ayudar a sus alumnos a comprender el desarrollo del conocimiento como un proceso, más que como un producto, por lo que la atención prestada a las tareas y a las actividades en el salón de clases se dirige, fundamentalmente, hacia la indagación y no hacia sus productos. De esta manera, los contenidos, los estilos de enseñanza y los métodos se transforman para ayudar al crecimiento cognoscitivo e intelectual de los estudiantes. La enseñanza centrada en el estudiante combina un entendimiento de la forma en que los seres humanos procesan la información, junto con otros factores que afectan el aprendizaje, tales como actitudes, valores, creencias y motivación.

Por otro lado, es un hecho que existen muchas formas de enseñar de manera *efectiva*, pero el problema con ellas es que todas requieren que el profesor conozca necesariamente tres cosas: el material que va enseñar, las mejores estrategias didácticas para enseñar tal material y cómo aprenden los estudiantes. Se sabe que, en un buen número de casos, en el área de ciencias e ingenierías, los profesores saben mucho más del contenido de su disciplina de lo que saben sobre estrategias didácticas y, por consiguiente, utilizan métodos de enseñanza similares a los que usaron sus propios profesores. En muchos otros casos, usan elementos de las tres categorías de estilos de enseñanza y, en algunas otras ocasiones, a medida que se gana experiencia, sus estilos de enseñanza tienden a cambiar (Cfr. Committee on Recognizing, Evaluating, Rewarding, and Developing Excellence in Teaching of Undergraduate Science, Mathematics, Engineering, and Technology, 2002: cap. 2).

De acuerdo con un comité de expertos en educación, el Comité para la Educación Científica en Licenciatura (Committee on Undergraduate Science Education, CUSE) la mejor manera de enseñar depende de lo que se espera que aprendan los alumnos. Investigaciones al respecto (CUSE, 1997: 3 ss.) muestran que los estudiantes a los que se les enseñó por conferencia, por presentaciones del tipo centrado en el profesor y por

métodos centrados en el alumno, obtienen resultados similares en exámenes que miden conocimiento fáctico. Sin embargo, los métodos centrados en el alumno conducen a una mejor retención, una mejor transferencia del conocimiento hacia otras situaciones, mejor motivación para aprendizajes posteriores y mayor capacidad para resolver problemas. La participación activa de los estudiantes les ayuda a construir un mejor marco de referencia desde el cual generalizar sus conocimientos; esto es, las estrategias didácticas que se centran en el alumno promueven el desarrollo de habilidades intelectuales, las que a su vez, desembocan en el desarrollo de competencias, entendidas éstas, como un conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes y valores (Thierry, 2004). Por lo tanto, de acuerdo con la discusión anterior sobre la enseñanza para la vida, y partiendo del hecho de que los resultados de tales investigaciones son fidedignos, la propuesta, *Valoración de los Aprendizajes*, se refiere, en esencia, a un sistema de enseñanza centrado en el alumno.

1.4. Evaluar para Enseñar

El desarrollo de técnicas y estrategias didácticas para la enseñanza-aprendizaje es un campo muy fértil de la pedagogía que ha producido una enorme cantidad de modelos ampliamente conocidos como los de Freinet, Montessori y Freire, así como sistemas basados en las ideas de Ausubel, Piaget y Vigotsky, por mencionar algunos ejemplos. Todos ellos se fundamentan en alguna teoría de aprendizaje e involucran además, sus métodos de evaluación. El propósito, tal como se mencionó en la Introducción, es presentar las ideas que encaminen hacia un nuevo sistema de enseñanza que toma como punto de partida la *evaluación*. Así, para fundamentar la contextualización del concepto de evaluación, se discutirá brevemente, su historia y desarrollo.

1.4.1 Orígenes Históricos del Concepto de Evaluación

El término *evaluación* aparece a partir del proceso de industrialización que se produjo en Estados Unidos a principios del siglo XX, proceso que no sólo incidió y modificó la organización social y familiar, sino que obligó a los centros educativos a adaptarse a las exigencias del aparato productivo: "En los primeros años de este siglo, las escuelas eran concebidas como fábricas, los estudiantes como materia prima, y los conceptos educativos de conocimiento, valores, y relaciones sociales se reducían a términos de

neutralidad, técnica, y a un razonamiento estricto de medios-fines” (Casanova, 1999: 18). En este marco surgió el discurso moderno y científico en el campo de la educación que incorpora términos como *tecnología educativa*, *diseño curricular*, *objetivos de aprendizaje*, y *evaluación educativa*, cuyos conceptos fueron fuertemente influenciados por varias de las tesis utilizadas en la administración laboral. La segmentación técnica del trabajo tuvo su reflejo en la segmentación de la actividad docente: aparecieron especialistas en currículo, planeación, organización, evaluación, etc.; el control de tiempos y movimientos marcó una pauta inequívoca para el origen de los objetivos del aprendizaje, y para la incorporación de la evaluación entendida como control de los resultados obtenidos. Los estudios sobre el rendimiento de los obreros llevaron, en pedagogía, a la discusión sobre el aprendizaje del alumnado en términos de rendimiento académico y a su concreción en números –calificaciones–, como garantía de objetividad y rigor. En otras palabras, el control empresarial y la evaluación escolar, evolucionaron paralelamente en los momentos de su inicio y primer desarrollo.

Otra circunstancia decisiva en este camino de profundización, ampliación y condicionamiento del desarrollo de una línea determinada de la pedagogía como ciencia, fue la aparición, difusión y utilización masiva de los tests psicológicos, especialmente después de su aplicación generalizada en el ejército estadounidense durante la segunda guerra mundial. Los tests ofrecieron al profesorado el instrumento definitivo para poder cuantificar, científicamente, las capacidades y el aprendizaje/rendimiento del alumnado con la incorporación de la estadística descriptiva y la extensión progresiva de este modo de evaluar a otros componentes del sistema educativo.

En este contexto surge la evaluación científica en educación, dentro de un paradigma esencialmente cuantitativo y de mentalidad tecnocrática, por el que se encuentra condicionada hasta el presente. No obstante, se han dado y se continúan dando pasos importantes para cambiar las bases y los planteamientos de este modelo de evaluación, especialmente por lo que se refiere a algunos de sus ámbitos en los que resulta claramente inadecuado. Así debe ser, en efecto, para que la evaluación pueda denominarse *educativa*, con todas las connotaciones que lleva consigo la utilización de este concepto.

1.4.2 Evolución Conceptual de la Evaluación

A la par que se amplían y modifican las aplicaciones de la evaluación en el campo educativo, su concepto va evolucionando, pues los especialistas en su estudio profundizan y matizan sus posibilidades de utilización y la obtención de los mayores beneficios mediante su uso adecuado.

Así, Ralph Tyler (1950), estableció las bases de un modelo evaluador cuya referencia fundamental eran los objetivos externos propuestos en el programa. Según este autor, la evaluación consiste en la constatación de la coincidencia o no de los resultados obtenidos al final de un programa educativo, con los objetivos o con el rendimiento que se pretendían lograr inicialmente. Al definir Tyler la evaluación como un proceso que permite determinar en que grado han sido alcanzados los objetivos educativos propuestos, delimita ocho fases de trabajo muy concretas para llevar a cabo tal proceso:

1. Establecer los objetivos
2. Ordenar los objetivos en clasificaciones amplias
3. Definir los objetivos en términos de comportamiento
4. Establecer las situaciones adecuadas para que pueda demostrarse la consecución de los objetivos
5. Explicar los propósitos de la estrategia a las personas responsables, en las situaciones apropiadas
6. Seleccionar o desarrollar las medidas técnicas adecuadas
7. Recopilar los datos de trabajo
8. Comparar los datos con los objetivos de comportamiento

Este modelo, realmente valioso y avanzado en su tiempo para la realización de estudios de evaluación, se ha mantenido en buena medida hasta el momento actual, a pesar de que sus bases psicopedagógicas ya están superadas.

Posteriormente se encuentran las aportaciones de Cronbach, quien agrega un elemento importante para la concepción moderna de la evaluación, al definirla como “la recogida y uso de información para tomar decisiones sobre un programa educativo” (Cronbach, 1963: 672); es decir, la percibe como un instrumento básico para la toma de decisiones, en uno u otro sentido, a partir del acopio sistemático de datos. Este autor considera a la evaluación como un medio al servicio de la educación al usarla como instrumento de retroalimentación sobre el objeto evaluado, y no sólo como un fin que

pretende cuantificar los resultados del proceso educativo, llevada a cabo sin afán de intervenir para mejorarlo, sino exclusivamente como comprobación de resultados.

Algunos autores actuales destacan y subrayan la función de la evaluación marcada por Cronbach como algo intrínsecamente propio de la misma: "Por consiguiente, se puede decir que, en un principio, el objetivo de la evaluación es tomar una decisión que, en muchas ocasiones, se inscribirá en el marco de otro objetivo mucho más global. Quiere decir esto que el fin de la evaluación, al contrario de lo que muchas veces se cree y se practica, no es "emitir un juicio". Una diferencia fundamental separa la evaluación del juicio: la evaluación se orienta necesariamente hacia una decisión que es preciso tomar de una manera fundada; el juicio no supone que se tome ninguna decisión, se queda solamente en el orden de la constatación, de la opinión, dicho de otra forma, en la categoría de afirmación relativa, lo que, por desgracia, resultan ser las más las veces las evaluaciones de los equipos docentes" (Postic y De Ketele, 1992: 23).

Una tercera etapa importante en la evolución del concepto de evaluación, la marca Scriven (CSMTP, 2000) al incluir en su definición la necesidad de dar un valor al objeto evaluado; es decir, de integrar la validez y el mérito de lo que se realiza o de lo que se ha conseguido para decidir si conviene o no continuar con el programa emprendido. Esta posición añade elementos decisivos a la tarea de evaluar, como son la ideología del evaluador y el sistema de valores imperante en la sociedad, que, obviamente, van a condicionar e incluso imponer una dirección (si no se toman los oportunos procedimientos y las medidas correctivas) a los resultados de cualquier estudio evaluador. Estos tres últimos referentes evaluadores que se citan (al igual que otros muchos que se establecen como marco de todo proceso valorativo) influirán fuertemente tanto en el modo de llevar a cabo la evaluación, como en la formulación de los indicadores que servirán de guía para decidir lo positivo o negativo de lo alcanzado, y en la cuantificación de los resultados obtenidos.

Son ya muchos los autores que han dedicado sus comentarios a reflexionar sobre las ventajas e inconvenientes de este hecho cierto y sobre la forma más adecuada de resolver los problemas que presenta. Así, por ejemplo, Ball (1989), al referirse al papel que desempeña la ideología en las organizaciones escolares afirma que "mientras que en muchos tipos de organización (...) es posible plantear y analizar la toma de decisiones en términos abstractos, muchas decisiones que se toman en las organizaciones escolares tienen una carga valorativa que no se puede reducir a la simplicidad de un esquema de procedimientos" (Ball, 1989: 30). Por su parte, Postic y De Ketele (1992), aseguran que

“Aprehendemos el mundo que nos rodea en función de nuestras opiniones, de nuestra propia ideología, en función de lo que creemos que debería ser. Siempre nos apropiamos de la realidad aplicándole nuestro propio filtro interpretativo, y actuamos sobre ello utilizando modelos que anticipan el comportamiento de los que nos acompañan en esta misma situación” (Postic y De Ketele, 1992: 21). En relación directa con esta forma de aprehensión por parte de la persona, también Santos Guerra (1990) se interroga en torno al problema: “¿Depende la evaluación de la ideología del evaluador? Por supuesto que sí. De lo contrario, la evaluación (que supone atribución de valor) no aportará pistas para cambiar en profundidad. La simple descripción de la realidad, pretendidamente “objetiva”, “aséptica”, “neutral”, “independiente”, no sirve de gran ayuda para su conocimiento ni para su pretendida transformación. La concepción sobre la realidad educativa, el modelo de evaluación, la metodología seguida, estarán inevitablemente teñidas de ideología. (...) Esto nos lleva a preguntarnos por la existencia y el modo de hallar unos criterios de valoración por una axiología que no estuviese sujeta tan descaradamente a la manipulación de los interesados”. (Santos Guerra, 1990: 144). Para subsanar este riesgo de manipulación o el de la visión subjetiva del evaluador -aún contando con su mejor voluntad y su correcta actuación-, Kemmis (1986) propone que: “Según el principio de la pluralidad del sistema de valores, los evaluadores deberán conocer y tener en cuenta todos los sistemas de valores en juego, ya que todos son relevantes a la hora de emitir juicios sobre el programa”. El contraste de criterios, y el conocimiento y respeto de los distintos valores existentes en una sociedad democrática resultan ser, por lo tanto, principios incuestionables al llevar a cabo procesos de evaluación, sea cual fuere su ámbito de aplicación.

Una etapa que podría calificarse de final dentro de esta serie de ideas acerca de la evolución del concepto de evaluación, la proporciona el trabajo de Stufflebeam, quien genera un modelo denominado esquema CCIP, siglas de las categorías que comprende: Contexto, entrada -Input-, Proceso, Producto. Su estructura básica consiste en la evaluación del contexto como ayuda para la designación de las metas, la evaluación de la entrada como ayuda para dar forma a las propuestas, la evaluación del proceso como guía de su realización y la evaluación del producto al servicio de las decisiones de reciclaje (Stufflebeam y Shinkfield, 1995: 181)

Después de la tradición educativa representada por Tyler, Stufflebean reconceptualiza la evaluación afirmando que ésta incluye “la *evaluación del proceso* que serviría de guía para la *realización* y la *evaluación del producto*, facilitando así las *decisiones de reciclaje*”

(Stufflebeam y Shinkfield, 1995: 180). La evaluación del proceso fue, entonces, un concepto relativamente nuevo, en vista de que la evaluación del producto estaba relacionada con lo que Tyler había llamado evaluación *per se*. Por su parte, en el concepto de Stufflebeam, las decisiones de reciclaje incluyen decisiones relacionadas con la continuación o finalización de un proyecto, según aumentaran o decrecieran los presupuestos, relacionando el proyecto con otro nuevo, institucionalizándolo, etc.

Con esto, Stufflebeam define la evaluación como “el proceso de identificar, obtener y proporcionar información útil y descriptiva acerca del valor y el mérito de las metas, la planificación, la realización y el impacto de un objeto determinado, con el fin de servir de guía para la toma de decisiones, solucionar los problemas de responsabilidad y promover la comprensión de los fenómenos implicados” (Stufflebeam y Shinkfield, 1995: 183)

1.4.3 Concepción Actual de Evaluación

Las discusiones anteriores encaminan hacia la incorporación de un modelo de evaluación cualitativa a los procesos de enseñanza-aprendizaje, que sea capaz de ofrecer datos enriquecedores acerca de la adquisición de aprendizajes y de los procesos desarrollados para ello por parte del alumnado y no solamente de los resultados. En otras palabras, una evaluación que constituya un elemento curricular más y que ayude a mejorar todo tipo de proceso de aprendizaje.

Se cree que su incorporación al quehacer del aula puede presentar problemas de aceptación, ya que no supone sólo adoptar un nuevo concepto de evaluación y estar de acuerdo con él en un plano meramente intelectual, sino que implica cambiar las prácticas que se llevan a cabo en las aulas, e invertir, en muchos casos, los valores comúnmente aceptados. Se ha constatado en incontables situaciones que, en su gran mayoría, los alumnos estudian para aprobar y los profesores enseñan para que sus alumnos superen lo que ellos llaman “evaluaciones” (secc. 3.4) dado que, institucionalmente, lo que tiene valor real en la enseñanza es lo que puede “evaluarse” cuantitativamente. Y por si fuera poco, las familias sólo se preocupan de la situación de aprendizaje de sus hijos cuando éstos obtienen calificaciones reprobatorias. Son muchos los casos documentados y anecdóticos que avalan la importancia –erróneamente entendida– de la evaluación en los procesos enseñanza-aprendizaje y cuyo sentido resultaría imprescindible modificar para que esa importancia le viniera dada por su contribución a la mejora de tales procesos y sus resultados. La evaluación es sumamente importante, pero no como un elemento de

poder o de mantenimiento de la disciplina en manos de profesores poco aptos; no como un elemento para la promoción u obtención de un título, no como exclusivo factor de comprobación de lo que se “aprende”, y nunca como fin de la educación. Enseñar para “aprobar” es ilícito y antiético. La enseñanza tiene como propósito fundamental, de acuerdo con los principios educativos que sustentan este trabajo, *aprender para alcanzar una plena e integral formación como persona*. Y a ese objetivo fundamental debe contribuir toda la organización del sistema educativo institucional. Esa es también tarea de la *evaluación* como elemento central de los procesos reales de enseñanza que ocurren cada día en la comunicación entre jóvenes y adultos.

De acuerdo con ello, se coincide con las ideas de Casanova (1999: 60-61) en el sentido de que “la evaluación, aplicada a la enseñanza y al aprendizaje consiste en un proceso sistemático y riguroso de recogida de datos, incorporado al proceso educativo desde su comienzo, de manera que sea posible disponer de información continua y significativa para conocer la situación, formar juicios de valor con respecto a ella y tomar las decisiones adecuadas para proseguir la actividad educativa mejorándola progresivamente.” O, alternativamente, que la evaluación es una “recogida de información rigurosa y sistemática para obtener datos válidos y fiables acerca de una situación con objeto de formar y emitir un juicio de valor con respecto a ella. Estas valoraciones permitirán tomar las decisiones consecuentes en orden a corregir o mejorar la situación evaluada.”

Pero no es todo. Morán (1981), hace poco más de veinte años, dio un concepto de evaluación acorde con la visión de este trabajo, al afirmar que considera que la evaluación “es un proceso integral del progreso académico del educando, informa sobre sus conocimientos, habilidades, intereses, actitudes, hábitos de estudio, etc. Es también un método que permite obtener y procesar las evidencias para mejorar el aprendizaje y la enseñanza. Asimismo la evaluación es también una tarea que ayuda a la revisión del proceso grupal en términos de las condiciones en que se desarrolló, los aprendizajes alcanzados, los no alcanzados así como las causas que posibilitaron o imposibilitaron la consecución de las metas propuestas. La evaluación como actividad indispensable en el proceso educativo puede proporcionar una visión clara de los errores para corregirlos, de los obstáculos para superarlos, y de los aciertos para mejorarlos.” (Morán, 1981: 22). Así, con base en todo lo anterior llegamos, finalmente, a la propuesta de evaluación que mencionamos en el planteamiento del problema, a la que se le da el nombre de *Valoración del Aprendizaje*.

1.5 La Valoración del Aprendizaje

Hablar de una valoración del aprendizaje es algo que aparentemente no tiene ningún aspecto de innovación o de novedad. Elegir un nombre es, a veces, un proceso difícil por tratar de no caer en homonimias que pudieran dar lugar a problemas de propiedad intelectual. Tal es este caso. El nombre de Valoración del Aprendizaje se ha escogido por ser una forma de traducción apropiada del vocablo inglés *assessment*, el cual encierra, en ese idioma, la idea más amplia relacionada con la evaluación, y representa el antecedente directo de la propuesta. En esta sección se comienza, entonces, por analizar el concepto de *assessment*.

1.5.1 Antecedentes

La propuesta, *Valoración del Aprendizaje*, tiene como antecedente directo un procedimiento cuya historia es relativamente larga, conocido como *Assessment*. Tanto es así, que en muchos países de Europa y en los Estados Unidos de Norteamérica, el vocablo *assessment* se utiliza de manera tan rutinaria en discusiones, debates y teorizaciones educativas, que parece que toda persona lo conoce y sabe que es, lo cual es una hipótesis incorrecta. Lo que es cierto sin duda, es que se utiliza de formas tan diversas en contextos tan diversos, que prácticamente puede significar cualquier cosa relacionada con la enseñanza.

Se pueden encontrar, cuando menos, cuatro usos o interpretaciones del término *assessment* (Airasian, 1994). Para algunos educadores se refiere a nuevos *formatos* para recabar información sobre los resultados de los estudiantes. Para otros, se refiere a una nueva actitud hacia el acopio de información, una actitud, quizás, más benévola y suave que la representada por exámenes estandarizados. Este concepto está relacionado con el desarrollo histórico del concepto de evaluación, ya que "durante la mayor parte del siglo XX, *prueba* era la palabra elegida, mientras que *assessment* es el término favorecido durante la década de los 90's..." (Clarke, 2000: 160).

Por otra parte, en una tercera interpretación, el término *assessment* ha venido a representar un nuevo *ethos*, aquél de autorización o facultad, en el que los instrumentos de valoración se diseñan e instrumentan fundamentalmente para satisfacer las necesidades de información de estudiantes y profesores. Finalmente, la cuarta interpretación indica que el *assessment* se ha utilizado para referirse a un nuevo proceso, frecuentemente con connotaciones médicas o psicológicas como en el acopio y síntesis

de información que, sobre una persona, realizaría un médico o un terapeuta como parte de un diagnóstico y tratamiento de la condición de la persona.

Cada una de estas interpretaciones contribuye para generar una definición general del término. Phye (1997) da cuenta de que la mayoría de los profesores que se involucran con el proceso de *assessment*, buscan una definición ampliada del concepto, de manera que pueda ser utilizada en diferentes contextos y situaciones. Un ejemplo de lo que es una conceptualización ampliada es la de Airasian (1994: 5), quien sugiere que el *assessment* debe incluir “el intervalo completo de información que el profesor reúne en su salón de clases: información que le ayuda a entender a sus alumnos, monitorear su instrucción y establecer una cultura de aula viable”

Es en este punto en el que se comienza a vislumbrar la similitud entre *assessment* y las concepciones actuales de evaluación. El sistema de enseñanza alternativo que se propone reúne características de uno y de otro. Así, para una definición de *valoración de los aprendizajes* sería importante, en primer lugar, transmitir una actitud que mejore la posición de la valoración del aprendizaje en la enseñanza y que fuera fácilmente aceptada y adoptada por los educadores. Por consiguiente, sería deseable que tal definición fuera útil a la enseñanza más que ser rectora.

Finalmente, una definición de *valoración del aprendizaje* debe proporcionar un punto de encuentro con los procesos educativos que busque el bienestar de cada estudiante. Es importante reconocer que la valoración del aprendizaje tiene uso administrativo, tanto como valor didáctico. Sin embargo, parece apropiado ponderar una definición de valoración del aprendizaje que le dé más peso al acopio preciso de información relevante para las necesidades de los estudiantes.

La esencia de la definición propuesta es que la valoración del aprendizaje es un proceso planeado para ejecutar un propósito educativo específico cuyo principal beneficiario sea el estudiante junto con otras aplicaciones, tales como la investigación y la acreditación avalada por un proceso de calificación con base en una escala numérica. Ésta última siempre se considera una consecuencia de la información recabada y nunca un fin. El camino para desarrollar tal definición se fundamenta en los conceptos vertidos en el planteamiento del problema y en las secciones 1.1 a 1.3.

1.5.2 El Camino para Definir la Valoración del Aprendizaje

En un momento anterior se mencionó la dificultad de aceptación del sistema de enseñanza alternativo fundamentado en la evaluación, debida a la actuación del propio profesor. Es claro que ello tiene su fundamento, puesto que la implementación de tal sistema implica que los profesores desarrollen las habilidades necesarias para evaluar efectivamente a sus estudiantes. La necesidad de que el personal docente de las universidades en general se actualice y se forme en técnicas y metodologías de enseñanza-aprendizaje es imperativa. Para muestra basta un botón. En la *Declaración Mundial sobre la educación Superior para el Siglo XXI: Visión y Acción*, los expertos de la UNESCO (1998) mencionan siete veces el tema del desarrollo de habilidades, nueve veces la formación docente en pedagogía y dieciséis veces la necesidad de utilizar nuevas pedagogías. Por consiguiente, si los profesores universitarios quieren mantener sus trabajos, deberán desarrollar habilidades didácticas fundamentales. Ello será, a mediano plazo, una simple cuestión de supervivencia.

De entre las habilidades docentes básicas, relacionadas con la valoración, se pueden destacar las siguientes:

1. Saber elegir la opción valorativa adecuada. Las opciones valorativas son diversas y de entre las conocidas en la literatura podemos citar, como ejemplos, preguntas orales como por ejemplo el diálogo socrático (Julian, 1995), portafolios (Moss, P.A., 2004), demostraciones (White and Frederiksen, 1998), ensayos y entrevistas.

2. Poder desarrollar valoraciones apropiadas a cada situación particular de interés. Los instrumentos o técnicas de valoración pueden ser relativamente fáciles de diseñar e instrumentar; sin embargo, los instrumentos con características simultáneas de precisión y justicia, no son fáciles de encontrar. Los procesos evaluativos, en cualquiera de sus acepciones, son los que presentan mayor cantidad de problemas en el momento en que los resultados se presentan, tanto a los propios alumnos, como a las autoridades.

3. Habilidad para calificar e interpretar los resultados de las valoraciones utilizadas, ya sean éstas producidas por otros autores o desarrolladas por el propio profesor. El segundo aspecto de esta habilidad es la más difícil de desarrollar, ya que no se trata solamente de reportar los resultados a las autoridades institucionales o a los padres de familia, sino de explicar lo que significan tales resultados. Ello es lo que permitirá la retroalimentación adecuada para tomar decisiones acerca de los procesos enseñanza-aprendizaje para mejorarlos.

4. Usar los resultados para tomar decisiones sobre cada estudiante individualmente, sobre la planeación de la enseñanza y, si es el caso, sobre el desarrollo curricular. Esta habilidad reconoce que los profesores están en posición de tomar decisiones educativas que, como involucran juicios que pueden afectar la vida de los estudiantes, deben ser lo más confiables que se pueda.

5. Desarrollar procesos de calificación válidos basados en las valoraciones. Los profesores habrán de desarrollar, instrumentar y explicar un procedimiento para acreditar compuesto por calificaciones obtenidas de diversas valoraciones, tareas, proyectos, actividades, etc. La explicación comprende el por qué las calificaciones que asignan son racionales, justas, y están justificadas plenamente y, quizás lo más importante, no se utilizan como castigo ni como instrumento de dominación y poder.

Con todos los elementos anteriores, estamos en posición de proponer una definición esencial de la valoración de los aprendizajes como:

Un proceso diseñado para ayudar a los profesores a entender lo que sus estudiantes, en el salón de clases, están aprendiendo y qué tan bien lo están aprendiendo.

Esta definición es tan general que parece ser prácticamente inútil. Sin embargo, da pie para otras reflexiones relacionadas con ella. En primer lugar, se tiene el concepto vertido por Cronbach (1963), la retroalimentación. De acuerdo con la definición anterior, retroalimentar al profesor, al estudiante y a las autoridades, es una tarea esencial de la valoración. En la sección 1.4.3, se menciona una concepción actual de evaluación que va de la mano con el concepto de valoración. En ella, el aspecto central es la recogida de datos *de manera que sea posible disponer de información continua y significativa para conocer la situación, formar juicios de valor con respecto a ella y tomar las decisiones adecuadas para proseguir la actividad educativa mejorándola progresivamente*. Este proceso invita a integrar un ciclo de retroalimentación: de los instrumentos de valoración, los profesores reciben retroalimentación sobre el aprendizaje de sus alumnos; entonces, los profesores con tal retroalimentación, retroalimentan a sus estudiantes a partir de los resultados de las valoraciones y les hacen sugerencias para mejorar sus procesos de aprendizaje. Después, para verificar la utilidad de sus sugerencias, los profesores vuelven a valorar y se continua el ciclo indefinidamente.

En resumidas cuentas, la Valoración de los Aprendizajes ha de entenderse como (a) el proceso mediante el cual el profesor evalúa el aprendizaje de sus alumnos a través de instrumentos y tareas adecuados, (b) el contexto en el que el profesor sitúa este proceso, y (c) el diálogo que circunda las calificaciones y define su significado. La valoración de los aprendizajes incluye, entonces, todas las actividades que se han discutido a lo largo del documento: diseñar los instrumentos para los objetivos del curso, así como exámenes y tareas que demuestren aprendizajes; identificar las distintas formas de aprendizaje; determinación de estándares y criterios; ayudar a los estudiantes a que adquieran las habilidades y conocimientos que necesitan; darle forma a la motivación de sus alumnos; retroalimentar los resultados de manera que los estudiantes puedan aprender de sus errores; conducir, orientar y guiar a los alumnos para su aprendizaje, e implementar los cambios necesarios en la enseñanza basados en la información recabada durante el proceso. Además, es claro que la Valoración de los Aprendizajes proporciona una oportunidad para realizar *investigación en el aula*, esto es para el proceso sistemático de investigar la relación entre enseñanza y aprendizaje en el propio salón de clases.

1.5.3 La Didáctica Valorativa

La Valoración de los Aprendizajes así conceptualizada da lugar a un método de enseñanza aprendizaje al que se le denomina Didáctica Valorativa (DV), la cual consiste, en primer término, en una serie de instrumentos de valoración diseñados de manera que el énfasis se pone sobre el desarrollo de conceptos y de habilidades de razonamiento, y no sobre la solución de problemas cuantitativos estándar como los encontrados en cualquier libro de texto tradicional. En segundo lugar, la DV contiene los criterios para elegir los momentos de aplicación de los instrumentos (secc. 4.1) y las formas en que han de trabajarse.

Uno de los obstáculos observados en los estudiantes para lograr aprendizajes significativos, es la falta de capacidad para reconocer lo que comprenden y lo que no comprenden. No es de extrañar, ya que esta habilidad está íntimamente relacionada con la metacognición la que, a su vez, es la habilidad de más alto nivel de complejidad. El *quid* de la habilidad metacognitiva es plantearse a uno mismo la clase de preguntas y cuestionamientos necesarios para llegar a una plena comprensión funcional de un tema o un concepto. Así, una característica de las valoraciones es que proporcionan una estructura que estimula al estudiante y lo compromete con el *proceso de aprender Física*.

Las preguntas en cada valoración van guiando al estudiante por el razonamiento necesario para construir conceptos y aplicarlos a situaciones de la vida real o cercanas a ellas. Asimismo, cada valoración lleva a practicar e interpretar formas de representación diferentes como descripciones verbales, diagramas, gráficas y fórmulas, induciendo a los estudiantes a que realicen "traducciones" de una a otra.

La idea de trabajar las valoraciones es en equipos de dos o tres estudiantes como máximo, primero como una tarea extraclase y después, discutir los resultados en el aula. El material presentado en cada valoración comienza con conceptos que se han visto o, al menos, introducido en clase, y sobre el que los estudiantes han de investigar por su cuenta siguiendo una guía de razonamiento para construir las respuestas apropiadas. De esta manera, el instrumento informa al profesor sobre el nivel de comprensión de cada estudiante, para dar lugar al ciclo de retroalimentación que demanda la mística de la Valoración de los Aprendizajes.

La estructura de las valoraciones varía de acuerdo con el tópico para el que se utilizan; sin embargo, todas comparten algunas características estructurales comunes. Comienzan con una serie de preguntas guía de introducción al tema, seguidas por aplicaciones y extensiones de los conceptos, y finalmente se presentan situaciones para obtener conclusiones. En algunos casos se les remite a sus libros de texto, o se les induce a investigar para obtener información. La manera en que se diseña la secuencia de preguntas es producto de la misma estructura epistemológica de la Física. Los instrumentos de valoración se presentan en el anexo 2.

1.5.4 El Estado del Conocimiento.

Con respecto al problema planteado, se han encontrado algunos trabajos análogos realizados en otras instituciones, en los que uno de sus aspectos esenciales se refiere a los objetivos de la educación en ciencias que conducen, de manera natural, hacia el concepto de *Aprender para la Vida*. De acuerdo con la discusión de la sección 1.2, ésta es una faceta imprescindible no sólo por los aprendizajes que conlleva, sino también por la calidad de la enseñanza que garantiza. Por otra parte, en la visión aún vigente en muchas universidades, la presencia de especialistas en una disciplina determinada era garantía de alta calidad educativa; sin embargo, para la visión actual que guía el presente trabajo, Rompelman (2000) afirma que tal presencia ya no es suficiente, puesto que "las universidades tienden a pensar en términos de habilidades mucho más amplias, una de

las cuales es la habilidad para aprender, no sólo durante el tiempo de permanencia en la universidad, sino también durante la vida profesional" (Rompelman, 2000: 339). Su propuesta se encamina al desarrollo de métodos de *assessment* que desarrollen esa habilidad, especialmente para la formación de ingenieros. Sin embargo, uno de los problemas importantes en el aprendizaje para la vida es la enseñanza, que en el caso de las ciencias y la ingeniería el problema se torna más grave, ya que, como preconiza Kiewra: "...parece que algunos educadores enseñan contenidos tales como matemáticas y ciencia, pero no enseñan a sus estudiantes como aprender tales contenidos" (Kiewra, 2000: 72). A este respecto, constatamos que es una constante en diversos trabajos de investigación la premisa de que los estudiantes pueden aprender cómo aprender cuando se les enseñan estrategias para ello dentro del contexto de sus cursos (Angelo, 1995; Carr, 2002; Drew, 2001; Guskey, 2003) lo que, en la propia experiencia, parece ser un hecho verificable.

Por otra parte, Houston y Foote (2001) analizan y proponen, junto con Carr (2002) la importancia de que los estudiantes sean actores protagónicos del proceso educativo conjuntando los aprendizajes para la vida y los *assessments*, ya que "la meta de la mayoría de las universidades es, o debería ser, promover aprendizajes para la vida entre estudiantes y académicos. Para alcanzar esta meta, los estudiantes deben jugar un papel activo en su proceso de aprendizaje. Los *assessments* son una influencia clave sobre las estrategias que deben adoptar los estudiantes y sobre los logros en aprendizajes" (Houston and Foote, 2001: 403). Estos conceptos no son nuevos; es evidente que desde hace mucho tiempo se ha reconocido la importancia de que el alumno sea el principal protagonista del proceso enseñanza-aprendizaje. Solamente por citar un ejemplo, John Dewey, a principios del siglo XX, expresó categóricamente que "solamente por medio de participar activamente en el proceso de hacer conocimiento, transformando la conjetura y opinión en creencia autorizada por indagación, uno adquiere conocimiento..." (Dewey, 2000). A este respecto, El Consejo Nacional de Investigación de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (1996), en su propuesta *Estándares Nacionales para la Educación en Ciencias*, que ha sido adoptada en toda la Unión Americana, y que tiene como uno de sus capítulos el desarrollo e instrumentación de *assessments*, pone en claro el proceso, ya que "aprender ciencia es algo que los estudiantes hacen, no algo que se hace con los estudiantes."

El proceso de involucrar activamente a los estudiantes no es sólo benéfico para el aprendizaje de contenidos disciplinares, sino que a través de ello, se puede desarrollar

aprendizaje para la vida, tal como afirman Chappuis y Stiggins (2002), "los estudiantes se comprometen con el proceso de *assessment*...para marcarse metas, tomar sus propias decisiones con respecto a su propio mejoramiento, desarrollan un entendimiento sobre lo que es el trabajo de calidad y comunican su status y progreso en la consecución de sus metas..." (Chappuis and Stiggins, 2002: 41). Más, sin embargo, el papel del profesor es determinante, puesto que investigaciones muestran que, como se declara en los *Estándares*, los profesores deben poseer conocimiento y habilidades teóricas y prácticas sobre ciencia, aprendizaje y enseñanza de las ciencias, porque "cuando los profesores tratan a los estudiantes como aprendices serios, y sirven como guías, más que como jueces, los estudiantes llegan a comprender y aplicar los estándares de la buena práctica científica" (Consejo Nacional de Investigación, 1996). Y no solamente se encuentran referencias al papel del docente en los estándares. Marcelo (2002), desde la Universidad de Sevilla clama que los profesores "deberían comprender bien la materia que enseñan, de forma diferente a la que aprendieron como estudiantes. Necesitan comprender en profundidad, el contenido así como la forma en que éste se conecta a la vida cotidiana para resolver problemas" (Marcelo, 2002: 27). Así, como hemos mencionado anteriormente, este asunto es de menor envergadura en el área de ciencias e ingenierías, ya que, por lo regular, los profesores son expertos en su materia. Sólo faltaría, como afirman Uhlenbeck y sus colaboradores (2002), proporcionarles las herramientas metodológicas para una práctica efectiva.

El diseño de los *assessments* ha sido un campo de gran producción. El establecimiento de políticas e idearios que guíen tal proceso se encuentra en un buen número de publicaciones. Los *Estándares* dedican un capítulo completo al tema e inclusive se ha creado un Comité para el *Assessment* en el Aula dirigido por J. Myro Atkin (2000) y sus colaboradores, quienes han editado un libro dedicado exclusivamente al diseño de *assessments*. La importancia que a este tipo de instrumentos se les ha dado, tanto en Estados Unidos, como en muchos países de Europa, reside en que las tendencias actuales en la educación superior tienen su énfasis en el aprendizaje de saberes que, además de incluir contenidos disciplinares, van más allá para englobar habilidades, actitudes, aptitudes y destrezas, que harán al estudiante adquirir las competencias adecuadas para su vida profesional. Vos (2000) encuentra, a este respecto, que "el método de *assessment* no está muy relacionado con el aprendizaje de contenidos, sino más bien con diferentes formas de aprender. Un método claro da al estudiante

maduro, la oportunidad de utilizar su tiempo más eficientemente" (Vos, 2000: 230), mucho de lo que hemos ya mencionado al discutir el concepto de aprender para la vida.

Una de las características de los *assessments* es que su fundamento es más empírico que teórico, ya que solamente se cuenta con evidencia firme que muestra que los *assessments* son componentes esenciales del trabajo en el aula y que su uso y desarrollo pueden elevar los estándares de logros en el aprendizaje (Black y William, 1998; Imrie, 1995; Niemi, 1997; Maclellan, 2001; Taras, 2002). Muchas de las evidencias se encuentran documentadas y sistematizadas; por ejemplo, Weglinsky (2002) realizó un trabajo exhaustivo de investigación durante dos años para documentar los efectos de las prácticas en el aula utilizando *assessments* y considerando variables como las características del profesor y los antecedentes de los estudiantes, concluyendo que los *assessments* son, en efecto, artefactos de aprendizaje.

Los intentos de generar una teoría de *assessments* se pueden observar en las definiciones y conceptualizaciones que se están dando. Por ejemplo, Black y Dylan (1998) establecen que "usamos el término genérico de *assessment* para referirnos a todas las actividades llevadas a cabo por los profesores que proporcionan información que será usada como retroalimentación para modificar la enseñanza y las actividades de aprendizaje." (Black and Dylan, 1998: 2), mientras que Maki (2002) lo concibe como "medio colectivo por virtud del cual los colegas descubren el ajuste que se espera institucional o programáticamente, de los logros de los estudiantes y los patrones de logro reales de los estudiantes" (Maki, 2002: 8). Por otro lado, el considerado como mejor y mayor trabajo en la teorización del método de *assessment* se encuentra en un trabajo de Brookhart (1997), quien postula la interconexión entre la enseñanza en el aula y las experiencias de aprendizaje con la psicología y el aprendizaje individuales, para desarrollar un marco de referencia teórico para los *assessments* en el aula, que ofrece una explicación para la importancia de mantener a los alumnos involucrados activamente en el proceso. Sin embargo, una teoría general no se tiene hasta la fecha.

En cuanto al diseño de *assessments* de diversa índole, muchas son las recomendaciones y los criterios para ello. Los *Estándares* son un claro ejemplo. Además, se encuentran criterios de otro tipo, como por ejemplo, fundamentados en concepciones sobre la ciencia (Gallgher, 2000), hasta aquellos basados en la experiencia empírica de los autores (Maki, 2002; Walvoord y Anderson, 1998; Stiggins, 2002). De cualquier modo, todo tipo de recomendación puede tener algún aspecto rescatable para este trabajo.

La Valoración de los Aprendizajes es, a fin de cuentas, una forma de enfrentar el reto de mejorar el proceso de aprendizaje. Como guía, define rutas de acción precisas como lo muestra la Didáctica Valorativa. Sin embargo, por sí misma no tiene las características de un modelo educativo, por lo que es necesario complementarla con la finalidad de obtener un esquema de enseñanza-aprendizaje completo. Para tal efecto, habrá de combinarse con otra metodología y con un curso diseñado siguiendo los lineamientos expuestos en la sección 1.2, lo cual conforma el diseño didáctico experimental que ha de ponerse en práctica. En el siguiente capítulo se presenta tal diseño.

2. DISEÑO DIDÁCTICO EXPERIMENTAL

2. Diseño Didáctico Experimental

Se ha puesto de relieve la parte esencial del esquema alternativo de enseñanza aprendizaje, la Didáctica Valorativa. Ahora, se está en condiciones de completar la propuesta, a la que se le da el nombre de *Esquema Educativo Basado en la Valoración del Aprendizaje* (EEVA). Para ello se presenta, a continuación, la segunda parte del esquema, la *Didáctica Constructiva* (DC), la cual es la parte esencial del proyecto de investigación mencionada al inicio de la introducción que, a su vez, dio origen a este trabajo. La tercera y última componente del EEVA, está dada por los programas rediseñados de las asignaturas *Física e Introducción a la Física*, los cuales se presentan en las secciones 2.2 y 2.3 siguientes.

2.1. La Didáctica Constructiva y el Esquema Educativo basado en la Valoración del Aprendizaje

Para que las valoraciones contribuyan de manera efectiva al proceso de aprendizaje, es necesario que la metodología de enseñanza siga una línea de construcción de conceptos y desarrollo de habilidades acorde al marco teórico sobre el que se sustenta la Valoración de los Aprendizajes. La metodología *ad hoc* para alcanzar esta finalidad la proporciona la llamada Didáctica Constructiva (DC) (Lara Barragán Gómez, 2002), la cual ha sido diseñada expresamente para la superación de errores conceptuales, y el desarrollo de conceptos y habilidades en Física. La descripción completa de la DC se encuentra en el anexo 3.

Las características generales de la DC son las siguientes:

Toma en consideración, como punto de partida, los conocimientos ya existentes en la mente del estudiante.

Estos preconceptos son el inicio, ya que el desarrollo intelectual se lleva al cabo pasando sucesivamente por los diversos estadios conformados por la aparición de estructuras mentales que subsisten en forma de estructuras sobre las que se construyen los nuevos conceptos. Esto sugiere que las nuevas representaciones del conocimiento que serán utilizadas para interpretar experiencias, se construyen sobre los conocimientos previos. Por consiguiente los resultados del aprendizaje no dependen solamente de la

situación en que éste se da y de las experiencias que se proporcionen a los alumnos, sino también de los preconceptos que tiene organizados en sus estructuras mentales actuales.

El aprendizaje implica construcción activa de significados.

Tanto en el proceso de comprensión de fenómenos naturales, como de un texto o de un concepto abstracto, se lleva al cabo una interpretación activa de experiencias nuevas, en muchas ocasiones por medio de analogías o de demostraciones (experimentos de cátedra). De este modo comienza el proceso asimilación-adaptación-equilibrio (Piaget, 1986). Por tanto, lo que determina la actividad en el plano del entendimiento de cualquier situación, no es tanto lo que se pueda extraer de ella, sino las construcciones aportadas. Luego, la construcción de significados a partir de una lectura, un diálogo, una observación o una acción concreta, implica un proceso activo de formulación de hipótesis, y la posterior ejecución de actos y ensayos cuyos resultados se contrastan con nuevas observaciones. Estas acciones no implican necesariamente, trabajo experimental de laboratorio. En el aula, se pueden llevar al cabo en sesiones como por ejemplo, talleres de solución de problemas.

Se responsabiliza al estudiante de su propio aprendizaje, en el sentido de que ha de dirigir su voluntad hacia la tarea de aprender.

Esto es así, ya que se le proporcionan los medios, circunstancias y situaciones para que, por sí mismo, haga uso de sus conocimientos para construir significados durante el proceso de aprendizaje.

Por otro lado, la DC está matizada por diversos elementos pedagógicos. Con base en algunas ideas de Freire (1975), consideramos que un aspecto importante es que la DC comienza con los estudiantes en la situación en la que existen; crea en ellos, a partir del diálogo (socrático), una concientización de tal situación y sus limitaciones, les presenta posibilidades o modos de existencia alternativos y, finalmente, los guía en la aplicación de las nuevas ideas al mundo en el que existen. Así, de acuerdo con Freire, al problematizar los contenidos del curso se generan las condiciones para que los estudiantes hagan explícitos sus preconceptos, lo que a su vez propicia el hecho de que el contenido propuesto se convierta en *su* problema; esto es, el tema propuesto se convierte en algo importante para ellos. Esto también encierra un respeto por los estudiantes al darse ellos mismos cuenta de que tienen algo con que contribuir a la situación de aprendizaje. El profesor debe hacerlo notar de la manera más clara posible.

La DC consta de cuatro etapas: Presentación del tema, Problematización o cuestionamiento de los preconceptos, Introducción de conceptos nuevos, y Aplicación de los conceptos nuevos. Cabe aclarar que esta técnica no se lleva a cabo de manera rígida en cada sesión. Es cierto que es la columna vertebral del esquema educativo que se propone, pero también es cierto que ella es una guía general. La DC se acompaña de otras técnicas didácticas que denominamos *Estrategias*, las cuales se describen en el anexo 3. Tales estrategias se utilizan dentro de la DC en los momentos apropiados, dados por la situación específica que se vive en el aula. A continuación se describen algunos detalles de la DC.

La DC comienza con una presentación del tema con los objetivos de aprendizaje a alcanzar y, enseguida, la identificación de los preconceptos utilizando diversas técnicas como, por ejemplo, una lluvia de ideas o la técnica adecuada para ello. El segundo momento, la problematización, o cuestionamiento de los preconceptos, toma como estrategia fundamental, el Diálogo Socrático (Julian, 1995), donde se considera esencial que si se comienza directamente un nuevo tema con la explicación "correcta", las teorías adquieren un aura de autoridad que, además de falsa e innecesaria, daña las impresiones que puedan adquirir los estudiantes sobre la ciencia. Aunque la Física es una ciencia con un alto grado de madurez, y la mecánica de Newton o el electromagnetismo clásico son teorías sumamente acertadas, de ningún modo representan explicaciones finales. Si ellas se introducen como formas actuales de explicar eventos naturales, dejando abierta la posibilidad de que con el paso del tiempo se estudien o desarrollen nuevas teorías, entonces se romperá con la idea equivocada de que la Física es un conjunto de conocimientos básicamente completo, estático y acabado. Al enfatizarse el hecho de que las teorías que se les presentan son sólo más sofisticadas y generales que las que ellos traen, se les brinda la oportunidad para que busquen participar activamente en un desarrollo sistemático del tema. Así, al menos en principio, no habrá fragmentación entre los preconceptos de los estudiantes, los conceptos presentes y los posibles conceptos futuros.

El tercer momento de la DC es la introducción de conceptos nuevos, lo cuál se realiza esencialmente, por aportaciones de alumnos y, cuando se estima necesario, por exposición del profesor. Aquí se busca que los estudiantes relacionen sus preconceptos y las construcciones nuevas, de manera que desarrollen representaciones descriptivas y significados.

Por supuesto que, en general, los estudiantes no están preparados para llevar al cabo discusiones desde la primera clase. La experiencia muestra que no están acostumbrados y, en muchos casos, no se interesan en involucrarse en una actividad que consideran un simple trámite. Sin embargo, después de una o dos semanas, comienzan a abrirse a la discusión, a compartir sus ideas y a expresar sus opiniones sobre el mundo al resto de sus compañeros.

Finalmente, en la cuarta etapa, se busca proporcionar oportunidades para usar las nuevas ideas, aspecto de singular importancia puesto que es lo que permite que el alumno adquiera confianza en ellas; además, es la etapa en la que se inicia el proceso de adquisición de hábitos y habilidades, así como el de conocimiento de métodos de investigación y solución de problemas. En esta etapa, la actividad más frecuente es el taller de solución de problemas.

2.2 Rediseño del Curso Física

En esta sección se describe el diseño del programa del curso *Física*, uno de los objetos de estudio del presente trabajo. Ante todo, ha de aclararse que tal curso no se refiere solamente a la parte teórica que se desarrolla en el aula, sino que consta de dos componentes igualmente importantes: lo que se llamará el *curso teórico*, y *el laboratorio*. Ambas componentes conforman una mancuerna indisoluble, de manera que cada una de ellas es una cara de la misma moneda. Así, el conjunto formado por la Valoración de los aprendizajes y el programa del curso Física, se denomina *Esquema Educativo Basado en la Valoración del Aprendizaje (EEVA)*.

El diseño consta de las siguientes etapas:

1. Identificación de las habilidades que guiarán el trabajo académico de diseñar tanto el programa de la asignatura como el del laboratorio, y los instrumentos de valoración.
2. Diseño del programa de la asignatura.
3. Diseño del programa de laboratorio.
4. Diseño de las estrategias didácticas.

Lo relacionado con la etapa cuatro se ha descrito con detalle en las secciones anteriores, por lo que en lo que sigue se presenta lo referente a las primeras tres etapas.

Se expone, a continuación, la lista completa de habilidades que persigue el EEVA. Cabe mencionar que varios de ellos se han mencionado con anterioridad en el contexto

de las estrategias didácticas y algunos otros en el del pensamiento crítico y la cultura científica, (Lara Barragán, 2002) sin embargo, tales elementos no son componentes del EEVA, por lo que la lista subsiguiente compendia el total de habilidades del EEVA:

Desarrollar:

- Habilidad para aplicar principios y generalizaciones aprendidas a problemas y situaciones nuevas.
- Destreza analítica.
- Destreza para resolver problemas.
- Habilidad para obtener conclusiones (inferencias) razonables a partir de observaciones.
- Habilidad para sintetizar e integrar información e ideas.
- Habilidad para pensar holísticamente: ver el todo tanto como sus partes.
- Habilidad para pensar creativamente.
- Habilidad para distinguir entre observación e inferencia y entre hecho y opinión.
- Destreza algebraica.
- Apertura a nuevas ideas.
- Interés por asuntos sociales contemporáneos relacionados con los tópicos generales de la Física.
- Apreciaciones estéticas.
- Perspectiva histórica informada.
- Comprensión del papel de la ciencia y la tecnología dentro de la sociedad.
- Habilidad de trabajo en equipo.
- Compromiso con el trabajo bien hecho.
- Habilidad de organizar y utilizar efectivamente el tiempo.
- Habilidad de seguir instrucciones, direcciones y planes.
- Compromiso con logros personales.

Mejorar la habilidad de:

- Concentrarse
- Poner atención
- Memorizar
- Escuchar

- Hablar
- Leer
- Escribir
- Estudiar

Otros

- Aprender términos y hechos de la materia en cuestión.
- Aprender conceptos y teorías.
- Desarrollar destreza en el uso de herramientas y/o tecnología relacionada con la materia.
- Aprender técnicas y métodos usados para obtener nuevos conocimientos.
- Aprender a evaluar métodos y materiales.
- Aprender a apreciar las contribuciones importantes a la Física y a la ciencia en general.
- Cultivar un sentido de responsabilidad por el comportamiento propio.
- Propiciar la autoestima y la autoconfianza.
- Desarrollar compromiso con los propios valores.
- Desarrollar respeto por los demás.
- Desarrollar el sentido de honestidad.
- Desarrollar la capacidad de pensar por sí mismo.
- Desarrollar la capacidad de tomar decisiones responsables.

La lista anterior es larga y puede dar la impresión de representar un trabajo de titanes, prácticamente utópico. Sin embargo cabe aclarar que no todos ellos se persiguen simultáneamente, sino que se buscan por grupos. Precisamente, en la DC, los hechos de desarrollar e instrumentar diferentes estrategias didácticas tienen que ver con que cada una de ellas está orientada a alcanzar alguno o varios de los objetivos mencionados. Asimismo, los objetivos generales y particulares del programa de la asignatura son parte de esta lista.

A continuación se presenta el programa de la asignatura *Física*.

2.2.1 Programa de la asignatura *Física*

El diseño del programa de la asignatura *Física* se llevó al cabo tomando en consideración los siguientes aspectos. En primer lugar, el curso completo se enfoca, como se menciona anteriormente, siempre pensando en que el laboratorio se convierte en una parte esencial, ligado a la parte teórica para formar una unidad. Por otro lado, se trabajaron tres vertientes paralelas: la selección de contenidos, el establecimiento de objetivos y actividades de enseñanza–aprendizaje, y los mecanismos de evaluación. Describiremos cada una de ellas a continuación.

La selección de los contenidos se realizó con base en una revisión de los contenidos de los programas de las asignaturas subsecuentes en los ejes cognoscitivos de *Física* de las carreras de las que esta asignatura es parte de su plan de estudios. De acuerdo con ellos concluimos que son necesarios tres temas generales que en lo sucesivo denominaremos unidades: Mecánica de partículas, Mecánica de Fluidos y Fenómenos Ondulatorios.

Los objetivos que guían el programa de la asignatura son en esencia, los que hemos presentado en la lista anterior. En cada unidad se hace mayor o menor hincapié en algunos objetivos determinados, pero en lo global, se espera que el programa completo se guíe por todos ellos.

Nombre de la asignatura: *Física*

Ciclo: Primer Semestre

Propósito.

La asignatura *Física* pretende proporcionar una visión pormenorizada de algunos de los conceptos esenciales de la *Física*, de su estructura epistemológica, de su método y de las relaciones que tiene con otras áreas del conocimiento humano, así como su aplicación a la vida cotidiana. El desarrollo de habilidades intelectuales relacionadas con el proceder científico, así como el favorecimiento de una formación integral acordes con los lineamientos propuestos por la UNESCO, forman el eje rector de la instrucción.

Primera unidad, mecánica de partículas.

Objetivos particulares:

Al término de esta unidad, el estudiante

1. Enunciará definiciones operacionales claras de posición x , cambio en la posición Δx , instante de tiempo, o sea, lectura en un cronómetro t , intervalo de tiempo o lapso Δt , rapidez media \bar{v} , rapidez instantánea v , aceleración media \bar{a} , aceleración instantánea a .
2. Distinguirá entre rapidez y velocidad.
3. Enunciará operacional y claramente, de manera no circular, los conceptos de *fuerza* y *masa*.
4. Definirá la *aceleración centrípeta* en el movimiento circular y derivará su expresión en términos del radio y la velocidad tangencial.
5. Dibujará correctamente diagramas de fuerzas para todos los objetos que interactúan entre sí en una situación dinámica dada; describirá cada fuerza con palabras, indicando la naturaleza de la fuerza y qué objeto la aplica sobre cuál otro; e identificará todos los pares acción-reacción.
6. Describirá el movimiento de proyectiles como una superposición de dos movimientos independientes, uno uniforme y el otro acelerado. Dibujará diagramas con la fuerza, velocidad y aceleración para el proyectil en cualquier posición de su trayectoria.
7. Enunciará definiciones claras y detalladas de los conceptos de *impulso*, *ímpetu*, *trabajo*, *energía cinética* y *energía potencial*.
8. Describirá lo que sucede en diversos fenómenos comúnmente observados en términos de los conceptos anteriores. Por ejemplo, describirá, en términos del impulso aplicado, los cambios de ímpetu, el trabajo realizado, los cambios de energía. Describirá que sucede en una colisión entre objetos elásticos. Describirá lo que sucede cuando, por ejemplo, una caja se empuja sobre el suelo en presencia de fricción, etc.
9. Describirá y realizará experimentos y/o demostraciones relacionados con la temática de la unidad.
10. Resolverá problemas cualitativa y cuantitativamente relacionados con los temas de la unidad.

Contenidos.

Introducción (2 hs)

La ciencia y su método.

Gramática de la Física: El Sistema Internacional de Unidades y Análisis Dimensional.

Sistemas de referencia y movimiento.

Rapidez: el concepto Galileano del movimiento.

Fuerzas (20 hs)

1ª Ley de Newton. Inercia y masa.

Ímpetu.

2ª Ley de Newton. Velocidad y aceleración. Vectores. Impulso.

Ley de Hooke. Oscilaciones. Movimiento Ondulatorio.

Ley de Gravitación Universal. Caída libre. Movimiento de proyectiles.

3ª Ley de Newton. Fricción y resistencia. Diagramas de fuerzas.

Conservación del ímpetu.

Energía (10 hs)

Trabajo y energía mecánica. Potencia.

Conservación de la energía mecánica.

Fricción y energía térmica. Calor.

Segunda unidad, mecánica de fluidos. (16 hs)

Objetivos particulares.

Al término de esta unidad, el estudiante

1. Describirá la estructura atómica y molecular de la materia.
2. Distinguirá entre *estado* y *fase*, describiendo, detalladamente los cambios de fase.
3. Dará definiciones operacionales de los conceptos de *densidad* y *presión*, aplicándolos a los casos de líquidos y la atmósfera.

4. Describirá y aplicará los principios de Arquímedes y Pascal, relacionándolos con aplicaciones tecnológicas actuales.
5. Describirá el Teorema de Bernoulli y lo aplicará a situaciones cotidianas.
6. Resolverá problemas cualitativos y cuantitativos relacionados con los contenidos de la unidad.
7. Describirá y realizará demostraciones y experimentos relacionados con los contenidos de la unidad.

Contenidos.

Estructura de la materia. Movimiento microscópico.

Fases y cambios de fase.

Densidad, presión hidrostática y presión atmosférica.

Principios de Arquímedes y de Pascal.

Flujo de fluidos. Flujo laminar y turbulento. Teorema de Bernoulli.

Tercera unidad, fenómenos ondulatorios. (12 hs)

Objetivos particulares

Al término de esta unidad, el estudiante

1. Describirá lo que son un *pulso* y un *tren de ondas*.
2. Describirá claramente, por medio de diagramas, las diferencias entre ondas transversales y ondas longitudinales.
3. Definirá operacionalmente los conceptos de *amplitud A* , *rapidez de propagación*, *frecuencia f* , *periodo T* , y *longitud de onda λ* .
4. Describirá los conceptos de *rayo* y *frente de onda* usando diagramas, tanto como palabras.
5. Describirá el fenómeno de superposición para explicar, por medio de diagramas y palabras, el fenómeno de interferencia.
6. Usando diagramas apropiados, definirá los conceptos de *ángulo de incidencia*, *ángulo de reflexión*, *ángulo de refracción* y *normal*, así como será capaz de dibujar cada uno de los anteriores tanto en la representación de frente de onda, como en la representación de rayo.
7. Describirá detalladamente la ley de Snell, aplicándola en situaciones diversas.

8. Aplicará los conceptos anteriores tanto a la luz como al sonido.
9. Describirá detalladamente, el fenómeno de polarización de la luz, utilizando ejemplos de la vida cotidiana.
10. Describirá detalladamente la difracción de la luz y del sonido, aplicándolos a ejemplos concretos.
11. Describirá detalladamente, el efecto Doppler, aplicándolo a situaciones de la vida cotidiana.
12. Realizará demostraciones y experimentos relacionados con los temas de esta unidad.
13. Resolverá problemas cualitativos y cuantitativos relacionados con los contenidos de esta unidad.

Contenidos

Movimiento ondulatorio y su propagación.

Espectros sonoro y electromagnético. Luz y sonido.

Reflexión y refracción.

Polarización.

Difracción e interferencia.

Efecto Doppler.

2.2.2 El Laboratorio

El diseño del curso de laboratorio está fundamentado en que, en esencia, la Física es una ciencia experimental, de acuerdo con la discusión de las secciones 1.1 y 1.2. Aquí es importante hacer hincapié en que el diseño del curso de laboratorio se fundamenta, en primer lugar, en que el trabajo en equipo es sustancial para alcanzar las metas propuestas, en concordancia con el primer pilar de la educación, *aprender a vivir juntos o aprender a convivir* (Delors, 1998) y, en segundo término, en que la ciencia no es un conjunto de hechos a memorizar, sino una manera de observar y obtener datos, de pensar críticamente, de construir modelos y compararlos con lo que sucede en la naturaleza. De esta manera, se tienen tres objetivos que merecen una discusión aparte: el desarrollo de habilidades de comunicación, desarrollo de habilidades de organización y la madurez.

Una característica del trabajo profesional es la habilidad para comunicar resultados a través de reportes escritos. Es un hecho observable que, en general, los estudiantes de primer ingreso a la universidad tienen una muy baja calidad en su comunicación tanto verbal como escrita (Cfr. Swartz and Miner, 1998). Basta con pedirles que preparen un informe escrito de actividades o que expongan un tema para darnos cuenta de ello –por supuesto antes de que se les haya enseñando cómo hacerlo mejor-. Los estudiantes necesitan más que simplemente reportar experimentos metódicamente, guiados y con conocimiento de estándares y estilos; también deben aprender a resumir un tema, proponer acciones y presentar o criticar ideas verbalmente.

Aprender a organizar y llevar un buen cuaderno de reportes (bitácora) es una habilidad difícil de lograr, y está estrechamente relacionada con hábitos de trabajo apropiados. Es común ver que los estudiantes escriben demasiadas anotaciones en sus cuadernos y, cuando se dan cuenta de que han desperdiciado tiempo y atención, escriben menos, de hecho, menos del mínimo necesario. Tales oscilaciones persisten hasta que el hábito, adecuado o no, queda establecido. Para inculcarle el hábito correcto, la experiencia ha mostrado que, mientras el estudiante trabaja, se le cuestione acerca de su progreso en la consecución de metas, recomendando, asimismo, cosas que es bueno anote en su bitácora; esto es, propiciar el aprendizaje sobre la marcha del experimento.

Por su parte, la madurez se entiende como una actitud basada en la posesión de ciertas habilidades especiales. Un estudiante académicamente maduro confía en que tiene las suficientes capacidades como para ejecutar una tarea, los conocimientos básicos para comenzarla y en que también sabrá como reunir hechos con que completarla. Entonces, la madurez académica también es inculcable. Para acrecentar una actitud madura entre los estudiantes es importante, como primer paso, tratar de establecer un puente entre lo que han aprendido en el bachillerato y lo que aprenderán en la universidad. Esto comienza con una modificación de las propias actitudes del profesor para crear confianza en los propios juicios de los estudiantes. Pero la exhortación en sí misma no es suficiente. La enseñanza explícita de hábitos organizacionales y de trabajo deben formar parte del contenido del curso.

Un estilo de trabajo académicamente maduro incluye el reconocimiento de las etapas apropiadas del proyecto experimental, tanto como la distribución efectiva del tiempo. Se comienza reconociendo el equipo, observando fenómenos y haciendo acopio de información teórica relevante. Después se pasa a tomar datos de manera formal, evaluando con frecuencia si éstos son buenos y suficientemente completos, dejando los

resultados restantes para el final. Es aquí donde el uso de la bitácora tiene especial relevancia. Un indicio de inmadurez es que los estudiantes sólo reconocen una etapa, la toma de datos, los que generalmente registran en cualquier hoja o en el mismo protocolo de la práctica, por lo que se les tiene que enseñar a ajustarse a la ejecución de todas las actividades de manera metódica. Estas acciones son análogas a las observadas en sus procesos de resolución de problemas (Fuller, 1982). Los estudiantes inmaduros sólo quieren comenzar a proceder a resolverlos sin un plan elaborado, y realizando operaciones numéricas sin antes examinar detenidamente las condiciones.

Por otro lado, el estilo conveniente del reporte del laboratorio debe también enseñarse explícitamente, ya que el estudiante tiende a visualizarlo como parte de lo que piensa es el mundo irreal de la educación. Por consiguiente, parte de los contenidos del curso será identificar lo que constituye un estilo profesional en un reporte de laboratorio e instruir a los estudiantes sobre cómo hacerlo. Es aconsejable decirles que deben escribir sus reportes pensando en que serán leídos por un profesionalista que entiende la Física que hay en su trabajo. Además, que es necesario exponer lo que hizo y por qué lo hizo, de manera que el trabajo pueda ser valorado y, si es necesario, criticado.

Así, el curso experimental se ha diseñado de modo de que, durante la primera semana del semestre, se impartan unas lecciones teóricas de introducción al trabajo de laboratorio cuyos temas son los siguientes:

1. Naturaleza de la experimentación. Cantidades mensurables y concepto de medición.
2. El error experimental. Tipos de errores y su propagación.
3. Tratamiento estadístico de datos. Sistematización de resultados. Gráficas y ajuste de rectas.
4. El reporte de laboratorio.

El curso de laboratorio consiste de siete experimentos que, por cuestiones de espacio, se realizan con dos equipos de tres a cuatro alumnos por sesión. De esta manera, cada equipo trabaja en un nuevo experimento cada dos semanas.

Los objetivos específicos del laboratorio son los siguientes:

1. Manejo de instrumentos de medición.
2. Construir y/o probar modelos abstractos o conceptos básicos.

3. Desarrollar la habilidad de diseñar un experimento, por medio de selección de variables, equipo e instrumentos de medición adecuados.
4. Obtener mediciones rigurosas.
5. Estimar y calcular errores en las mediciones.
6. Construir e interpretar gráficas.
7. Redactar y manejar bitácoras.
8. Redactar de reportes formales de laboratorio.
9. Formarse conceptos como resultados de las observaciones.
10. Discriminar explícitamente, entre observación e inferencia, e interpretar los resultados del experimento.

Nuevamente se ve que la lista de objetivos puede sonar extensa, mas, sin embargo, se cree que es necesario el trabajo de laboratorio con todos estos objetivos para alcanzar una mejor comprensión de lo que representa el proceso de *hacer Física*.

Para que los equipos puedan realizar sus experimentos es necesario que presenten, primero, un cuestionario, denominado cuestionario previo, que es parte del protocolo de cada experimento. La idea es que el estudiante repase el protocolo antes de presentarse al laboratorio. La presentación del cuestionario contestado es su pase de entrada al laboratorio. Este cuestionario se entrega contestado a mano. En segundo lugar, otro requisito es una somera planeación del experimento que consiste en haber seleccionado las variables a medir, junto con un boceto del programa de mediciones que dará lugar a las tablas de resultados de mediciones. Esta planeación se escribe en la bitácora.

A continuación se presentan los experimentos a realizarse. No entramos en los detalles de los protocolos, debido a que el manual desarrollado tiene, por sí mismo, una extensión superior a las 15 páginas. En consecuencia, solamente mencionamos el nombre del experimento y sus objetivos.

1. Medición de fuerzas.

Objetivos:

Al completar el experimento, el estudiante habrá sido capaz de

- ◆ Construir un sistema para medir fuerzas utilizando dinamómetros
- ◆ Medir la fuerza resultante de la aplicación de dos fuerzas.
- ◆ Analizar, gráficamente, los resultados experimentales.

2. Investigación sobre fricción.

Objetivos.

Al completar el experimento, el estudiante habrá sido capaz de

- ◆ Medir la fuerza de fricción entre dos superficies en contacto.
- ◆ Medir el coeficiente de fricción.
- ◆ Describir el efecto de la aplicación de un lubricante sobre la fricción.

3. Impulso e ímpetu en sistemas lineales.

Objetivos.

Al completar el experimento, el estudiante habrá sido capaz de

- ◆ Armar un dispositivo para medir impactos y tiempos de impacto.
- ◆ Medir la fuerza de impacto entre dos objetos que chocan entre sí y el tiempo de duración de la interacción.
- ◆ Demostrar el teorema del impulso y el ímpetu.

4. Demostración de la Ley de Hooke.

Objetivos.

Al completar el experimento, el estudiante habrá sido capaz de

- ◆ Diseñar y armar un dispositivo para medir elongaciones en resortes.
- ◆ Medir la constante del resorte.
- ◆ Inferir la ley de Hooke a partir de sus observaciones.

5. Demostración del Principio de Arquímedes.

Objetivos.

Al completar el experimento, el estudiante habrá sido capaz de diseñar una serie de experimentos para demostrar los diferentes aspectos del Principio de Arquímedes:

- ◆ Medir volúmenes de agua desalojados al introducir objetos de diferentes formas irregulares.
- ◆ Medir la fuerza boyante sobre un objeto sumergido en agua, parcial y totalmente.
- ◆ Demostrar la relación entre forma del objeto y fuerza boyante.
- ◆ Medir la relación entre la fuerza boyante y la densidad del objeto sumergido para objetos de la misma forma y volumen, pero distinta densidad.
- ◆ Deducir el principio de Arquímedes a partir de sus observaciones.

6. Reflexión y refracción de la luz.

Objetivos.

Al completar el experimento, el estudiante habrá sido capaz de

- ◆ Armar un dispositivo para medir los ángulos de incidencia y reflexión para un espejo plano.
- ◆ Deducir la ley de reflexión.
- ◆ Diseñar y armar un dispositivo para medir ángulos de incidencia y refracción.
- ◆ Demostrar la ley de Snell.

7. Experimentos con lentes.

Objetivos.

Al completar el experimento, el estudiante habrá sido capaz de

- ◆ Ubicar el punto focal de un lente convergente y medir directamente la longitud focal.
- ◆ Ubicar el punto focal de un lente divergente y medir directamente la longitud focal.
- ◆ Diseñar y construir un sistema de lentes que expanda el tamaño de un rayo de luz.
- ◆ Calcular y medir la ampliación de un sistema de lentes que expande rayos.

2.3 El curso *Introducción a la Física*

El curso *Introducción a la Física* que se imparte en la UDG tiene una diferencia con el curso *Física* de la UP. En la UDG, por cuestiones curriculares, no existe un laboratorio para la asignatura, dado que en el mismo primer semestre los estudiantes de nuevo ingreso llevan una asignatura denominada *Introducción a la Metodología Experimental*, en la que se sigue la mística del trabajo de laboratorio discutido en la sección anterior. Por consiguiente, en la UDG el laboratorio no forma parte integral del curso de *Introducción a la Física*, como lo hace el laboratorio en el curso *Física* de la UP. Sin embargo, dado que el curso experimental es paralelo y congruente con el curso teórico, se considera que esta diferencia no afecta esencialmente los resultados de la investigación. Por su parte el curso de la UDG es exactamente el mismo que el curso de la UP. En otras palabras, el programa de la asignatura *Física* descrito en la sección 2.2 se aplica sin variaciones en la UDG bajo el nombre de *Introducción a la Física*.

2.4 El Examen de Diagnóstico

Para detectar y clasificar EC, se desarrolló un examen de diagnóstico que consiste de 29 reactivos de opción múltiple. Esto se llevó al cabo de la siguiente manera. Lo primero que se hizo fue seleccionar, con base en las experiencias previas, conceptos que presentan dificultad para los estudiantes de nuevo ingreso a la universidad (Halloun, and Hestenes, D., 1985; Hart, G.E. and Cottle, P.D., 1993; Hestenes, D. And Wells, M., 1992; Lara Barragán Gómez, 1985; Roeder, J.L., 1998). Estos son: vector, rapidez, velocidad, aceleración, movimiento rectilíneo y curvilíneo, inercia, ímpetu, fuerza, acción y reacción, fricción y resistencia, y gravedad. Con ellos, se diseñó un cuestionario del tipo de preguntas abiertas, en el que se les pedía a los alumnos que contestaran en sus propias palabras lo que entendían por cada uno de los conceptos anteriores y, además, que analizaran algunas situaciones sencillas de aplicación de las tres leyes de Newton y de la ley de Gravitación Universal. Las respuestas obtenidas se clasificaron y agruparon por semejanza en cuatro grupos arbitrarios de EC. En esta etapa no se consideraron grupos de control ni experimentales, ya que en ella solamente se trata de detectar EC y clasificarlos solamente por su frecuencia.

El segundo paso, fue diseñar el examen de diagnóstico de 29 reactivos de opción múltiple, en el que cada reactivo contiene cinco opciones, cuatro de ellas son los EC encontrados con el primer examen de diagnóstico, y la restante es la respuesta correcta. En los casos en que no hubo una cuarta opción de EC, se incluye una respuesta físicamente imposible o contradictoria. De esta manera, cada respuesta dice el tipo de EC que tiene el aplicante.

Tal examen se aplicó a alumnos de primer ingreso durante el semestre Agosto-Diciembre de 2000 al inicio y al final como *pretest* y *postest*, respectivamente, para obtener resultados preliminares con los cuales evaluar el examen y desarrollar la taxonomía adecuada de EC. Con base en estos resultados preliminares se procedió a corregir la redacción de algunos reactivos del examen para utilizarse en la siguiente etapa. En esta etapa tampoco se consideran grupos de control y experimentales, ya que solamente se evalúa el examen.

El instrumento de diagnóstico así diseñado sigue un lineamiento estrictamente conceptual con las siguientes características:

1. Es un examen exclusivamente de diagnóstico y no para medir algún tipo de conocimiento como sería el caso de un examen de acreditación.

2. Por ser un examen de diagnóstico cuya finalidad es, por un lado, detectar errores conceptuales (EC) para posteriormente clasificarlos de acuerdo con la propia taxonomía, labor que no se realiza en este trabajo, ya que se ha hecho muy detalladamente y reportado oportunamente (Lara Barragán Gómez, 2002). Por otro lado, el diseño de las preguntas es tal, que permite evaluar habilidades de pensamiento propias del trabajo científico; por consiguiente, el examen no es susceptible de validación por métodos semejantes al análisis de Rasch (Tristán-López, 1998) que, entre otras cosas, sus resultados hablan del grado de dificultad de cada reactivo con base en el número de respuestas correctas, resultado *a posteriori* que podría ser discutible.

A continuación se toman algunos de los reactivos del examen para ejemplificar la labor de análisis y clasificación de EC. La numeración que aparece aquí es la correspondiente al examen.

2. Suponga que un camión de pasajeros choca de frente contra un automóvil compacto.

Durante el choque:

- a) El camión aplica al auto una fuerza mayor que la que el auto aplica al camión.
- b) El auto aplica al camión una fuerza mayor que la que el camión aplica al auto.
- c) El camión aplica al auto una fuerza igual a la que el auto aplica al camión.
- d) El camión aplica una fuerza sobre el auto y el auto no aplica ninguna fuerza sobre el camión
- e) No hay suficiente información como para poder dar una respuesta adecuada.

Este reactivo representa un problema de comprensión de la tercera ley de Newton. La respuesta correcta es, por supuesto, el inciso (c). El inciso (e) es la situación típica en que la los alumnos comentan cosas como: “depende de la masa del camión” o “depende de si el auto estaba en movimiento o en reposo”, etc., mientras que los incisos restantes representan errores de concepto frecuentes. La habilidad de aplicación del concepto es el objeto de evaluación de este reactivo.

5. Una persona lanza una piedra verticalmente hacia arriba. Sin considerar la resistencia del aire, la(s) fuerza(s) aplicada(s) sobre la piedra durante su movimiento, desde que deja la mano de la persona y hasta que llega al piso es (son):

- a) Su peso, dirigido hacia abajo, junto con una fuerza dirigida hacia arriba que disminuye paulatinamente.
- b) Una fuerza dirigida hacia arriba que disminuye paulatinamente hasta el punto más alto, después del cual se aplica la fuerza gravitacional dirigida hacia abajo, la cual aumenta paulatinamente.
- c) La fuerza gravitacional constante, dirigida hacia abajo, junto con una fuerza dirigida hacia arriba que disminuye paulatinamente hasta el punto más alto, después del cual sólo se aplica la fuerza gravitacional constante hacia abajo.
- d) Solamente la fuerza gravitacional hacia abajo.
- e) Ninguna de las anteriores, la piedra regresa a la tierra simplemente porque todo lo que sube tiene que bajar.

En este reactivo se trata de identificar qué tipo de entendimiento tiene sobre las fuerzas aplicadas a un objeto, y la habilidad para interpretar gráficamente una situación de problema dada. En este caso la piedra, una vez que deja de aplicársele la fuerza impulsora, solamente queda bajo la acción de la gravedad, situación cotidiana experimentada por toda persona. El inciso (c) es un ejemplo típico de razonamiento aristotélico, producto del sentido común, mientras que el inciso (e) es un refrán popular que no da cuenta del uso de conceptos físicos. La respuesta correcta es (d).

15. Un elevador se eleva por medio de un cable de acero sujeto por su parte superior. No considere la fricción. Cuando el elevador va subiendo *con rapidez constante*,

- a) La fuerza del cable sobre el elevador es mayor que la fuerza gravitacional.
- b) La magnitud de la fuerza del cable (hacia arriba), es igual a la de la fuerza gravitacional (hacia abajo).
- c) La fuerza del cable sobre el elevador es menor que la fuerza gravitacional.
- d) El elevador sube porque la longitud del cable se va acortando y no porque aplique una fuerza sobre el elevador.
- e) La fuerza del cable sobre el elevador es mayor que la fuerza hacia abajo debida a la combinación de la gravedad y la presión del aire.

Este reactivo identifica la incidencia de uno de los errores de concepto más frecuentes, el inciso (a). Para los estudiantes que no han comprendido cabalmente la primera ley de Newton, es muy difícil aceptar que un movimiento con rapidez constante implica una

fuerza neta aplicada igual a cero. Su sentido común les indica que la fuerza debe ser mayor al peso, aunque sea “un poquito”, pero mayor, al fin y al cabo. Debe notarse que en el enunciado la afirmación “con rapidez constante” va en itálicas, para resaltar la condición. La habilidad que se evalúa es la habilidad matemática a través del uso de las ecuaciones para el análisis conceptual de la situación. La respuesta correcta es (b).

Con esta última discusión, se ha presentado el EEVA completo. El siguiente paso en el desarrollo del proyecto, ha sido su instrumentación experimental, actividad realizada durante dos periodos semestrales: de agosto a diciembre de 2003 y de febrero a julio de 2004. En el siguiente capítulo se da cuenta de los resultados obtenidos de tal fase experimental.

3. RESULTADOS

3. Resultados

La etapa experimental del proyecto representa el sustento sobre el que se construye la viabilidad de la propuesta. En este sentido, los resultados obtenidos constituyen los pilares que soportan la factibilidad del EEVA. Así, en este capítulo se presentan dichos resultados comenzando con los obtenidos de la aplicación del instrumento de diagnóstico en la forma de pretest y postest. En seguida se analizan los correspondientes a la evaluación del curso, seguidos por comentarios sobre los resultados de la aplicación directa de las valoraciones, y finalmente, lo que se obtuvo de las entrevistas a los profesores sobre sus opiniones acerca del proceso de evaluación.

3.1 Resultados del Pretest y del Postest

En esta sección se analizan los resultados correspondientes al promedio de respuestas correctas. Esto es, aquí se consigna el valor de la media estadística y su desviación estándar para los grupos experimentales y de control, así como los resultados globales de ambos grupos. La naturaleza del examen de diagnóstico no permite un cálculo directo simple de la media en las respuestas correctas, por lo que se ha considerado que la forma más adecuada para realizar este análisis es mediante el uso de la distribución binomial (Walpole, *et. al.*, 1998). Así, la aplicación de las fórmulas se realiza de la siguiente manera:

Para la media se tiene $\mu = np$, mientras que para la desviación estándar se tiene $\sigma = \sqrt{npq}$, donde p es la probabilidad favorable (o éxito), q la probabilidad desfavorable (o fracaso), tal que $q = 1 - p$, y n el número de pruebas repetidas. En este caso, n representa el número total de reactivos del examen, esto es, $n = 29$. La probabilidad p , se calcula dividiendo el número total de respuestas correctas –la que a su vez no es más que la suma de todas las respuestas correctas para un grupo dado- entre el número total de preguntas contestadas por ese grupo, que se calcula multiplicando n por el número de estudiantes.

Por otro lado, dentro de los estudios que se han realizado para evaluar los resultados de exámenes de diagnóstico análogos al que aquí se ha aplicado, existe el llamado factor de Hake (Redish and Steinberg, 1999), el cual representa una medida de la *ganancia posible* (mejora, adelanto). Richard Hake, de la Universidad de Indiana estudió los

resultados de un examen de diagnóstico de características similares a las del examen aquí utilizado, aplicado de la misma manera que en el caso presente, pero a más de 6500 estudiantes de 62 cursos similares al curso *Física* y al curso *Introducción a la Física* (Redish and Steinberg, 1999). Hake encontró que los cursos en los que se utiliza algún método interactivo -basado en un programa educativo reformado con base en lo que se denomina Investigación Educativa en Física o, de sus siglas en inglés, PER (Physics Education Research)- obtuvieron muy altas ganancias posibles en comparación con cursos tradicionales. Encontró también que en diferentes instituciones con diferentes resultados en exámenes de opción múltiple estandarizados (que van desde el 25% al 75%), los cursos de Física con estructuras similares, alcanzan proporciones similares de ganancia posible. Entonces, el factor de Hake es un buen indicador del mérito académico de un método de enseñanza.

Los resultados generales en la Universidad de Indiana muestran que los grupos con enseñanza tradicional tienen un factor de Hake de 0.16 en el postest, mientras que los basados en cursos con métodos de enseñanza basados en PER, muestran factores de Hake que oscilan entre 0.35 y de 0.41, dependiendo de los métodos de enseñanza utilizados. El factor de Hake es:

$$h = \frac{\text{postest}(\%) - \text{pretest}(\%)}{100\% - \text{pretest}(\%)}$$

En este trabajo se ha calculado el factor de Hake para los resultados que se presentan a continuación.

Los resultados para los promedios de respuestas correctas para los grupos experimentales de la Universidad de Guadalajara (grupos A y B) se muestran en la tabla 1 y los correspondientes resultados de los grupos de control en la misma Universidad (grupos C y D), en la tabla 2 siguientes:

Tabla 1. Promedios de respuestas correctas para los grupos experimentales de la UDG			Tabla 2. Promedios de respuestas correctas para los grupos de control de la UDG		
Grupos A y B					
	Media	Desv. Std.		Media	Desv. Std.
Pretest	9.3	2.5	Pretest	8.3	2.4
Postest	17.0	2.7	Postest	11.4	2.6

Puede observarse que en los grupos experimentales hubo un aumento del 82.8% en el promedio de respuestas correctas, mientras que en los grupos de control se observa un aumento del 37%. Aunque para los grupos experimentales es un buen aumento, todavía no alcanza niveles completamente satisfactorios, ya que en términos de acreditación grupal, obtienen una calificación de 58.6, que una escala estándar de 0 a 100, continúa siendo reprobatoria.

La tabla 3 siguiente resume los resultados globales, esto es, considerando el total de estudiantes de los grupos de control y experimentales.

Tabla 3. Resultados globales con los alumnos de grupos experimentales y grupos de control		
	Media	Desv. Std.
Pretest	8.81	2.48
Postest	14.91	2.60

Los factores de Hake son:

Grupos experimentales: 0.39

Grupos de control: 0.14

Global: 0.30

En el caso de los grupos experimentales de la Universidad Panamericana los resultados son los siguientes:

Tabla 4. Promedios de respuestas correctas para los grupos experimentales de la UP		
	Media	Desv. Std.
Pretest	9.1	2.2
Postest	17.9	2.4

De donde el valor del factor de Hake para la Universidad Panamericana es 0.44. Puede apreciarse que los valores del factor de Hake son similares a los que él mismo reporta, a excepción del valor obtenido en los grupos de la Universidad Panamericana, para los que el factor de Hake es superior al reportado en la literatura.

Como se observa, los resultados del factor de Hake son diferentes para ambas universidades; la UP supera en cinco centésimas a la UDG, por lo que puede afirmarse que el EEVA fue más efectivo en la UP que en la UDG. Esto puede explicarse en términos de los contextos institucionales. Un factor que se piensa cobra aquí un valor importante, es que en la UDG la gran mayoría de los estudiantes trabaja más de ocho horas semanales de manera estable y comprometida, lo que no les permite tener el tiempo adecuado para estudio fuera del aula. Eso se ve reflejado también de lo observado. Por ejemplo, la entrega de tareas en la UP es del 100%, mientras que en la UDG, varía desde un 25% hasta un 80%, y nunca se dio el caso del 100% de entrega.

Se observó, asimismo, que las actitudes ante el estudio marcan también una diferencia sustancial. El alumno promedio de la UP tiende a perseverar más que el alumno promedio de la UDG; esto es, el alumno de la UDG tiende a darse por vencido más fácilmente y a buscar opciones que le faciliten el trabajo académico, como son cambiarse de grupo, o darse de baja en espera de una mejor oportunidad. En la UP, los alumnos buscan voluntaria y espontáneamente asesorías académicas, mientras que en la UDG, a pesar de que existen días y horas (con flexibilidad) señalados para asesorías, los alumnos no acuden, sino hasta la semana anterior a la fecha del examen departamental.

Otro resultado de la observación, se relaciona con el método didáctico propiamente. Tanto la DC como la DV, son sistemas activos que requieren de participación por parte del estudiante. Ha sido evidente que el alumno UDG es más pasivo que el alumno UP, por lo que lograr su participación se convierte en una tarea desafiante para el profesor.

Finalmente, se observa que el alumno UDG tiene menores habilidades matemáticas que el alumno UP; esto es, la manipulación algebraica la realizan con más soltura los estudiantes UP que los estudiantes UDG.

Todas estas observaciones no quieren decir, de ningún modo, que los estudiantes UP son mejores que los estudiantes UDG. Simplemente expresan diferencias que, de acuerdo con el factor de Hake, influyen hasta cierto punto.

3.2 Evaluación del Curso

La opinión de los estudiantes sobre el curso proporciona un indicador cualitativo de su efectividad. Éstas, junto con las inferencias de la autoobservación, permiten evaluar aspectos del curso no contenidos en la ganancia posible del método que se está experimentando. En esta sección se presenta, en primer lugar, los resultados de las

encuestas aplicadas a los estudiantes con relación al curso, al inicio del semestre y al final de tal periodo y, enseguida se presentan inferencias obtenidas a partir de los registros de clase.

3.2.1 Encuesta inicial

La encuesta inicial tiene como propósito identificar algunas actitudes y apreciaciones de los estudiantes respecto a la materia de Física, antes de tomar el curso. Los resultados se presentan a continuación, separando los porcentajes por universidad.

3.2.1.1 ¿Has escuchado en más de una ocasión durante tus estudios anteriores que las matemáticas y la Física son materias difíciles, áridas, sin aplicación práctica, o algún otro calificativo semejante?

	UP	UDG
Sí:	59%	90%
No:	41%	10%

3.2.1.2 ¿Has escuchado la anécdota de que Einstein alguna vez reprobó matemáticas?

	UP	UDG
Sí:	72%	97%
No:	28%	3%

3.2.1.3 Los cursos de Física que tuviste en secundaria y preparatoria, ¿consistieron esencialmente en que el profesor te daba una definición con su respectiva fórmula y luego resolvían varios problemas, pasaban a las siguientes definición y fórmula de la misma manera y así sucesivamente?

	UP	UDG
Sí:	74%	100%
No:	26%	--

3.2.1.4 Durante la preparatoria, ¿tuviste sesiones de laboratorio regularmente?

	UP	UDG
Sí:	56%	64%
No:	44%	36%

3.2.1.5 En el salón de clases, ¿el profesor realizaba en ocasiones algún experimento sencillo para demostrar alguna definición o concepto?

	UP	UDG
Sí:	56%	64%
No:	44%	36%

Las respuestas a las dos primeras preguntas tienen que ver con la disposición y prejuicios con los que llegan a la universidad. Puede apreciarse que en la UDG existe mayor prejuicio ante la Física y las matemáticas, lo que en la pregunta 2 es muy marcado. Por supuesto que la famosa anécdota de Einstein reprobado en matemáticas es falsa. Con respecto a la pregunta 3, se puede afirmar que, en general los estudiantes han desarrollado una idea errónea sobre qué es Física. Esto se ve reforzado por la observación de que, en la primera sesión de clase, se les pregunta por el significado etimológico de la palabra *Física*. Es notable que conocen la etimología de palabras como Biología, Geografía y Filosofía, pero ignoran la etimología de Física (del griego, relativo a la naturaleza). Con respecto a la experimentación no existe una diferencia tan marcada entre ambas universidades.

Finalmente, de los registros del diario de campo, pudo constatar, a través de preguntas directas sobre cómo se llegan a conocer valores aceptados comúnmente como por ejemplo, el valor de la aceleración gravitacional ($g = 9.81 \frac{m}{s^2}$) y cómo se han llegado a inducir leyes como por ejemplo, la Ley de Gravitación Universal, los estudiantes no reconocen a la Física como una ciencia experimental en esencia y por esencia. En ninguna de las dos universidades, ningún alumno tenía idea de los físicos realizan experimentos para medir cosas y/o comprobar hipótesis. Su idea de experimentos se reduce a una demostración de lo ya establecido. Los resultados de las pregunta 3, deja una profunda huella en las mentes de los estudiantes.

3.2.2 Encuesta final

La encuesta final muestra el cambio de actitudes de los estudiantes con respecto al curso en particular, y permite vislumbrar tal cambio con respecto a la Física, en general. A continuación se presentan los resultados.

3.2.2.1 Al inicio del curso, el 59% de ustedes declaró que la Física se considera como una materia difícil, aburrida, árida, etc. ¿El curso cambió tu forma de ver la Física respecto a ello?

	UP	UDG
Sí:	93%	97%
No:	7%	3%

3.2.2.2 El método de enseñanza te pareció (puedes marcar más de una opción):

	UP	UDG
a) aburrido	0%	0%
b) novedoso	67%	73%
c) exigente	77%	87%
d) indiferente	2%	6%
e) otro	17%	13%

3.2.2.3 La cantidad de tareas, trabajos y exámenes te pareció:

	UP	UDG
a) exagerada	9%	24%
b) adecuada	86 %	69%
c) poca	5%	7%
d) indiferente	0%	0%

3.2.2.4 La forma de calificar te pareció:

	UP	UDG
a) injusta	16%	8%
b) justa	79%	89%
c) Indiferente	5%	3%

3.2.2.5 ¿Podrías afirmar que este curso te ha servido para aprender a estudiar, pensar o razonar?

	UP	UDG
a) Sí	91%	92%
b) No	9%	8%
c) Indiferente	0%	0%

La encuesta finalizaba con dos preguntas de tipo abierto. En la primera se les pedía que mencionaran lo que más y lo que menos les había gustado del curso. La mayoría contestó que lo que más les gustó fueron las demostraciones en clase y el hecho de ir al parque de diversiones a poner en práctica sus conocimientos. Para los estudiantes de la UP, lo que menos le gustó al 91% de ellos, fue la exigencia en la puntualidad. Esto tuvo su origen en el hecho de que la clase se impartía a las 7:00 AM, con una tolerancia de aproximadamente 2 a 3 minutos, lapso durante el que se pasa lista. Esta situación de exigencia en la puntualidad tiene que ver con el desarrollo de valores, ya que se considera que la puntualidad es un valor que trae consigo un sentido de responsabilidad y respeto por el tiempo de los demás (aprender a convivir). La puntualidad también se exige en la entrega de tareas, trabajos y reportes. En ningún caso, salvo aquellos debidamente justificados por causas verdaderamente fuera de control, se aceptaron fuera del día y horario establecido previamente y por consenso. El sentido de reciprocidad consistió en que toda tarea se les regresó puntualmente, debidamente calificada y/o comentada, de manera que el círculo de retroalimentación se cerrara adecuadamente.

La segunda pregunta les pedía mencionar sugerencias para mejorar el curso, o para nuevas actividades a incorporarse. En general nada nuevo se sugirió en cuanto a actividades académicas. Lo que la gran mayoría (más del 60% de los estudiantes de la UP) pidió, fue tolerancia respecto a la puntualidad.

3.2.3 Observaciones respecto a las valoraciones

Los registros de clase y la autoobservación, han dado lugar a una serie de indicaciones sobre el esquema de valoración. Lo que se presenta a continuación es producto del proceso cualitativo de la metodología de investigación, resultados que concuerdan con muchas de las observaciones encontradas en la literatura (Cfr. Walvoord and Anderson, 1998: 105 ss.)

La valoración del aprendizaje comienza con valores educativos. La valoración no es un fin en sí misma sino un vehículo para mejorar la práctica educativa; entonces, su propia práctica comienza al establecer la clase de aprendizajes que más interesa que adquieran los estudiantes, esto es, establecer cuáles son los valores educativos. Estos valores educativos, además de dirigir el proceso de valoración, dirigen también la manera de hacerlo. Si no se toma en consideración la misión de la educación y sus valores, se corre el riesgo de que el proceso de valoración se vaya hacia una simple medición de lo fácil, en lugar de dirigirse hacia lo que realmente importa.

La valoración es más efectiva cuando refleja una comprensión del aprendizaje como un proceso multidimensional e integrado, que revela el desempeño a lo largo de un ciclo escolar. Es innegable que aprender es un proceso complejo; entre otras cosas, el aprendizaje es el vínculo entre el conocimiento adquirido por el estudiante y lo que puede hacer con tal conocimiento. Así, el aprendizaje involucra, además de conocimientos, una serie de habilidades, actitudes y hábitos de pensamiento que afectan los buenos resultados académicos y el desempeño más allá del aula. El esquema de valoración ha de reflejar el entendimiento de lo aprendido, y una manera de mostrarlo es por medio de un sistema integrado de métodos e instrumentos, diseñados de tal manera que, al usarse durante todo un ciclo escolar, revelen cambios, crecimiento y madurez. Tal enfoque pretende proporcionar una imagen del aprendizaje más completa y precisa con la cual mejorar las experiencias educativas de los estudiantes.

La valoración se aprovecha mejor cuando el programa que pretende mejorar tiene sus propósitos establecidos clara y explícitamente. Es importante reiterar que la valoración es un proceso orientado hacia la consecución de metas. Comprende la comparación entre el desempeño educativo y los propósitos y expectativas. Si un programa no tiene sus propósitos bien definidos, el esquema de valoración no podrá dirigir el programa hacia su mejoramiento, ya que propósitos, metas y objetivos son los cimientos sobre los que se construye el proceso de valoración.

La valoración da la misma importancia a los resultados que a los procedimientos. En el esquema, los resultados son de gran importancia y, para mejorarlos, es necesario conocer los procesos y procedimientos que utilizan los estudiantes para llegar a ellos. El esquema de valoración se diseña para conocer tales

procesos y procedimientos. Las valoraciones ayudan a entender lo que los estudiantes aprenden bajo qué condiciones, con lo que es posible obtener pistas para mejorar todo el proceso de aprendizaje.

La valoración funciona mejor cuando se realiza de continuo. El proceso de valoración tiene un poder acumulativo, por lo que involucra una serie de actividades eslabonadas y ejecutadas durante el ciclo escolar. De esta manera es posible monitorear el proceso de aprendizaje para dirigirlo hacia la consecución de las metas establecidas en un espíritu de mejoría. Además, a lo largo del camino, las mismas valoraciones pueden evaluarse y refinarse a la luz de los resultados obtenidos.

La valoración hace la diferencia cuando comienza con asuntos de utilidad y de interés. La valoración reconoce el valor de la información en el proceso de mejoría. Pero para que ésta sea útil, debe estar vinculada con asuntos o preguntas de interés. Esto significa que el proceso de valoración ha de generar información creíble, sugerente y aplicable para los grupos académicos y/o administrativos involucrados en la toma de decisiones, lo cual quiere decir que hay que pensar por anticipado sobre qué información va a ser empleada y por quién. El espíritu de la valoración no es coleccionar datos y proporcionar resultados, sino que es un proceso que comienza con las preguntas que se hacen quienes toman decisiones –profesores, directivos-, los involucra en el acopio de datos, e informa y guía el proceso continuo de mejoría.

Es más probable que la valoración conduzca a mejorar los procesos educativos cuando es parte de un conjunto de condiciones establecidas para promover cambios. La valoración por sí sola no puede lograr grandes cambios. Su mayor y verdadera contribución podrá reconocerse cuando se aprecie y valore la calidad de la enseñanza y el aprendizaje, así como donde se apoye la investigación educativa tanto como la investigación científica y tecnológica. Cuando las instituciones de educación superior le den el justo valor a la promoción de la calidad educativa dentro de la planeación, presupuesto y toma de decisiones, la valoración de los aprendizajes cumplirá con su cometido de mejorar continuamente los procesos de aprendizaje de los estudiantes.

Por medio de la valoración, los formadores aceptan su responsabilidad para con los estudiantes y para con la sociedad. Los profesores, formadores por el uso de la

valoración, han adquirido responsabilidades importantes para con la sociedad, las cuales se manifiestan por el deber de informar sobre los avances de los estudiantes en su camino educativo. Pero esa responsabilidad va más allá del mero reporte; la responsabilidad suprema es mejorar: mejorar como profesores-formadores, como personas y como profesionistas. Es una responsabilidad para con el profesor consigo mismo, para con sus estudiantes y para con la sociedad.

**4. PROPUESTA DE UN ESQUEMA EDUCATIVO BASADO EN LA
VALORACIÓN DE LOS APRENDIZAJES**

4. Propuesta de un esquema educativo basado en la Valoración de los Aprendizajes

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede concluir que el EEVA es adecuado para lograr aprendizajes significativos en Física. Con base en ellos, en esta parte final se presenta el producto final de la investigación realizada, la propuesta de enseñanza aprendizaje como un modelo didáctico adecuado para desarrollar habilidades básicas de corte científico y propiciar aprendizajes disciplinares. La propuesta final, acabada y revisada, está constituida por tres aspectos: la selección del momento de aplicación de las valoraciones, el EEVA mismo –del que ya no se abundará puesto que ha sido expuesto detalladamente en secciones anteriores–, y una serie de recomendaciones para seguir durante el desarrollo del curso. A continuación se presentan esos dos aspectos de la propuesta.

4.1 Selección del momento de aplicación de las valoraciones

Dadas las características de las valoraciones, presentadas en la sección 1.5.3, los momentos de su aplicación son: a) antes de presentar el tema relacionado con la valoración particular para que el instrumento se utilice como una introducción al tema y b) como tareas al terminar el tema en cuestión. La elección del momento tiene sus notas precautorias. Como en todo experimento relacionado con personas, cada caso es diferente, en el sentido de que no es posible generalizar de manera contundente los resultados y las recomendaciones. Sobre todo, en educación, no existe la receta infalible para lograr que todos los estudiantes aprendan significativamente, por lo que la elección del momento de aplicación de las valoraciones depende de las características de cada grupo en particular. Se ha visto que el segundo momento, al terminar el tema en cuestión, es el mejor para verificar el proceso de aprendizaje y llevar un mejor control sobre las acciones a tomar para mejorar o corregir el proceso de aprendizaje.

4.2 Recomendaciones

Las recomendaciones que forman parte de la propuesta han sido obtenidas de dos fuentes: los registros de clases –la autoobservación– y la literatura, dado que en cada uno de los documentos revisados que se enlistan en las referencias es posible encontrar, al menos, una recomendación u observación pertinente. A continuación se presentan tales recomendaciones.

4.2.1 Acerca de la motivación.

Una labor esencial de los profesores es facilitar el aprendizaje. Partiendo del hecho de que no es posible que éste se logre por sí mismo, es menester desarrollar la habilidad de construir una estructura motivacional que funcione como base y fundamento para el aprendizaje. La esencia de tal estructura es lograr que el estudiante se involucre con el proceso de aprendizaje, esto es, lograr que se interese por los contenidos y los conocimientos de tal manera, que se comprometa libremente con su proceso de aprendizaje. Tal compromiso consiste en dedicar una cierta cantidad de energía física y psicológica a la experiencia académica. Esto último implica, a su vez, que los estudiantes practiquen las habilidades que se desea que aprendan y que usen los conocimientos que se desea que apliquen; en otras palabras, los estudiantes deben disertar, debatir, escribir, realizar experimentos, resolver problemas, etc., de manera metódica y constante. Para ello, se piensa que la motivación es la clave para que los estudiantes se involucren con el proceso de aprender de la forma descrita.

Con respecto a los contenidos del curso, se ha encontrado que existen tres características que motivan a los estudiantes: a) contenidos nuevos y “divertidos” o “especialmente interesantes”; b) la conexión entre el contenido que se trata en clase y situaciones cotidianas fuera del aula, y c) la posibilidad de discutir el contenido visto en clase con amigos (no compañeros de clase) y/o familiares.

Contenidos nuevos no significa necesariamente temas que no hayan visto con anterioridad, sino que también se refiere a la manera de presentarlos. Por ejemplo, las tres leyes de Newton son tema obligatorio y estándar de todos los programas en todos los sistemas de secundaria y bachillerato, así como de los cursos introductorios de licenciatura. El reto para el profesor es, entonces, darle a este tema las tres características mencionadas anteriormente y, por otro lado, observar acciones simples tales como llegar cinco minutos antes a clase y platicar informalmente con los alumnos, mantener contacto visual todo el tiempo, invitarlos a participar activamente, escuchar sus

preguntas y opiniones, etc. Como Palmer (1987: 24) afirma, “conocer y aprender son actos comunitarios. Requieren muchos ojos y oídos, muchas observaciones y experiencias. Requieren un ciclo continuo de discusión, desacuerdos y consensos sobre lo que se ha visto y sobre lo que todo ello significa”.

De acuerdo con la discusión anterior, es posible hacer dos sugerencias para motivar a los estudiantes: la primera es enseñar, no para el examen o para que “pasen” en cualquier tipo de instrumento, sino para los *criterios* con los que serán evaluados y la segunda, es replantearse el uso del tiempo de la clase. A continuación se discuten más ampliamente.

En las entrevistas realizadas a miembros del personal docente de la UDG., se encontraron algunos comentarios como: “yo no les enseñé lo que viene en el examen”; sin embargo, cuando el examen es el mecanismo principal o fundamental para la acreditación del curso*, entonces sí se deberían enseñar los temas y formas del examen. Por otro lado, el otro extremo se encuentra en exámenes y otros instrumentos diseñados de manera que los reactivos o instrucciones implican habilidades y contenidos que no se han enseñado. Por ejemplo, uno de los mecanismos de evaluación de la asignatura *Introducción a la Física*, es la redacción de al menos un ensayo durante el curso. No obstante, se ha observado que en algunos de los grupos de estudiantes a los que se les exige tal instrumento, no se les enseñó en que consiste un ensayo ni la manera en que se redacta. El problema es que también ha sido posible constatar que el mismo profesor no sabe cómo redactar un ensayo.

Las habilidades que demanda la redacción de ensayos son, esencialmente, la habilidad de investigar y la habilidad de sintetizar. El caso que se analiza en este trabajo, trata, fundamentalmente, sobre ensayos de fin de semestre o de fin de unidad temática. Un mecanismo para el proceso de valoración con el fin de conocer la situación de los estudiantes con respecto a la redacción de este tipo de documentos es la guía siguiente:

1. Escribir al menos un párrafo (no menos de tres renglones) para contestar cada una de las siguientes preguntas: ¿qué es un ensayo de fin de ciclo (unidad temática o semestre)? ¿has escrito ensayos de este tipo durante tus estudios de preparatoria?
2. Plantea cinco preguntas sobre el tema que vas a tratar en tu ensayo, señalando una o dos que consideres más interesantes para fundamentar tu ensayo. Una

* En el departamento de Física del CUCEI, los exámenes departamentales son de este tipo.

característica esencial de un ensayo es que debe dirigirse a responder una pregunta específica, y no solamente a recopilar datos y hechos sobre un tema.

3. Platica con alguna persona que sepa más que tú sobre la pregunta que dirige tu trabajo y toma notas sobre lo que te pueda orientar. Estas notas pueden utilizarse para la redacción de tu ensayo.

La última actividad propicia que los estudiantes adquieran confianza sobre información que no se encuentra impresa o en la Internet, y los ayuda a sintetizar más que a parafrasear.

Por otro lado, habilidades que han de propiciarse para ser valoradas y calificadas en relación con la actividad de redactar ensayos son:

1. Leer cuidadosamente. Los estudiantes han de reportar de manera precisa sobre lo que han investigado y leído. Por ejemplo, han de tener claro que los descubrimientos realizados por Newton no pudieron influenciar a Kepler.
2. Darse cuenta de que lo que se encuentra publicado tiene autores. Esto incluye poner atención sobre quienes son el o los autores cuyas obras están leyendo, y entender sus tendencias. Por ejemplo, sobre el tema de exobiología, no es lo mismo un texto publicado por expertos de la NASA que por Jaime Maussan.
3. Usar fuentes escritas como evidencia. Los hechos se convierten en evidencia cuando se citan con relación a una tesis. Esto es, se pueden utilizar resultados de otros autores como evidencia para sustentar adecuadamente una discusión.
4. Proponer y defender una tesis. Para esto el uso de ejemplos específicos es esencial, así como lo mencionado en el punto anterior.

En cuanto al replanteamiento del uso del tiempo de clase se tiene lo siguiente. En la clase tradicional de física el profesor consume una cantidad considerable de tiempo en exponer el material. Después, se espera que los estudiantes realicen actividades de aplicación, análisis y síntesis del material, por ejemplo, resolviendo problemas. Así, el resto del tiempo de clase se utiliza para que los estudiantes se dediquen a tal actividad o para aplicar exámenes de cualquier tipo. Luego, el profesor pasa largas horas revisando y calificando los exámenes y las tareas sin proporcionar interacción personal. La propuesta del replanteamiento del tiempo de clase que se maneja tiene como principal ingrediente que, en algunas ocasiones, fuera del tiempo de clase, el estudiante se responsabilice por el material a exponerse; es decir, la fase de exposición del material la ejecuta el alumno *previamente a la clase*. De esta manera, durante el tiempo de clase, el profesor puede

trabajar con la fase de actividades en la que el principal ingrediente sea la interacción alumno-alumno y alumno-maestro de manera que se proporcione una retroalimentación constructiva a su tarea de preparación. Con ello, el profesor no necesitará dedicarle tanto tiempo fuera de clase a calificar y escribir comentarios a las tareas y los exámenes.

Para utilizar este esquema de enseñanza se sugiere lo siguiente. Antes de la clase se les proporcionan hojas de guías de manera que los estudiantes resuelvan uno o varios problemas ilustrativos al tiempo que leen o siguen el libro de texto. Los problemas son situaciones cuyo análisis se sigue paso a paso por medio de preguntas y actividades (Anexo 2) que han de ejecutarse en equipos de dos o tres estudiantes. El día de la clase correspondiente, los estudiantes entregan sus hojas contestadas y, nuevamente, los mismos equipos, resuelven problemas durante la clase. Al finalizar la actividad, esto es, cuando los equipos terminan de resolver los problemas, uno de ellos expone el procedimiento y resultado al resto de sus compañeros.

De esta manera de proceder se extraen tres resultados positivos. El primero es que los estudiantes se enseñan unos a otros, lo cual redundará en autoconfianza e integración grupal. El segundo es que se propicia la interacción personalizada, ya que si durante la actividad grupal un equipo se confunde o se atora, levantan la mano para que el profesor acuda en su ayuda. Es de enfatizarse que el profesor, en este caso, no les resuelve el problema, sino que les proporciona pistas para que puedan salir de su atolladero. Tercero, cuando se realiza la exposición del procedimiento, el profesor retroalimenta, corrige vocabulario, aclara y profundiza conceptos y da más ejemplos de aplicación.

4.2.2 Acerca de la retroalimentación

En el proceso de valoración de los aprendizajes la retroalimentación es un elemento esencial, para el que las calificaciones representan la oportunidad de entablar comunicación directa con los estudiantes con el fin de retroalimentar su proceso de aprendizaje. La comunicación a la que se alude incluye el análisis de los temarios, la explicación del proceso de calificación, de los criterios y estándares, las discusiones en clase sobre las calificaciones y, en su caso, las entrevistas personales, con todos los matices apropiados de tono y actitud.

Cuando el profesor se encuentra ante el instrumento de valoración, es fácil caer en la tentación de que la relación primordial es con el producto (el instrumento) y, particularmente, con los errores en el producto. A veces se puede llegar a creer que la

responsabilidad principal es no dejar pasar errores y con ello, la trampa más común en la que se cae es justificar la calificación. Al hacer esto, se tiene que describir por qué el producto “está mal”, de manera que el mensaje enviado al estudiante es, en general, “este es el por qué la tarea (examen, trabajo, reporte, etc.) no alcanza una calificación alta, así que, por favor, no venga a preguntar por qué no se le puso 90 o 100.” Sin embargo, si se tiene en mente el propósito de la enseñanza derivado de la mística de la valoración del aprendizaje, la atención en el momento de calificar se centra en lo que el alumno ha logrado y en lo que todavía puede lograr.

En el proceso de valoración del aprendizaje, la relación primordial es con el estudiante. La retroalimentación, uno de los fundamentos de la valoración, implica que la calificación es una forma de comunicación y debe comunicársele a una persona que, a su vez, puede usarla para aprender. Así, al encontrarse frente al instrumento de valoración es importante preguntarse “¿qué necesita este alumno de mí en este momento?”.

La parte de comunicar las calificaciones en el proceso de retroalimentación, requiere de técnica y arte para que sea útil en la creación de un nivel de confianza y motivación en los alumnos; por consiguiente, a continuación se presenta una serie de sugerencias para una comunicación efectiva de calificaciones.

Los alumnos quieren aprender

La primera sugerencia es partir del supuesto de que, a pesar de lo expuesto en el planteamiento del problema con respecto a las características negativas de los estudiantes de nuevo ingreso (p. 4), *los alumnos quieren aprender*. En muchas ocasiones, se escucha en charlas de pasillo y en las salas de maestros, que los alumnos no muestran deseos de aprender, que son completamente apáticos y que no estudian como debieran. Sin embargo, es de tomarse en consideración –sin que sea una verdad absoluta– que como todas las personas, los estudiantes tienen muchas clases de motivación. Es posible llegar a tocarlos en sus fibras más sensibles para darse cuenta de que, como muchos profesores, los estudiantes encuentran una motivación en la curiosidad, en lo que para ellos es interesante, y también muestran deseos de educarse, de entender temas de cierta complejidad y de realizar tareas de cierto grado de dificultad. Por consiguiente, lo primero, la base de toda retroalimentación, es evitar asumir que los estudiantes son “litigantes de calificaciones”, cuya única motivación es “pasar” el curso apelando a la discusión y al cansancio para lograr que le suban esas cinco décimas que necesita para aprobar. Hay que escucharlos con atención, recurrir a motivaciones de

orden superior, y respetarlos como personas que desean aprender. La actitud de escucha y respeto es el fundamento de todo el proceso de comunicación.

Establecer expectativas y ayudar a alcanzarlas

La experiencia lograda en este trabajo lleva a concluir, en pleno acuerdo con Kurfiss (1998) que las calificaciones generan una motivación importante para el aprendizaje si, dentro de la planeación del curso, se ha establecido claramente lo que se espera de los estudiantes y se les ayuda a que logren tales expectativas. Esto significa que, como se ha reiterado, el curso ha de planearse e instrumentarse adecuadamente, centrado en tareas en las que los objetivos y metas están lo suficientemente claras y son una ayuda para alcanzar los objetivos. Asimismo, ha de cuidarse que los instrumentos de valoración respondan a los criterios y estándares de calificación que se han dado a conocer de antemano. Ha de recordarse que la enseñanza es interactiva y que la retroalimentación se realiza continuamente.

Mostrar cómo el curso ayuda a aprender

Una de las fallas más comunes encontradas es que, a pesar de haberse planeado el curso adecuadamente, no se comunica la lógica del plan a los estudiantes. Una forma de remediar la falla es entregarles por escrito lo que se espera que aprendan. La discusión sobre ello incluye mostrar cómo los instrumentos de valoración les ayudarán a aprender y a demostrar que aprendieron. Puede ser de gran utilidad utilizar frases como “para ayudarlos a aprender...”.

Preguntar, reforzar y recordar los objetivos y metas del curso

Las metas y objetivos se olvidan fácilmente si solamente se les mencionan al inicio del curso, o se les proporcionan igualmente al comenzar el semestre junto con el temario. Por consiguiente, una práctica útil para recordarles lo que se espera de los estudiantes es recordárselos continuamente a lo largo del curso. Actividades que pueden ayudar a esto son:

- ❖ Revisar en clase, periódicamente (cada semana o cada dos semanas), la estructura básica del curso con preguntas como “¿qué es lo que hemos visto hasta este momento?”, “¿por qué estamos haciendo esta tarea (o actividad)?”

- ❖ Cada periodo de evaluación (cada mes o a la mitad del semestre), preguntar cómo van en el proceso de alcanzar sus propias metas y los objetivos generales del curso.
- ❖ Para algunas (o todas) las tareas a realizar, preguntarles “¿Por qué (o para qué) estamos haciendo esta tarea?”.

4.2.3 El rol de las calificaciones

Las funciones de las calificaciones en los instrumentos de valoración juegan papeles centrales en los procesos de aprendizaje y motivación. Lo que los estudiantes esperan de ellas tienen que ver con que

- ❖ Reflejen un reconocimiento a su esfuerzo. Es común escuchar que los estudiantes, ante una calificación no satisfactoria, esgriman argumentos como “me pasé toda una semana realizando la tarea, merezco una mejor calificación”.
- ❖ Sean un medio para su promoción.
- ❖ En algunos casos son un artículo por el que han realizado un pago.

No es aconsejable ignorar estos papeles que los estudiantes asignan a las calificaciones, sobre todo el segundo, ya que su experiencia les dice que ellas funcionan de esa manera. La comunicación entre estudiantes y profesor sobre los roles de las calificaciones es fundamental. Así, es importante poner por escrito en el programa, en el temario y en los instrumentos de valoración el papel que juegan las calificaciones (si es el caso) y, para considerar el primer aspecto, cómo se integra el esfuerzo y el progreso al proceso de calificación.

4.2.4 Justicia

Un problema que puede resultar bastante serio es el asunto de justicia. Es necesario conocer lo que los alumnos entienden por justicia y llegar a un consenso sobre lo que es justo para todos (incluyendo al profesor). Por ejemplo, cuando se han establecido normas sobre puntualidad en la entrega de trabajos escritos y un alumno llega tarde, lo justo sería no recibir el trabajo (si esa fue la norma). Es frecuente que su primer argumento es que “no es justo que por llegar 10 minutos tarde ya no me acepte el trabajo”. Hacerle entender que recibirlo sería injusto para sus compañeros puntuales y para el profesor, es un asunto

con alto grado de dificultad. Por ello, es necesario que el concepto de justicia se discuta en algún momento al inicio del semestre y se haga ver cómo influye en el proceso de calificación y, en consecuencia, en su proceso de aprendizaje. En este caso, ya no se trata solamente de aprender contenidos disciplinares sino, como se señala en los pilares de la educación, se trata de aprender a convivir y de aprender a ser (Delors, 1998).

Este asunto de justicia puede dirigirse adecuadamente si se explica claramente lo que significan las calificaciones. Aquí es donde surge la importancia de criterios y estándares de valoración y calificación que se analizan en la siguiente sugerencia. La explicación y discusión sobre tales criterios y estándares ayuda a la motivación, a aclararles las expectativas, a correlacionar sus calificaciones con la demostración de lo que han aprendido, y a que valoren que se les ha calificado con justicia; esto es, que se les ha calificado de forma consistente con los criterios conocidos de antemano, los cuales son, además, iguales para todos.

4.2.5 Criterios y estándares de valoración y calificación

El hecho de establecer criterios y estándares de valoración y calificación adecuados es uno de los fundamentos esenciales del proceso de retroalimentación para el aprendizaje, ya que:

1. Permite que el todo el proceso enseñanza-aprendizaje sea consistente y justo.
2. Ayuda a explicarles a los estudiantes lo que se espera de ellos.
3. Identifica las relaciones entre información y procesos.
4. Ayuda a que los estudiantes participen en su propio aprendizaje, porque saben lo que se espera de ellos.
5. Ayuda a no explicar, cada vez que se les entregan calificaciones, los criterios y estándares para justificar tales calificaciones que, en muchas ocasiones, algunos estudiantes impugnan (como ellos dicen, litigarlas).
6. En trabajo colegiado, forman la base para la evaluación departamental o institucional.

La valoración del aprendizaje implica que los criterios y estándares de calificación han de establecerse de manera explícita en cada uno de los instrumentos de valoración, de manera que las calificaciones se refieran, estrictamente, a cada uno de los criterios y estándares establecidos. Entonces, al hablar de establecer criterios y estándares se hace

referencia al proceso de tres etapas. En primer lugar, se identifican los factores, características o cualidades que deben poseer todas y cada una de las actividades de valoración. En un segundo momento, se determina una escala para asignar puntos a cada factor, característica o cualidad y, finalmente, en la tercera etapa, se califica el desempeño del estudiante de acuerdo con los criterios establecidos. Por ejemplo, en un reporte de visita al parque de diversiones, se establecen los siguientes factores y características:

1. Portada y presentación del trabajo (folder o engargolado).
2. Tipo de letra y formato.
3. Introducción: situar al lector en el contexto y propósitos del trabajo.
4. Información teórica. Aspectos teóricos (conceptos y ecuaciones) a utilizarse en el desarrollo del análisis matemático.
5. Observaciones (sistematización de mediciones; esquemas, figuras, fotografías).
6. Cálculos.
7. Inferencias. Conclusiones e implicaciones. En este punto, particularmente, se hace especial énfasis en evitar conclusiones del tipo: "aprendimos mucho", "fue muy interesante", "pudimos aplicar lo visto en clase" o "nos divertimos y entendimos que la física es divertida", tan frecuentes en reportes de laboratorio.

El procedimiento es el mismo en cada actividad de valoración, pero cada una de ellas tendrá sus propios criterios y estándares.

La construcción de la escala de puntos implica otro proceso con los siguientes pasos:

1. Se elige o desarrolla un instrumento de valoración y se establecen de manera explícita y clara los objetivos.
2. Se establecen los criterios y estándares de evaluación.
3. Para cada factor, característica o cualidad se construye una escala que indique niveles en que se alcanza el objetivo particular en ese factor. Los niveles se manejan de acuerdo con el instrumento y/o el (o los) objetivo (s), ya sea del 1 al 5, o del 1 al 3. Por ejemplo, en el caso anterior, una introducción en el nivel 5 presenta con claridad y redacción razonable, una justificación del trabajo, los objetivos, las metas y la organización del trabajo, así como la metodología seguida. En cambio una introducción de nivel 1, se limita a exponer brevemente de que se trata el trabajo presentado.

En el tercer momento, se asignan los puntos para cada nivel de la escala establecida y se califica, ya sea como una suma o como un promedio, de acuerdo con el tipo de instrumento y sus objetivos. A continuación se presenta un ejemplo del proceso anterior.

Factor: Observaciones

Objetivos:

1. El alumno manejará correctamente los instrumentos de medición adecuados a cada situación particular.
2. El alumno registrará apropiadamente los datos.
3. El alumno presentará esquemas, figuras o fotografías claros, en tinta y adecuadamente identificados (rótulos, títulos, etc.).

Nivel	Aspectos a valorar
3	Instrumento de medición <i>adecuado</i> ; uso <i>correcto</i> del instrumento de medición; datos <i>registrados apropiadamente</i> , fáciles de entender. Esquemas o figuras realizados adecuadamente, identificados, a tinta. Fotografías nítidas y explícitas.
2	Falta uno de los aspectos anteriores.
1	No se especifica cómo se obtuvieron los datos, o las mediciones no están presentadas de manera apropiada, ni se entienden a primera vista. Las figuras o esquemas no están realizados a tinta o con regla, ni se encuentran rotulados o identificados adecuadamente.

Aquí es importante hacer hincapié en lo que significan los términos “adecuado”, “correcto” y “apropiadamente”. En este ejemplo, como se trata del reporte de visita a un parque de diversiones, en donde deben realizar series de mediciones de diferentes clases, cada término se aplica de diferentes maneras. Sin embargo, para medir lapsos, el instrumento generalmente *adecuado* es un cronómetro. El uso *correcto* de este instrumento requiere que se describa el intervalo de incertidumbre de cada medición, esto es, el error del instrumento mismo, así como la realización de mediciones repetidas para eliminar el error aleatorio que produce el uso del instrumento mismo. Luego, el registro *apropiado*, implica una tabla en la que cada columna se identifica completamente con unidades e intervalos de incertidumbre, además de que la tabla se rotula y se numera.

Para establecer los puntos a cada factor, no se cuenta con un método único y general. Cada caso ha de tratarse apropiadamente. En el ejemplo que se ha estado manejando, cada factor se califica en una escala de 20 a 100 y la calificación final se toma como el promedio de todos los factores. En el caso particular del factor *observaciones*, las calificaciones se asignan, arbitrariamente, de la siguiente manera: nivel 1: 35; nivel 2: 70; nivel 3: 100.

4.2.6 Cómo optimizar el tiempo de revisión y calificación

Uno de los problemas a los que hay que enfrentarse en el proceso de valoración, es a la cantidad de tiempo que debe invertirse en la revisión y calificación de los instrumentos. Para lograr que la cantidad de tiempo invertida no sea tal, que impida un desarrollo adecuado del plan de enseñanza-aprendizaje, se tienen tres sugerencias.

1. Separar comentarios y calificaciones

La primera situación a tomar en cuenta es que, el proceso de retroalimentación exige comentarios escritos en reportes y tareas especialmente. La cuestión es encontrar la combinación adecuada de comentarios y calificaciones que requieran la menor cantidad de tiempo y sea la más efectiva para el aprendizaje. No es necesario que todos y cada uno de los instrumentos se califiquen, ni es necesario que toda calificación vaya acompañada de un comentario. Para lograr una combinación adecuada, es menester reflexionar durante la planeación y diseño de cada uno de los instrumentos sobre los siguientes puntos:

- ❖ ¿Por qué se le asignará una calificación a este instrumento?
- ❖ Los beneficios obtenidos (en términos de aprendizajes), ¿valen la cantidad de tiempo que se invertirá en su revisión y calificación?
- ❖ ¿Podría tener alternativas como dar crédito solo por haberlo entregado, o hacer comentarios y sin dar calificación?

Una labor importante en la valoración es explicar con frecuencia a los estudiantes porqué se manejan los instrumentos de determinada manera, lo que significan las calificaciones y porqué a veces no se califican o no se comentan instrumentos de valoración determinados. Es importante correlacionar los instrumentos que no se califican con los que sí se califican y hacerles ver cómo los ayudan los instrumentos que no se califican.

2. Hacer comentarios útiles a los estudiantes.

El principio del comentario es que éste es parte de la comunicación entre el profesor y el estudiante, y que el comentario será bueno sólo si produce un aprendizaje en el estudiante. Es de tener en consideración que, en general, los estudiantes se fijan la meta de hacer "lo que el maestro quiere", aun cuando el mensaje de los comentarios escritos, tanto como de los comentarios verbales en clase, sea una clara invitación a que desarrollen un juicio autónomo e independiente. Entonces, la meta es asegurar una comunicación precisa y efectiva mientras se utiliza el tiempo de manera eficiente.

La primera pregunta a hacerse es: ¿he escogido el momento adecuado para hacer el comentario? Es importante hacer los comentarios en el momento adecuado, el cual es cuando todavía puede hacerse algo para mejorar las calificaciones. En el caso de trabajos de investigación, reportes de laboratorio o de visita, los comentarios resultan ser mejores cuando los trabajos se encuentran en proceso que cuando se realizan en el producto terminado. Sin embargo, la excepción sería cuando existe la posibilidad de desarrollar trabajos similares (como en el caso de reportes de laboratorio), de manera que los comentarios puedan usarse para el siguiente trabajo.

Además de preguntarse por el momento adecuado para los comentarios, es de particular importancia cuestionar la clase y extensión de comentarios útiles para los estudiantes. Quizá la única regla pertinente en este caso es que no es necesario hacer comentarios sobre todo lo que se piensa, escribiendo toda clase de comentarios en los márgenes y al final. Los comentarios sobre gramática o sobre cuestiones de forma no son de gran relevancia, ya que a veces, muchos estudiantes se confunden cuando se les hacen muchas observaciones de este tipo y se pierde mucho tiempo aprovechable para mejorar los aspectos de fondo y contenido. Al mismo tiempo, puede dar la impresión de que la labor del profesor es marcar los errores, propiciando que los alumnos traten de hacer sus trabajos al entero gusto y satisfacción del profesor; así, el trabajo se convierte en el trabajo del profesor y no de los alumnos, lo cual va en contradicción con el principio de permitir libertad y de propiciar la creatividad y la innovación. Lo realmente importante en los comentarios, útil para una retroalimentación efectiva, es que ellos lleven al estudiante a internalizar los principios de autocrítica, autoevaluación y mejoramiento de su propio trabajo.

Si el trabajo presenta deficiencias en algún aspecto en particular, como su concepción, presentación de observaciones, estructuración o línea de razonamiento, es mejor hacer

comentarios únicamente sobre ese aspecto en particular. Por ejemplo, cuando los alumnos escriben conclusiones o inferencias sobre un experimento o una visita, y los puntos que tocan no son claros o no cumplen con las expectativas, un comentario que no toma mucho tiempo, sería, por ejemplo, “No entiendo el punto. Trata de escribir en una sola frase ‘lo que realmente quiero expresar es...’, y luego escribe las conclusiones (o inferencias) de manera que se le dé fundamento a ese punto. Si necesitas ayuda o tienes duda, pregúntame.”

3. No perder tiempo revisando trabajos descuidados.

Una habilidad que los estudiantes han de aprender, es la de verificar que el trabajo final se encuentre en condiciones de ser entregado; esto es, la habilidad de corrección del texto. En este punto, si al estudiante se le marcan todos los errores, se está haciendo parte del trabajo que les corresponde respecto a esta habilidad. Sería mejor comentar, por ejemplo, "existen varios errores de uso de conceptos en este trabajo. Por favor, búsquenlos y corríjanlos." Así, esta sugerencia puede ahorrar un tiempo precioso cuando para los trabajos y tareas que se les asignan a los alumnos se ha establecido un cierto nivel de cuidado en la presentación.

Una manera de ayudar a los estudiantes a aprender la habilidad, es por medio de una lista de actividades a revisar por medio de un “palomeo”, que han de entregar junto con su trabajo. Por ejemplo:

- Se ha leído el contenido del trabajo al menos dos veces
- Se ha revisado todo el trabajo al menos una vez
- Se le ha dedicado al menos x horas a la realización de esta tarea
- Se ha revisado ortografía y puntuación al menos dos veces
- Se han revisado gráficas y figuras al menos una vez
- La presentación de portada y bibliografía es correcta, acorde a lo estipulado

Para una buena efectividad de esta actividad se les puede decir “Si no se han palomeado estos puntos, ni siquiera le dedicaré una mirada al trabajo”. Es claro que algunos estudiantes “palomearán” la lista sin realizar las actividades que pide, pero al menos conocerán las expectativas del profesor y sus estándares de calidad y no tendrán oportunidad de reclamos fuera de lugar por una calificación.

Consideraciones finales

A lo largo del desarrollo de este trabajo, se ha presentado y puesto a consideración lo que podríamos calificar de modelo de enseñanza aprendizaje: el Esquema Educativo Basado en la Valoración del Aprendizaje (EEVA). Se ha buscado que el EEVA se ajuste a las tendencias actuales de la educación superior, y que responda a las necesidades propias de las universidades para las que fue diseñado. Así, el modelo presenta dos facetas que invitan a la reflexión final. La primera de ellas es que el EEVA ha sido desarrollado siguiendo las ideas sobre educación halladas en los discursos ideológicos de la UP y de la UDG tanto como los lineamientos generales propuestos por los expertos de la UNESCO, de la ANUIES, y de diversos comités científicos de los Estados Unidos, los que engloban los idearios universitarios. Esto último asegura la vigencia y pertinencia de la propuesta.

Sin embargo, la segunda faceta, que se deriva de esta primera, es la realmente inquietante. ¿Cómo instrumentar, a nivel institucional, una propuesta semejante? Cuando se menciona el aspecto de “nivel institucional”, se hace referencia al hecho de que el modelo sea aceptado y adoptado por los profesores de las áreas científicas de las universidades en las que se ha trabajado. Es claro que en los discursos ideológicos universitarios se pregonan la innovación educativa y la conformación de la educación a los paradigmas que se gestan para el siglo XXI. El EEVA, es una contribución puntual a ello.

Los resultados obtenidos muestran que el EEVA es viable y funcional. Por consiguiente, su institucionalización no debería presentar problemas, y su extensión a otras áreas de formación profesional es también, una perspectiva factible. Los requerimientos son igualmente realizables: solo se necesita un rediseño adecuado de los programas de asignatura de manera que se de cabida, explícitamente, a las prácticas fundamentadas tanto en la DV como en la DC. Por supuesto, que esto implica una previa capacitación docente. Es aquí donde puede encontrarse un aspecto trascendente del esquema propuesto: el EEVA puede dar lugar a procesos de investigación educativa en otras áreas fuera de la Física en sí misma y a programas de actualización y formación docente. El EEVA no es, por tanto, un modelo que termina aquí, acabado y estático.

El EEVA muestra que es posible encontrar diversas maneras de responder adecuadamente a los retos y expectativas de la educación superior para el nuevo milenio. Todo es cuestión de voluntad por parte de los profesores involucrados en el proceso educativo y por parte de las autoridades universitarias, quienes son los actores principales

de la formación profesional. Los primeros, comprometiéndose con su propia formación y actualización que los conduzca al necesario cambio de actitud, y las segundas, proporcionando los medios y apoyos que demandan los acelerados cambios de la actualidad.

En esas manos se encuentra la posibilidad de realización de los más altos ideales de la educación superior contenidos en la *Declaración Mundial sobre Educación Superior para el Siglo XXI: Visión y Acción* (UNESCO, 1998: 75): “En suma, la educación superior debe dirigirse hacia la creación de una sociedad nueva –no violenta y no explotadora– conformada por individuos altamente cultivados, motivados e íntegros, inspirados por el amor a la humanidad y guiados por la sabiduría”. Caminemos juntos hacia allá.

Referencias

Airasian, P. (1994). **Classroom Assessment**, New York, McGraw-Hill, 2nd ed., p. 5.

Angelo, T.A. (1995) "Classroom assessment for critical thinking", *Teaching of Psychology*, Vol. 22, No. 1, February, p. 6.

ANUIES (1999) **La Educación Superior en el Siglo XXI. Líneas Estratégicas de Desarrollo**. Cap. 3. anuies.mx/index800.html (21/10/03)

Arons, A. (1997) **Teaching Introductory Physics**, New York, John Wiley and Sons Inc., cap. 13.

Artigas, M. (1992). **Filosofía de la Ciencia Experimental**, España, EUNSA, 2^a Edición.

Atkin, J.M., Black, P. and Coffey, J. (editors) (2000) **Classroom assessment and the National Science Education Standards**, Washington D.C., National Academy Press.

Ball, S.J. (1989) **La micropolítica en la escuela. Hacia una teoría de organización escolar**, Barcelona, Paidós-MEC.

Black, P. and William, D., (1998) "Inside the black box", *Phi Delta Kappan*, Vol. 80, October, p. 139.

Brookhart, S.M., (1997) "A theoretical framework for the role of classroom assessment in motivating student effort and achievement", *Applied Measurement in Education*, Vol 10, no. 2, pp. 161-180.

Carr, S.C., (2002) "Self-evaluation: involving students in their own learning", *Reading and Writing Quarterly*, Vol. 18, pp. 195-199.

Carvajal Cantillo, E. y Gómez Vallarta, M. R., (2002) "Concepciones y representaciones de los maestros de secundaria y bachillerato sobre la naturaleza, el aprendizaje y la

enseñanza de las ciencias", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, septiembre-diciembre, pp. 577-602

Casanova, M.A., (1999) **Manual de Evaluación Educativa**, Madrid, Editorial La Muralla, S.A., 5ª Edición,

Chappuis, S. and Stiggins, R.J., (2002) "Classroom assessment for learning", *Educational Leadership*, September, pp. 40-43.

Clarke, M. M., *et. al.*, (2000), "Retropective on educational testing and assessment in the 20th century", *Journal of Curriculum Studies*, Vol. 32, No. 2, pp. 159-181.

Cohen, L. y Manion, L. (1990), **Métodos de investigación educativa**, Madrid, Editorial La Muralla, Cap. 8.

Committee on Recognizing, Evaluating, Rewarding, and Developing Excellence in Teaching of Undergraduate Science, Mathematics, Engineering, and Technology, (2002) **Evaluating and Improving Undergraduate Teaching in Science, Technology, Engineering and Mathematics**, Washington D.C., National Academy Press.

Committee on Science and Mathematics Teacher Preparation, (2000) **Educating Teachers of Science, Mathematics, and Technology**, Washington, D.C., National Academy Press, p. 15.

Committee on Undergraduate Science Education, (1997) **Science Teaching Reconsidered**, Washington D.C., National Academy Press.

Consejo Nacional de Investigación, Academia Nacional de Ciencias, (1996) **National Science Education Standards**, Washington, D.C., National Academy Press, pp. 15 ss.

Cronbach, L.J., (1963) "Course improvement through evaluation", *Teachers College Record Rev.*, Vol. 64, pp. 672-683.

de la Harpe, Barbara and Radloff, A., (2000) "Informed Teachers and Learners: the importance of assessing the characteristics needed for lifelong learning", *Studies in Continuing Education*, Vol. 22, No. 2, pp. 169-182.

Delors, J., (1998). **La Educación Encierra un Tesoro**, UNESCO, cap. 4.

Dewey, J., (2000) citado en "Interview with John Dewey", *The Physics Teacher*, Vol. 38, No. 4, April, p. 226.

Drew, S., (2001) "Student perceptions of what helps them learn and develop in higher education", *Teaching in Higher Education*, Vol. 6, No. 3, pp. 309-331.

Fox Quesada, V. *Programa Nacional de Educación 2001-2006*, obtenido de www.uacam.mx/UACam.nsf/pages/progredu (21/10/03)

Fox, R. (2001) "Constructivism examined", *Oxford Review of Education*, Vol. 27, No. 1, pp. 23-35.

Freire. P. (1975), **Pedagogía del Oprimido**, Madrid, Siglo XXI.

Fuller, R.G. (1982) "Solving physics problems-how do we do it?", *Physics Today*, September, pp. 43-47.

Gallgher, J.J., (2000) "Teaching for understanding and application of science knowledge", *School Science and Mathematics*, Vol. 100, No. 6, October, pp. 310-318.

Guskey, T.R., (2003) "How classroom assessments improve learning", *Educational Leadership*, Vol. 60, No. 5, February, pp. 5-11.

Halloun, and Hestenes, D., (1985) "The initial knowledge state of college physics students", *American Journal of Physics*, vol. 53, pp. 1043 ss.

Hart, G.E. and Cottle, P.D., (1993) "Academic backgrounds and achievement in college physics", *The Physics Teacher*, Vol. 31, Num. 8, pp. 470 ss.

Hestenes, D. And Wells, M., (1992) "A mechanics baseline test", *The Physics Teacher*, Vol. 30, Num. 3, pp. 159-166.

Houston, D. and Foote, J., (2001) "Normative Implications of assessment and evaluation: a critical view", *Assessment & Evaluation in Higher Education*, Vol. 26, No. 5, pp. 403-416.

Imrie, B.W., (1995) "Assessment for learning, Quality and Taxonomies", *Assessment and Evaluation in Higher Education*, Vol. 20, No. 2, August, pp. 175-190.

Julian, G.M. (1995) "Socratic dialogue – with how many?" *The Physics Teacher*, Vol. 33, no. 6, pp. 338-339.

Kemmis, S., (1986) "Seven principles for Programme Evaluation in Curriculum Development and Innovation", en House, E.R.: **New Directions in Educational Evaluation**. Londres, The Falmer Press. Citado en Casanova, 1999, p. 22.

Kiewra, K.A., (2002) "How teachers can help students learn and teach them how to learn", *Theory into Practice*, Vol. 41, No. 2, Spring, pp.71-48.

Kurfiss, J. G. (1998) *Critical Thinking: Theory, Research, Practice, and Possibilities*. ASHE-ERIC Higher Education Report, No. 2. Washington, D.C.: Association for the Study of Higher Education.

Lara-Barragán Gómez, A. (1995) **La enseñanza de la Física a nivel superior**, México, Editorial Media Luna.

Lara-Barragán Gómez, A., *et.al.*, (1999) *Diagnóstico Académico del Departamento de Física del CUCEI, U. de G.*, Departamento de Física, CUCEI, U. de G., Reporte Interno.

Lara-Barragán Gómez, A., (2002) **Desarrollo de Habilidades y Superación de Errores Conceptuales en Física**, Editorial Universidad Panamericana, <http://biblioteca.gdl.up.mx> (03/07/03).

MacLellan, E., (2001) "Assessment for learning: the differing perceptions of tutors and students", *Assessment and Evaluation in Higher Education*, Vol. 26, No. 4, pp. 307-318.

Maki, P.L., (2002) "Developing an assessment plan to learn about student learning", *The Journal of Academic Librarianship*, Vol. 28, No. 1, Jan-Mar, pp. 8-13.

Marcelo, C., (2002) "Aprender a enseñar para la sociedad del conocimiento", *Educational Policy Analysis Archives*, Vol. 10, No. 35. <http://epaa.asu.edu/epaa/> (03/07/03)

Marín, N., Benarroch, A. and Jiménez Gómez, E. (2000) "What is the relationship between social constructivism and Piagetian constructivism? An analysis of the characteristics of the ideas within both theories", *International Journal of Science Education*, Vol. 22, No. 3, pp. 225-238.

Morán Oviedo, P., (1981) "La evaluación de los aprendizajes y sus implicaciones educativas y sociales", *Perfiles Educativos*, No. 13, México, UNAM/CISE, Julio-Agosto-Septiembre, pp. 21-24.

Mural, 15 de Octubre del 2001, primera plana

Niemi, D., (1997) "Cognitive science, Expert-Novice research, and Performance assessment", *Theory into Practice*, Vol. 36, No. 4, Autumn pp. 240-246.

OCDE/UNESCO (2003) **Literacy Skills for the World of Tomorrow**, <http://unesco.cl/0.5.htm> (05/11/03)

Palmer, P., (1987) "Community, conflict, and ways of knowing", *Change*, Vol. 19, No. 1, pp.20-25.

Peck. B.T., (1996) "European lifelong learning initiatives", *Phi Delta Kappan*, Vol. 77, No. 9, pp. 645-647.

Petress, K., (2004) "Critical thinking: an extended definition", *Education*, Vol. 124, No. 3, pp. 461-466

Phye, G. D., editor, (1997) **Handbook of Classroom Assessment**, San Diego CA, Academic Press, pp. 8-9.

Piaget, J., (1986) **Seis estudios de psicología**, Barcelona, Ariel, pp. 11 ss

Postic, M. y De Ketele, J.M., (1992) **Observar las situaciones educativas**, Madrid, Narcea.

Pozo Municio, J.I. (coordinador) (1994), **La solución de problemas**, Madrid, Aula XXI/Santillana.

Redish, E.F. and Steinberg, (1999) "Teaching physics: figuring out what works", *Physics Today*, Vol. 52, Num. 1, pp. 24-30.

Roeder, J.L., (1998) "Physics appreciation versus physics knowledge", *The Physics Teacher*, Vol. 36, Num 6, pp 379 ss.

Rompelman, O., (2000) "Assessment of student learning: evolution of objectives in engineering education and the consequences for assessment", *European Journal of Engineering Education*, Vol. 25, No. 4, pp.339-350.

Santos Guerra, M.A., (1990) **Hacer visible lo cotidiano**, Madrid, Akal.

Schutz. A. and Moss, P.A., (2004) "Reasonable decisions in portfolio assessment: evaluating complex evidence of teaching", *Education policy Analysis Archives*, Vol. 12, No. 33. <http://epaa.asu.edu/epaa/> (21/07/04).

Scriven, M. citado en Committee on Science and Mathematics Teacher Preparation (2000).

Stiggins, R.J. (2002), "Assessment crisis: the absence of assessment for learning", *Phi Delta Kappan*, June, pp. 758-765.

Stufflebeam, D.L. and Shinkffield, A.J. (1995) **Evaluación Sistemática. Guía teórica y práctica**, Barcelona, Ediciones Paidós Ibérica, S.A.

Swartz, C.E. and Miner, T. (1998) **Teaching Introductory Physics a Sourcebook**, New York, Springer-Verlag New York Inc. cap. 1.

Taras, M. (2002) "Using assessment for learning and learning from assessment", *Assessment and Evaluation in Higher Education*, Vol. 27, No. 6, pp. 501-510.

Taylor, S. (2002) "Right reasoning", *ETC: A Review of General Semantics*, summer, pp.141-147.

Thierry, D.R. (2004) "La formación profesional basada en competencias", *Paedagogium*, Año 4, No. 23, pp.13-16

Tristán-López A. (1998) **Análisis de Rasch para todos**, San Luis Potosí, International Engineering and Statistics.

Tyler, R.W. (1950) **Basic Principles of Curriculum and Instruction**, Chicago, University of Chicago Press.

Uhlenbeck, A.M., Verloop, N. And Beijaard, D. (2002) "Requeriments for an assessment procedure for beginning teachers: implications from recent theories on teaching assessment", *Teachers College Record*, Vol. 104, No. 2, March, pp. 242-272.

UNESCO (1998) *Informe Mundial sobre la Educación 1998: los docentes y la enseñanza en un mundo de mutación*, Madrid, pp. 93-94

UNESCO, Bulletin 47 December 1998/The Major Project of Education, p. 70

UNESCO (2001) *Declaración de Cochabamba y Recomendaciones sobre Políticas educativas al Inicio del Siglo XXI*.

van Gelden, T. (2005) "Teaching critical thinking", *College Teaching*, Vol. 53, No. 1, pp. 41-46.

Vos, H., (2000) "How to assess for improvement of learning", *European Journal of Engineering Education*, Vol. 25, No. 3, pp. 227-233.

Walpole, R.E., Myers, R.H., Myers, S.L., (1998), **Probability and Statistics for Engineers and Scientists**, Upper Saddle River NJ, Prentice Hall.

Walvoord, B.E. and Anderson, V.J., (1998) **Effective Grading. A tool for learning and assessment**, San Francisco, John Wiley and Sons.

Weglinsky, H., (2002) "How school matter: the link between teacher classroom practices and student academic performance", *Education Policy Analysis Archives*, Vol. 10, No. 12, February 13.

White, B.Y. and Frederiksen, J.R., (1998) "Inquiry, modeling and metacognition: making science accessible to all students", *Cognition and Instruction*, Vol. 16, No. 1 pp. 3-118.

Wojtyla, K., (1982) **Persona y acción**, Madrid, Biblioteca de Autores Cristianos.

ANEXOS

ANEXO 1
ENCUESTA PRELIMINAR

La siguiente encuesta tiene fines puramente estadísticos; se contesta en forma anónima. Si crees que alguna pregunta no debes contestarla por cualquier motivo personal, déjala en blanco. Gracias.

1. ¿De qué preparatoria vienes?

2. Si no vienes de una preparatoria en Guadalajara, ¿en cuál de las siguientes situaciones te encuentras? Subraya o encierra en un círculo.

Vivo con una familia que no es la mía

Vivo en una casa de asistencia

Vivo con un familiar

Vivo en una casa o departamento solo (a) o
con amigos (as)

Otra _____

3. ¿En qué colonia vives?

4. ¿Tienes un trabajo remunerado al que le tienes que dedicar más de ocho horas semanales? Sí No

5. ¿Acostumbras acudir regularmente (al menos cada dos semanas) a antros o algún otro lugar de diversión solo (a) o con amigos? Sí No

6. ¿Acostumbras comprar los libros y materiales que te piden tus profesores?
Sí No

7. Si la respuesta anterior es No, ¿por qué es así?

8. ¿Tienes computadora propia en casa o portátil? Sí No

9. Si la respuesta es Sí, ¿tienes acceso a internet desde tu casa? Sí No

10. ¿Qué medio de transporte utilizas para llegar a la universidad?

ANEXO 2
VALORACIONES

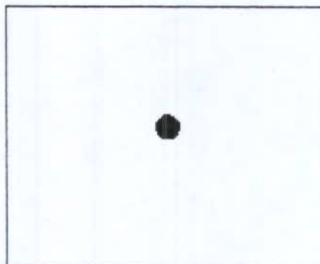
I. FUERZAS.

Nombres: _____

Instrucciones. Realicen las actividades y respondan las preguntas que se presentan a continuación; utilicen para ello, otras hojas tamaño carta. El orden y la limpieza son factores de evaluación.

I. Identificación de Fuerzas.

Dos personas intentan mover una caja muy grande y pesada. Jorge, a la izquierda, empuja, mientras que Carlos, a la derecha, jala una cuerda que se encuentra atada a la caja. A pesar de las fuerzas aplicadas, la caja no se mueve.



1. Dibujar un punto que representa a la caja. Colocar vectores, con su cola sobre el punto, que representen las fuerzas *aplicadas a la caja*. Dar un símbolo apropiado a cada una de ellas y dar una descripción breve de cada una de ellas.

En Física newtoniana, todas las fuerzas se consideran como el resultado de una interacción entre dos objetos. Las fuerzas se especifican identificando el objeto sobre el cual se aplican y el (los) objeto (s) que la (s) aplica (n). Por ejemplo, en la situación anterior la fuerza gravitacional la aplica la Tierra a la caja.

Describir las fuerzas restantes que hayan indicado de manera similar.

2. Todas las fuerzas surgen de interacciones entre objetos, pero tales interacciones pueden tomar diferentes formas.

De las fuerzas aplicadas a la caja, ¿cuáles de ellas requieren *contacto directo* entre la caja y el agente que se la aplica?

De las fuerzas aplicadas a la caja, ¿cuáles de ellas no aparecen de contacto directo entre la caja y el objeto que la aplica?

3. Existen diferentes tipos de fuerzas, tales como: fricción (\vec{f}), tensión (\vec{T}), fuerzas magnéticas (\vec{F}_{mag}), fuerzas normales (\vec{N}), y la fuerza gravitacional (\vec{W}). Clasificar estas fuerzas de acuerdo a si son de contacto o de acción a distancia.

Fuerzas de Contacto

Fuerzas de Acción a Distancia

4. Considerar la siguiente discusión entre dos estudiantes.

Estudiante 1: "Yo creo que el diagrama de cuerpo libre para la caja debería tener la fuerza de Jorge, una fuerza aplicada por la cuerda y la fuerza de Carlos."

Estudiante 2: "No creo que el diagrama debe tener la fuerza de Carlos. Las personas no pueden aplicar fuerzas a los objetos sin tocarlos."

¿Con cuál de los estudiantes, si es el caso, están de acuerdo? Explicar por qué.

II. DIAGRAMAS DE CUERPO LIBRE.

1. Dibujar un diagrama de cuerpo libre para un libro que se encuentra en reposo sobre una mesa. (Recordar que un diagrama de cuerpo libre apropiado no debe tener otra cosa que una representación del libro -un punto es bueno- y las fuerzas aplicadas sobre él en un sistema de referencia). Asegurarse de que el símbolo para cada fuerza indique:

- El tipo de fuerza (gravitacional, fricción, etc.)
- El objeto al que se aplica la fuerza, y
- El agente que aplica la fuerza



1.1. ¿Qué evidencia se tiene para la existencia de cada una de las fuerzas del diagrama?.

1.2. ¿Qué observaciones pueden hacerse de manera que sea posible determinar las magnitudes relativas de las fuerzas aplicadas al libro?

1.3. ¿Cómo se dibujaron las magnitudes relativas de las fuerzas en el diagrama?

2. Se coloca un segundo libro de mayor masa sobre el primero.

Dibujar un diagrama de cuerpo libre para cada uno de los libros. Identificar todas las fuerzas de la misma manera que se hizo en la parte 1.



2.1. Especificar cuál (es) fuerza (s) es (son) de contacto y cuál (es) de acción a distancia.

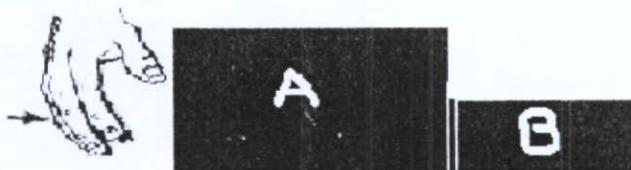
- 2.2. Examinar todas las fuerzas en los dos diagramas de cuerpo libre dibujados. Explicar por qué una fuerza que aparece en un diagrama no debe aparecer en el otro diagrama.
 - 2.3. ¿Qué tipo de fuerza (gravitacional, fricción, etc.) aplica el libro de arriba al libro de abajo?
 - 2.4. ¿Por qué sería incorrecto decir que el peso del libro de arriba *se aplica* al libro de abajo?
 - 2.5. ¿Qué observaciones se pueden hacer de manera que se puedan determinar las magnitudes relativas de las fuerzas aplicadas al libro de arriba?
 - 2.6. ¿Existe (n) alguna (s) fuerza (s) aplicada (s) al libro de abajo que tenga (n) la(s) misma (s) magnitud (es) que alguna (s) fuerza (s) aplicada (s) al libro de arriba?
3. Comparar el diagrama de cuerpo libre del libro de abajo dibujado, con el diagrama de cuerpo libre de la parte 1 (esto es, el diagrama de cuerpo libre antes de que se le pusiera el libro de arriba).
 - 3.1. ¿Qué fuerzas cambiaron al colocarle el libro de arriba y qué fuerzas permanecieron constantes?

Como se discutió anteriormente, pensamos que cada fuerza aplicada a un objeto la aplica otro objeto. El primer objeto aplica una fuerza de igual magnitud y de sentido opuesto al segundo objeto. Las dos fuerzas juntas se denominan un par acción-reacción (ver: Tercera Ley de Newton).

- 3.2. ¿Cuáles, si existen, pares acción-reacción se muestran en los diagramas dibujados? ¿Sobre qué objetos están aplicados tales pares?

III. APLICACIÓN DE LAS LEYES DE NEWTON A OBJETOS EN INTERACCIÓN: RAPIDEZ CONSTANTE.

Tres ladrillos idénticos se empujan con la mano horizontalmente sobre una mesa con *rapidez constante* como se muestra en la figura. Identificamos al sistema de dos ladrillos como A y al ladrillo solo, como B.



1. Compare la fuerza neta (en magnitud y dirección) aplicada al sistema A con la aplicada al sistema B. Explicar cómo se hizo la comparación.
2. Dibuje diagramas de cuerpo libre separados para cada sistema A y B. Identifique cada fuerza en los diagramas de la siguiente manera: tipo de fuerza, el objeto sobre el que se aplica la fuerza y el objeto que aplica la fuerza.
3. ¿Es la magnitud de la fuerza que el sistema B aplica al sistema A mayor, menor o igual a la fuerza que el sistema A aplica al sistema B? Explicar.

¿Cambiaría su respuesta si la mano empujara al sistema B hacia la izquierda en lugar de empujar el sistema A a la derecha? Si es así, ¿cómo cambiaría su respuesta?. Si no es así, ¿por qué no?

4. Identificar todos los pares acción-reacción en los diagramas.

¿Qué criterio utilizó para identificar los pares acción-reacción?

¿Es su respuesta a la parte 3 consistente con su identificación de los pares acción - reacción? Si es así, explicar por qué. Si no es así, resolver la inconsistencia.

5. Clasifique todas las fuerzas horizontales identificadas en los diagramas de cuerpo libre de la parte B por su magnitud. (*Hint*. Recuerde que los ladrillos se empujan de manera que se muevan con rapidez constante).

¿Aplicó la segunda ley de Newton para comparar las magnitudes de las fuerzas horizontales? Si fue así, ¿cómo lo hizo?

¿Aplicó la tercera ley de Newton para comparar las magnitudes de las fuerzas horizontales? Si fue así, ¿cómo lo hizo?

Además de las leyes de Newton, ¿qué información adicional necesitó para comparar las magnitudes de las fuerzas horizontales?

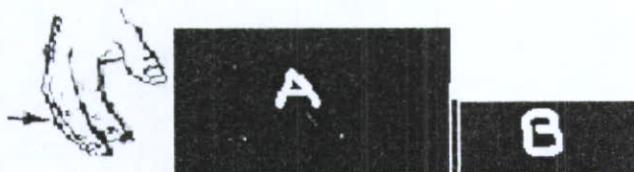
6. Suponga que la masa de cada ladrillo es 2.5 kg, el coeficiente de fricción cinética entre los ladrillos y la mesa 0.2 y la rapidez con la que se mueven los ladrillos es $0.50 \frac{m}{s}$. Determine la magnitud de cada una de las fuerzas dibujadas en los

diagramas de cuerpo libre de la parte B. Considere que $g = 10 \frac{m}{s^2}$.

¿Cambiarían sus respuestas si los ladrillos se movieran con una rapidez de la mitad de la anterior? Si es así, ¿de qué manera?. Si no es así, ¿por qué no?

**IV. APLICACIÓN DE LAS LEYES DE NEWTON A OBJETOS EN INTERACCIÓN:
RAPIDEZ VARIABLE.**

Suponga los mismos ladrillos del problema anterior, empujados de la misma manera; sin embargo, ahora el coeficiente de fricción es menor que en el problema anterior.



1. Describa los movimientos de los sistemas A y B. ¿Cómo se comparan el movimiento bajo estas circunstancias con el del problema anterior?.
2. Compare la fuerza neta (magnitud y dirección) aplicada al sistema A con la aplicada al sistema B.
3. Dibuje diagramas de cuerpo libre por separado para cada sistema A y B.

4. Considere la siguiente discusión entre dos estudiantes.

Estudiante 1: *“Los sistemas A y B son empujados por la misma fuerza que antes, así que tendrán el mismo movimiento que antes”.*

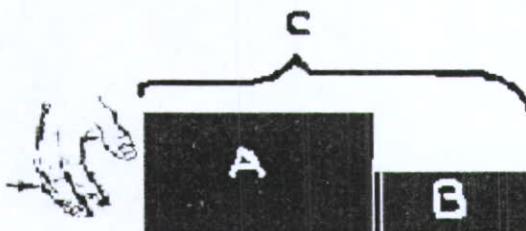
Estudiante 2: *“No estoy de acuerdo. Yo creo que van acelerando, ya que la fricción es menor. Eso quiere decir que el sistema A empuja al sistema B con una fuerza mayor que la que el sistema B aplica al sistema A”.*

¿Con cuál estudiante, si es el caso, está usted de acuerdo? Explique su razonamiento.

5. Clasifique las magnitudes de todas las fuerzas horizontales que aparecen en sus diagramas de cuerpo libre de la parte 3. Explique su razonamiento. (Describa explícitamente, cómo utilizó la segunda y la tercera leyes de Newton para comparar las magnitudes de las fuerzas.)

V. APLICACIÓN DE LAS LEYES DE NEWTON A UN SISTEMA DE OBJETOS EN INTERACCIÓN

Consideremos los tres ladrillos del problema anterior como un solo sistema C. Las condiciones son las mismas que en el problema anterior.



1. Compare la magnitud de la fuerza neta aplicada al sistema C con las magnitudes de las fuerzas aplicadas a los sistemas A y B. Explicar.
2. Dibuje un diagrama de cuerpo libre para el sistema C, con las fuerzas debidamente identificadas.

Compare las fuerzas que aparecen en el diagrama de cuerpo libre para el sistema C, con las que aparecen en los diagramas para los sistemas A y B del problema anterior.

Para cada una de las fuerzas que aparecen en su diagrama para el cuerpo C, haga una lista de la (s) fuerza (s) correspondiente (s) en los diagramas para los sistemas A y B.

¿Existen algunas fuerzas en los diagramas para los sistemas A y B que no puso en la lista? Si es así, ¿qué característica tienen en común que no tienen las otras fuerzas?.

¿Por qué no es necesario considerar estas fuerzas para determinar el movimiento del sistema C?

A tales fuerzas se les denomina fuerzas *internas* para distinguirlas de las fuerzas externas.

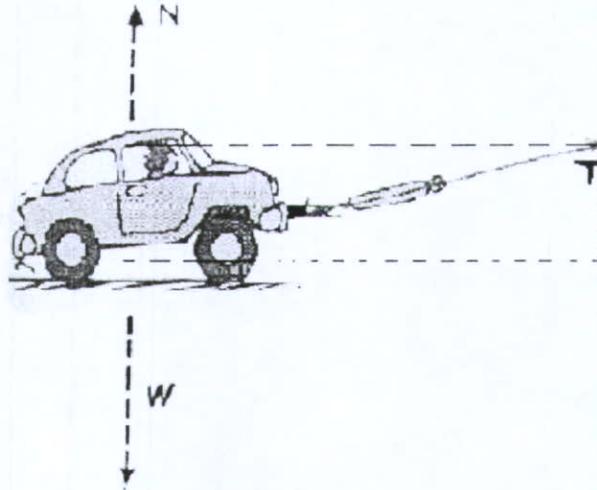
VI. INTERPRETACIÓN DE DIGRAMAS DE CUERPO LIBRE.

Se presenta un diagrama de cuerpo libre para un carrito. Todas las fuerzas están dibujadas a escala.

N: La mesa al carrito

T: La cuerda al carrito

W: La tierra al carrito



Proporciones:

N --1

W--2

T --

En el espacio siguiente haga un dibujo del carrito, la cuerda, etc., como se verían en un experimento de laboratorio.

¿Qué puede decirse sobre el movimiento del carrito basado en el diagrama de cuerpo libre? Por ejemplo, ¿podría el carrito estar moviéndose a la izquierda? ¿a la derecha? ¿podría estar en reposo?. Explique cuál de los casos sería posible y, si es el caso, describa el movimiento del carrito.

VII. TENSIÓN. DOS BLOQUES UNIDOS POR UNA CUERDA

Dos bloques, A y B, se encuentran unidos por medio de una cuerda de masa M . El bloque B se empuja aplicándole una fuerza horizontal constante. Suponer que no hay fricción entre los bloques y la superficie sobre la que se encuentran, y que los bloques ya se encontraban en movimiento en el instante mostrado.



1. Describir el movimiento del bloque A, del bloque B y de la cuerda.
2. En una hoja de papel dibujar un diagrama de cuerpo libre para cada bloque y para la cuerda por separado. Identificar las fuerzas con claridad.
3. Identifique todos los pares acción-reacción en los diagramas dibujados.
4. Clasificar, de mayor a menor, las magnitudes de las componentes horizontales de las fuerzas sobre los diagramas. Explicar el razonamiento.
5. Considerar las componentes horizontales de las fuerzas aplicadas a la cuerda por los bloques A y B. La respuesta anterior con respecto a las magnitudes relativas de esas componentes, ¿es consistente con lo que se sabe sobre la fuerza neta aplicada a la cuerda?

VIII. TENSIÓN. DOS BLOQUES UNIDOS POR UNA CUERDA MUY LIGERA.

Los dos bloques de la parte I se encuentran unidos, ahora, por medio de una cuerda inextensible de masa m muy pequeña ($m \ll M$).



1. Si el movimiento de los bloques es el mismo que en la parte I, ¿cómo se comparan las fuerzas netas sobre los dos diferentes tipos de cuerdas?
 - 1.1. Determinar si la fuerza neta aplicada a cada uno de los objetos es mayor, menor o igual a la fuerza neta aplicada sobre los objetos en la parte I.
 - Bloque A
 - Bloque B
 - El sistema compuesto por los bloques y las cuerdas.
 - 1.2. Comparar las componentes horizontales de cada uno de los siguientes pares de fuerzas:
 - La fuerza aplicada a la cuerda (parte I) por el bloque A y la fuerza aplicada a la cuerda de la parte II por el mismo bloque A.
 - La fuerza aplicada a la cuerda (parte II) por el bloque B y la fuerza aplicada a la cuerda de la parte II por el mismo bloque B.
2. Suponer que la masa de la cuerda (de esta sección) que une los bloques A y B se va haciendo cada vez más pequeña (pero no se rompe), pero el movimiento permanece igual que en la sección I. ¿qué le sucede a
 - la magnitud de la fuerza neta aplicada a esa cuerda?
 - las magnitudes de las fuerzas aplicadas a la cuerda por los bloques A y B?

3. Una cuerda aplica una fuerza a cada uno de los objetos a la que se fija. Para una cuerda sin masa, la magnitud de ambas fuerzas se conoce usualmente como la "tensión en la cuerda".

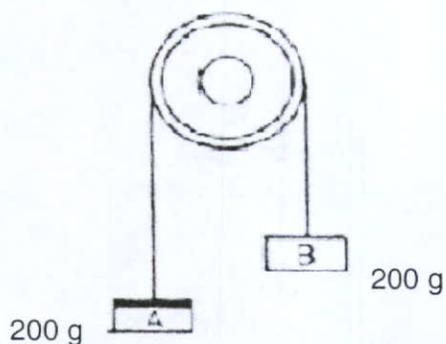
Justificar el uso de esta aproximación, en la que se asume un solo valor para la magnitud de ambas fuerzas.

4. Si se sabe que la fuerza neta aplicada a una cuerda sin masa es cero, ¿qué se puede inferir (si es el caso) sobre su movimiento?

¿Es posible aplicar una fuerza diferente de cero a una cuerda sin masa? Explicar.

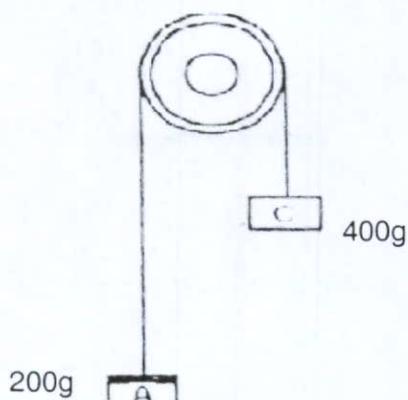
IX. La Máquina de Atwood.

La máquina de Atwood consiste de dos objetos idénticos unidos entre sí por una cuerda sin masa que corre sobre una polea ideal. El objeto B se sostiene por encima del objeto A, de manera que ambos se mantienen inicialmente en reposo.



1. Predecir los movimientos subsecuentes de los objetos A y B, después de que se dejan en libertad. Explique el por qué de su descripción. No use álgebra.
2. Dibuje diagramas de cuerpo libre para cada uno de los objetos A y B por separado. Sus diagramas, ¿son consistentes con sus predicciones sobre el movimiento de los objetos?

El objeto B se reemplaza por otro objeto C de masa mayor. El objeto C se mantiene sujeto, de manera que ninguno de los dos objetos, A y C, se mueven inicialmente.



3. Predecir:
 - Qué sucederá cuando el objeto C se deje en libertad.

- Cómo se compara el movimiento del objeto C con el movimiento del objeto A, después de que se dejan en libertad.

Explique el por qué de su descripción. No use álgebra.

4. Dibuje e identifique apropiadamente diagramas de cuerpo libre para los objetos A y C por separado para la situación de después de ser liberados. Indique las magnitudes relativas de las fuerzas por medio de longitudes relativas para los vectores.

¿Son consistentes las predicciones de la sección C con sus diagramas de cuerpo libre para los objetos A y C? Si es así, explique por qué son consistentes. Si no es así, resuelva la inconsistencia.

5. El peso de una masa de 200 g tiene una magnitud de aproximadamente 2 N. Similarmente, el peso de una masa de 400 g tiene una magnitud de 4 N.

5.1. ¿Cómo se compara la fuerza aplicada por la cuerda sobre el objeto A con estos dos pesos?

5.2. ¿Cómo se compara la fuerza aplicada por la cuerda sobre objeto C con esos dos pesos?

Explique sus respuestas.

5.3. ¿Cómo se compara la fuerza neta aplicada al objeto a con la fuerza neta aplicada al objeto C? Explicar.

6. Considere la siguiente afirmación hecha por un estudiante sobre la máquina de Atwood:

“Todo lo que pueden hacer las cuerdas es transmitir fuerzas de otros objetos. Esto significa que la cuerda en la máquina de Atwood sólo transmite el peso de un objeto al otro”.

¿Está de acuerdo con este estudiante? Explique su razonamiento.

X. La primera ley de la termodinámica

1. Trabajo

1.1 Recuérdese la definición de trabajo realizado por un agente sobre un objeto. En los espacios siguientes dibuje flechas que representen (1) una fuerza aplicada a un objeto y (2) el desplazamiento de ese objeto para los casos en los que el trabajo realizado por el agente es:

1.2 Un objeto se empuja hacia arriba sobre un plano inclinado. El objeto tiene una aceleración constante.

1.2.1 Dibuje un diagrama de cuerpo libre para el objeto.

1.2.2 Dibuje una flecha que muestre la dirección de la fuerza neta aplicada al objeto.

1.2.3 Diga en cuál de los siguientes casos, las siguientes cantidades son positivas, negativas o cero. En cada caso explicar los razonamientos.

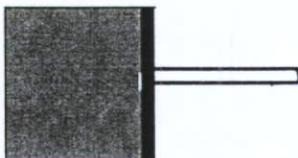
- ❖ El trabajo realizado sobre el objeto por el agente.
- ❖ El trabajo realizado sobre el objeto por la Tierra.
- ❖ El trabajo realizado sobre el objeto por el plano inclinado.

1.2.4 ¿Existe trabajo realizado por el objeto sobre el agente durante el movimiento? Si es así, ¿es este trabajo positivo, negativo o cero? Explicar.

1.2.5 ¿cómo relacionar las respuestas de 1.2.3 con el teorema del trabajo y le energía cinética?

1.2.6 ¿Cuál de las respuestas de 1.2.3 sería diferente si el objeto se empujara hacia arriba sobre el plano inclinado con rapidez constante? Describa el trabajo neto realizado sobre el objeto en este caso.

1.3 Un gas ideal se encuentra confinado dentro de un cilindro fijo. El cilindro contiene un pistón como se muestra en el diagrama, de tal forma que no hay fricción entre el pistón y la superficie interna del cilindro.



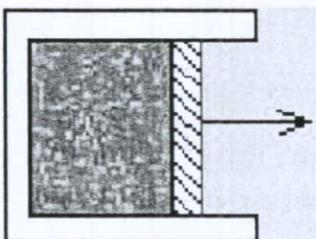
1.3.1 Describa la dirección de la fuerza que aplica el pistón al gas. ¿Depende la respuesta del hecho de que el pistón se encuentre en movimiento o no?

1.3.2 ¿Cómo deberá moverse el pistón de manera que el trabajo realizado sobre el gas sea (a) positivo, (b) negativo? ¿Dependen las respuestas de la elección de un sistema de referencia?

1.3.3 En cada uno de los casos de 1.3.2 ¿existe trabajo realizado por el gas sobre el pistón? Si es así, ¿cómo se relaciona este trabajo con el trabajo realizado sobre el gas por el pistón?

2. Trabajo y energía interna

2.1 Imagine que el cilindro de la sección 1.3 se aísla térmicamente por medio de una "cápsula" de un material aislante, como por ejemplo, poliestireno expandido (conocido comúnmente como hielo seco). El pistón se mueve hacia adentro hasta la posición mostrada en la figura. Nos referiremos a esta compresión como proceso 1.



El trabajo realizado por el pistón sobre el gas, ¿es positivo, negativo o cero?

En física térmica nos interesamos en la llamada *energía interna*, E_{int} , de un sistema. La energía interna de un gas ideal es proporcional a la temperatura y al número de moles del gas. La energía interna cambia cuando se da un intercambio de energía con los alrededores del sistema. En el caso anterior la energía interna de un gas cambia debido al trabajo realizado sobre el gas (el sistema) por el pistón (el agente). Así, cuando un sistema se encuentra aislado térmicamente, el cambio en energía interna del sistema es igual al trabajo neto realizado sobre él (nótese la analogía con los teoremas del trabajo y la energía):

$$\Delta E_{\text{int}} = W$$

donde W representa el trabajo neto realizado sobre el sistema.

2.2.1 La energía interna de un gas confinado en un cilindro aislado térmicamente, ¿aumenta, disminuye, o permanece igual cuando el pistón se mueve hacia adentro del cilindro? Explicar.

2.2.2 ¿Cambia la temperatura del gas? Explicar.

2.3 Dos estudiantes discuten el proceso 1.

Estudiante 1: *“El volumen del gas disminuye, pero la presión aumenta. Por lo tanto, por la ley del gas ideal, la temperatura debe permanecer igual”.*

Estudiante 2: *“Pero yo sé que la temperatura aumenta. El volumen es menor y, por lo tanto, las partículas chocan más frecuentemente unas contra otras”.*

Ambos estudiantes están equivocados. Encontrar los errores en los razonamientos de los estudiantes. Explicar.

3. Calor

Imagínese que la cilindro de la sección 2.1 se le retira la cápsula aislante y que el pistón se fija (para que ya no se mueva) en la posición original. El gas se encuentra, inicialmente, a temperatura ambiente. Entonces, el cilindro se coloca dentro de un recipiente que contiene agua hirviendo y llega al equilibrio térmico con el agua (i.e. a la misma temperatura del agua). Nos referiremos a este proceso como el proceso 2.

3.1 Para el proceso 2, explicar si las siguientes cantidades aumentan, disminuyen o permanecen igual:

- ❖ La temperatura del gas
- ❖ La energía interna del gas
- ❖ La presión del gas
- ❖ El volumen del gas

3.2 Haga una gráfica de presión contra volumen para el proceso 2.

3.3 ¿Se realiza trabajo durante el proceso 2? Explicar. La respuesta, ¿es consistente con la gráfica P vs. V?

La transferencia de energía que ocurre en este proceso se denomina *transferencia de calor*. En tal proceso, si el calor transferido al gas (Q) es mayor que cero, la energía interna del gas aumenta.

3.4 En el proceso 2, ¿es la transferencia de calor al gas positiva, negativa o cero? Explicar.

3.5 En el proceso 2, ¿es la transferencia de calor al agua hirviendo positiva, negativa o cero? Explicar.

4. Calor, trabajo y energía interna.

La primera ley de la termodinámica establece que el cambio en la energía interna de un sistema cerrado es igual a la suma del trabajo neto realizado sobre el sistema y el calor transferido al sistema:

$$\Delta E_{\text{int}} = Q + W$$

4.1 ¿Cómo podría escribir esta ley en términos del trabajo realizado por el sistema sobre sus alrededores?

¿Cómo se expresa la primera ley de la termodinámica en su libro de texto?

4.2 En el proceso 1 no se tuvo que considerar la transferencia de calor. ¿Qué aspecto del experimento impidió la transferencia de calor al gas?

4.3 En el proceso 2 no se tuvo que considerar el trabajo. ¿Qué aspecto del experimento impidió que se realizara trabajo sobre el gas?

4.4 Ahora, el cilindro, con el pistón aun fijo, se sumerge en una mezcla de agua y hielo y se deja que alcance el equilibrio térmico con la mezcla de agua y hielo. Entonces, se mueve lentamente el pistón hacia adentro muy lentamente, de tal manera que el gas se mantenga siempre en equilibrio térmico con la mezcla de agua y hielo. Nos referiremos a esta compresión lenta del gas como el proceso 3.

4.4.1 En el proceso 3, las siguientes cantidades, ¿aumentan, disminuyen o permanecen igual?:

- ❖ El volumen del gas
- ❖ La temperatura del gas
- ❖ La energía interna del gas
- ❖ La presión del gas

4.4.2 Haga una gráfica de presión contra volumen para el proceso 3.

4.4.3 Determine cuál (o cuáles) de las siguientes cantidades es positiva, negativa o cero:

- ❖ El trabajo realizado sobre el gas en el proceso 3 (explicar el razonamiento con referencia a una fuerza y un desplazamiento).
- ❖ La transferencia de calor al gas en el proceso 3.

4.4.4 Las respuestas anteriores, ¿son consistentes con la primera ley de la termodinámica? Explicar.

4.5 ¿En que difiere la compresión en el proceso 3 de la compresión en el proceso 1? Explicar.

Un estudiante considera el proceso 3:

“La temperatura no cambia, es un proceso isotérmico. Por lo tanto, la transferencia de calor debe ser cero”

¿está de acuerdo con este estudiante? Explicar.

XI. PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

El principio de Arquímedes está relacionado con la flotación de los objetos en fluidos. El objetivo de esta valoración es diseñar las experiencias de cátedra adecuadas para verificar el principio, de acuerdo con las primeras cinco preguntas siguientes. Esto significa que deberán diseñar cinco experimentos para verificar cada uno de los aspectos mencionados en cada pregunta.

Preguntas guía.

1. ¿Cómo medir la fuerza boyante aplicada a un objeto sumergido en un líquido, por ejemplo agua? ¿Qué ecuación es la base de ello?
2. Si el objeto se encuentra parcialmente sumergido en agua, ¿cómo medir y calcular la fuerza boyante aplicada sobre él?
3. ¿Está la fuerza boyante aplicada a un cuerpo sumergido relacionada con su tamaño?, ¿con su forma?.
4. Cuando se sumergen objetos de diferente material, por ejemplo metal y madera, del mismo volumen, ¿experimentan la misma fuerza boyante?

A partir de la ecuación para la presión hidrostática, obtener una fórmula para la fuerza boyante.

5. ¿Existe alguna relación entre la profundidad a la que se sumerge un objeto y la magnitud de la fuerza boyante aplicada sobre él?. Si es así, ¿cuál es y como se expresa matemáticamente?
6. Es un hecho fácilmente comprobable que una persona en una alberca (o en el mar) puede flotar más fácilmente en posición horizontal que en posición vertical. ¿Por qué sucede esto?

Reporte.

Describir los experimentos realizados con todo detalle. Presentar conclusiones que signifiquen respuesta a las preguntas guía de acuerdo con lo observado

experimentalmente. Si han propuesto alguna otra pregunta guía, incluirla. Incluir todos los resultados de la investigación documental y los cálculos hechos.

La presentación de los experimentos se realizará durante la hora de clase; los integrantes del equipo traerán el material necesario y la presentación oral es libre.

ANEXO 3
LA DIDÁCTICA CONSTRUCTIVA

1. La Didáctica Constructiva.

La estrategia didáctica desarrollada para nuestros propósitos -entre los que el desarrollo de pensamiento crítico tiene una importancia trascendental- representa una componente esencial del esquema de enseñanza-aprendizaje total y se ha denominado Didáctica Constructiva (DC). Su fundamento está constituido por las ideas generales del paradigma constructivista (Fox, 2001, Marín *et. al.*, 2000) y tiene las características generales siguientes:

Toma en consideración, como punto de partida, los conocimientos ya existentes en la mente del estudiante.

Estos preconceptos son el inicio, ya que el desarrollo intelectual se lleva al cabo pasando sucesivamente por los diversos estadios conformados por la aparición de estructuras mentales que subsisten en forma de estructuras sobre las que se construyen los nuevos conceptos. Esto sugiere que las nuevas representaciones del conocimiento que serán utilizadas para interpretar experiencias se construyen sobre los conocimientos previos. Por consiguiente los resultados del aprendizaje no dependen solamente de la situación en que éste se da y de las experiencias que se proporcionen a los alumnos, sino también de los preconceptos que tiene organizados en sus estructuras mentales actuales.

El aprendizaje implica construcción activa de significados.

Tanto en el proceso de comprensión de fenómenos naturales, como de un texto o de un concepto abstracto, se lleva al cabo una interpretación activa de experiencias nuevas, en muchas ocasiones por medio de analogías o de demostraciones (experimentos de cátedra). De este modo comienza el proceso asimilación-adaptación-equilibrio (Piaget, 1986). Por tanto, lo que determina la actividad en el plano del entendimiento de cualquier situación, no es tanto lo que se pueda extraer de ella, sino las construcciones aportadas. Luego, la construcción de significados a partir de una lectura, un diálogo, una observación o una acción concreta, implica un proceso activo de formulación de hipótesis, y la posterior ejecución de actos y ensayos cuyos resultados se contrastan con nuevas observaciones. Estas acciones no implican necesariamente, trabajo experimental de laboratorio. En el aula, se pueden llevar al cabo en sesiones como por ejemplo, talleres de solución de problemas. Por su parte, esta característica conduce a la concreción de lo exigido por el segundo pilar de la educación, aprender a hacer (Delors, 1998).

Se responsabiliza al estudiante de su propio aprendizaje, en el sentido de que ha de dirigir su voluntad hacia la tarea de aprender.

Esto es así, ya que se le proporcionan los medios, circunstancias y situaciones para que, por sí mismo, haga uso de sus conocimientos para construir significados durante el proceso de aprendizaje. Esta característica responde, explícita y concretamente a lo planteado por el primer pilar de la educación, aprender a conocer (Delors, 1998).

Por otro lado, la DC está matizada por diversos elementos pedagógicos. Con base en algunas ideas de Freire (1975), se considera que un aspecto importante es que la DC comienza con los estudiantes en la situación en la que existen; crea en ellos, a partir del diálogo (socrático), una concientización de tal situación -la que a su vez es parte de la primera fase del constructivismo piagetiano- y sus limitaciones, les presenta posibilidades o modos de existencia alternativos y, finalmente, los guía en la aplicación de las nuevas ideas al mundo en el que existen. Así, al problematizar los contenidos del curso se generan las condiciones para que los estudiantes hagan explícitos sus preconceptos, lo que a su vez propicia el hecho de que el contenido propuesto se convierta en *su* problema; esto es, el tema propuesto se convierte en algo importante para ellos. Esto también encierra un respeto por los estudiantes al darse ellos mismos cuenta de que tienen algo con que contribuir a la situación de aprendizaje. El profesor debe hacerlo notar de la manera más clara posible.

La DC consta de cuatro etapas: Presentación del tema, Problematización o cuestionamiento de los preconceptos, Introducción de conceptos nuevos, y Aplicación de los conceptos nuevos. Cabe aclarar que esta técnica no se lleva a cabo de manera rígida en cada sesión. Es cierto que es fundamental para el esquema educativo que se propone, pero también es cierto que ella es una guía general. La DC se acompaña de otras técnicas didácticas que se denominan *Estrategias*, las cuales se describen en la siguiente sección. Tales estrategias se utilizan dentro de la DC en los momentos apropiados, dados por la situación específica que se vive en el aula. A continuación se describen algunos detalles de la DC.

La DC comienza con una presentación del tema con los objetivos de aprendizaje a alcanzar y, enseguida, la identificación de los preconceptos utilizando diversas técnicas como, por ejemplo, una lluvia de ideas o la estrategia adecuada para ello. El segundo momento, la problematización, o cuestionamiento de los preconceptos, toma como estrategia fundamental, el llamado Diálogo Socrático (Julian, 1995), donde se considera

esencial que si se comienza directamente un nuevo tema con la explicación "correcta", las teorías adquieren un aura de autoridad que, además de falsa e innecesaria, daña las impresiones que puedan adquirir los estudiantes sobre la ciencia. Aunque la Física es una ciencia con un alto grado de madurez, y la mecánica de Newton o el electromagnetismo clásico son teorías sumamente acertadas, de ningún modo representan explicaciones finales. Si ellas se introducen como formas actuales de explicar eventos naturales, dejando abierta la posibilidad de que con el paso del tiempo se estudien o desarrollen nuevas teorías, entonces se romperá con la idea equivocada de que la Física es un conjunto de conocimientos básicamente completo, estático y acabado. Al enfatizarse el hecho de que las teorías que se les presentan son sólo más sofisticadas y generales que las que ellos traen, se les brinda la oportunidad para que busquen participar activamente en un desarrollo sistemático del tema. Así, al menos en principio, no habrá fragmentación entre los preconceptos de los estudiantes, los conceptos presentes y los posibles conceptos futuros.

El tercer momento de la DC es la introducción de conceptos nuevos, lo cuál se realiza esencialmente, por aportaciones de alumnos y, cuando se estima necesario, por exposición del profesor. Aquí se busca que los estudiantes relacionen sus preconceptos y las construcciones nuevas, de manera que desarrollen representaciones descriptivas y significados, etapa correspondiente a la asimilación que conduce al nuevo estado de equilibrio.

Por supuesto que, en general, los estudiantes no están preparados para llevar al cabo discusiones desde la primera clase. La realidad es que no están acostumbrados y, en muchos casos, no se interesan en involucrarse en una actividad que consideran un simple trámite. Sin embargo, después de una o dos semanas, comienzan a abrirse a la discusión, a compartir sus ideas y a expresar sus opiniones sobre el mundo al resto de sus compañeros.

Finalmente, en la cuarta etapa, se busca proporcionar oportunidades para usar las nuevas ideas, aspecto de singular importancia puesto que es lo que permite que el alumno adquiera confianza en ellas; además, es la etapa en la que se inicia el proceso de adquisición de hábitos y habilidades, así como el de conocimiento de métodos de investigación y solución de problemas. En esta etapa, la actividad más frecuente es el taller de solución de problemas.

2. Estrategias Relacionadas con la Didáctica Constructiva

Por sí misma, la DC no ofrece una solución completa al problema de una enseñanza centrada en el aprendizaje; necesita acompañarse de actividades complementarias, las *estrategias*. Cada una de éstas contiene una serie de objetivos que, a su vez, conforman la lista de objetivos del programa de la asignatura *Física e Introducción a la Física*. Además, en cada una de ellas, se describen las actividades a desarrollarse para aplicarlas, así como los mecanismos que determinan la retroalimentación necesaria de acuerdo con lo discutido en el capítulo anterior. Presentamos a continuación, las estrategias que acompañan a la DC.

2.1 Estrategia de Inicio

En la primera clase del ciclo o al inicio de un nuevo tema especialmente importante, se les pide a los estudiantes información sobre su nivel de conocimientos sobre la materia en general o sobre el tema particular. El propósito de ello es obtener la retroalimentación adecuada para determinar el mejor punto de partida y el nivel más conveniente para iniciar el desarrollo del tema. Lo esencial de esta estrategia para los estudiantes, es que les permite enfocar su atención hacia el material de estudio más importante, proporcionándoles un avance de lo que vendrá en las siguientes clases y una revisión de lo que ya saben sobre tal material.

Si la manera de recabar la información es a través de un instrumento de valoración tipo examen, el cual se puede utilizar como pretest y como postest para obtener una aproximación a qué tanto y qué tan bien aprendieron el material. Las preguntas o reactivos del instrumento se enfocan sobre los conceptos específicos que deben saber los estudiantes para lograr aprendizajes. Como característica, al menos una pregunta deberá ser de respuesta fácil y correcta y al menos otra de un grado de dificultad elevado, de acuerdo con el juicio y al experiencia del profesor. Las preguntas también se pueden usar para introducir los conceptos a desarrollarse durante las clases.

Los objetivos relacionados con la Estrategia de Inicio tienen que ver con el desarrollo de hábitos de estudio, mejorar las habilidades de memorización, aprender términos, hechos, conceptos y teorías relacionadas con el tema en cuestión, y desarrollar una perspectiva histórica informada.

Una manera de proceder en el uso de esta estrategia es la siguiente:

- Antes de introducir un concepto nuevo, es importante tomar en consideración lo que los estudiantes ya saben acerca de él. Tal conocimiento puede ser parcial, fragmentado, simplista o aún incorrecto. Dado que cada grupo está compuesto de estudiantes que provienen de diferentes sistemas de bachillerato, es aconsejable encontrar el punto más probable de conocimiento común y usarlo para conducirlos hacia otros puntos menos familiares.
- Llevar al aula una serie de preguntas abiertas de respuesta corta y directa (en mente o por escrito). En el caso del instrumento, las preguntas van escritas cuidadosamente, ya que el uso de un vocabulario que no les sea familiar puede conducirlos a resultados que oscurezcan los propósitos de la estrategia.
- Hacer las preguntas directamente al grupo, escribirlas en el pizarrón o proyectarlas por medio de algún dispositivo (cañón, retroproyector). En cualquier caso hacer hincapié en que las preguntas no forman parte de ningún mecanismo de calificación o evaluación, sino que su objetivo es obtener la información necesaria para iniciar el ciclo o el tema de la mejor manera posible para todos. Es importante animar a los estudiantes, exhortándolos para que den respuestas razonadas y razonables, contestando de la manera más directa posible. En muchas ocasiones, es fácil constatar que los alumnos no contestan la pregunta hecha, sino que dan una respuesta que nada tiene que ver. En tal caso, pacientemente, habrá que indicarles que se centren en lo que se les pregunta

Al término del ejercicio se hacen saber las respuestas correctas, reiterándolas y fraseándolas de diferentes maneras, permitiendo que tomen las notas necesarias. En ocasiones es aconsejable mencionar de qué manera afectan los resultados a lo que el docente hará en los minutos o clases siguientes y a lo que los estudiantes deberán hacer en lo sucesivo.

Este procedimiento tiene varias ventajas. Proporciona no solamente datos sobre los conocimientos de los estudiantes sobre ciertos temas, sino también sobre sus habilidades de comunicación verbal y escrita; da la pauta para tomar decisiones sobre la enseñanza antes de comenzar una nueva lección y a los estudiantes les proporciona la oportunidad de establecer sus propias relaciones entre los conocimientos “viejos” y los nuevos. Sin embargo, también tiene limitaciones. Si las respuestas de los estudiantes están en desacuerdo con las expectativas del docente, la retroalimentación puede ser abrumadora y en ocasiones, desmoralizadora. Por parte de los estudiantes, cuando tienen antecedentes académicos pobres, la experiencia puede ser difícil y frustrante. Entonces,

esta estrategia, que de manera natural identifica a los estudiantes con escasa preparación tanto como a los que están muy bien preparados, proporciona los medios para preparar un plan de respuesta para ambas clases de estudiantes.

2.2 Preconceptos y Errores Conceptuales

La identificación de EC es una componente esencial del trabajo docente en el paradigma constructivista. Así, se necesita una estrategia general para detectar no sólo EC, sino también los preconceptos con que los estudiantes llegan al curso, utilizable en cada nuevo tema del programa. Tal procedimiento está muy relacionado con la estrategia anterior, aunque los propósitos y método general son diferentes. Aquí se trata de descubrir los conocimientos o creencias que pueden obstruir o bloquear el aprendizaje, ya que el mayor obstáculo para ello no es la falta de conocimientos previos (preconceptos), sino su existencia. La experiencia ha mostrado que para los estudiantes es más difícil “desaprender” un conocimiento incorrecto o incompleto que dominar un conocimiento nuevo, por lo que es importante descubrir lo más pronto posible, cuales son los preconceptos y EC de los estudiantes que más probabilidades tienen de interferir con su aprendizaje. Por consiguiente, esta estrategia está diseñada para revelar casos específicos de conocimiento incompleto o incorrecto, y actitudes o valores que puedan representar barreras para el aprendizaje.

El gran valor de esta estrategia es que permite a los estudiantes identificar y reconocer sus EC, en el más puro sentido freireano, proporcionándoles la ocasión para aprender material nuevo y asimilarlo, integrándolo a sus estructuras mentales “transformadas”.

Los objetivos relacionados con esta estrategia tienen que ver con el desarrollo de la habilidad para distinguir entre hecho y opinión; con la apertura a nuevas ideas; con el fomento de la honestidad, y con el aprendizaje de términos, hechos, conceptos y teorías de la asignatura.

Una forma de proceder en la aplicación de la estrategia es la siguiente:

- Se comienza por identificar los preconceptos o EC más comunes que tienen los estudiantes que llegan al curso. La manera de hacerlo puede ir desde una pregunta disparadora de una tormenta de ideas en clase, hasta un proyecto de investigación formal y exhaustivo.
- Dependiendo de la manera como se haya procedido para la identificación, el análisis para la retroalimentación puede contestar a una o todas de las siguientes

tres preguntas: ¿Qué preconceptos o EC específicos tienen mis alumnos sobre el (los) tema (s) del curso que puedan interferir con el aprendizaje? ¿En qué porcentaje están presentes?, esto es ¿aproximadamente cuántos de mis alumnos los tienen?, y ¿qué tan arraigados se encuentran estos preconceptos o EC en ellos?.

- Más adelante, durante el desarrollo del curso, volver a aplicar la técnica usada para identificar los preconceptos o EC con el objeto de verificar si algo ha cambiado y de que manera ha cambiado.

La ventaja que esta estrategia tiene es que los estudiantes aprenden a cuestionar su propio conocimiento, sus creencias y sus actitudes, y pueden desarrollar cierto sentido de control sobre su pensamiento, lo cual representa un avance en el camino del autoconocimiento.

Pero así como tiene esa gran ventaja, también tiene limitantes. La primera es que a nadie le gusta que le cuestionen sus preconceptos, sobre todo cuando tienen muchos años de existencia. Además, “desaprenderlos” es un proceso difícil y en ocasiones penoso.

Otra limitante es el tiempo. Los cambios de actitud, en ideas fundamentales y creencias toman lapsos considerables. Para muchos estudiantes, pasar de una visión aristotélica –y a veces mágica- del universo a una visión empírica, es un proceso que requiere de más tiempo del que se dispone en un semestre.

2.3 Esquema de Análisis.

El esquema de análisis procura que el alumno conteste las preguntas ¿Qué?, ¿Cómo? y ¿Por qué? en referencia a un mensaje o enunciado particular. Tiene una importancia singular en la vida cotidiana, ya que todos estamos expuestos a una serie de mensajes a través de los medios de comunicación o de pláticas y lecturas que no siempre contienen información adecuada. Además, esta estrategia está relacionada con otras de las estrategias propuestas, en virtud de que conduce, como una de sus actividades esenciales, a la lectura cuidadosa de mensajes o enunciados. En las estrategias de solución de problemas, generalmente el primer paso es la lectura cuidadosa del enunciado del problema, etapa que muchos estudiantes no realizan (por lo de cuidadosamente) y es una de las causas del fracaso en la solución de problemas en exámenes.

El propósito de esta estrategia es obtener información sobre las habilidades de los estudiantes para separar y analizar el contenido, la forma y, a veces la intencionalidad de un mensaje o un enunciado. La información adquirida nos permitirá diseñar las actividades más adecuadas para desarrollar esas habilidades.

Los objetivos con los que se relaciona, son los que tienen que ver con el desarrollo de habilidades analíticas de escuchar y de leer atentamente; con aprender a evaluar métodos y materiales, desarrollar la capacidad de tomar decisiones acertadas y la capacidad de pensar por uno mismo.

Una forma de proceder para la aplicación de esta estrategia es:

- Escoger un mensaje en forma de noticia en una revista o periódico, anuncio o enunciado sobre un concepto de Física. En esta época abundan anuncios que tienen que ver tópicos como, por ejemplo, el uso de imanes en terapias o noticias cortas (no más de cinco párrafos) referentes a OVNI.
- Si el mensaje no está claramente diferenciado, de manera que los estudiantes puedan contestar las tres preguntas directamente, es aconsejable preparar el mensaje antes de presentarlo a los alumnos.
- Mostrar la manera en que el mensaje puede ser separado para contestar las preguntas, paso a paso. Es posible que dos mensajes tengan estructuras tan diferentes, que para cada uno de ellos se necesiten, también, diferentes pasos.
- Después de ello, permitir que los estudiantes analicen el o los mensajes seleccionados para la clase. Es importante continuar guiándolos hasta que puedan hacerlo por sí mismos.
- Hacer lo mismo utilizando enunciados de problemas típicos.

Los beneficios que se derivan de esta estrategia son, entre otros, que estimula el proceso de pensamiento crítico, y que ayuda a que el estudiante encuentre patrones y estructuras comunes en diferentes mensajes y textos, ayudándolo a mejorar sus procesos de lectura y estudio en otras materias.

2.4 La Analogía.

Pensar con base en analogías es una habilidad que juega un papel trascendental en la transferencia y aplicación del conocimiento. El propósito esencial de esta estrategia es impulsar el desarrollo de esa habilidad. Las analogías a las que nos referimos en esta estrategia están poco relacionadas con las analogías clásicas de la forma: *A es a B como*

X a Y. En nuestro contexto buscamos analogías de mayor proyección y contenido. Por ejemplo, se puede establecer una analogía válida entre el flujo de fluidos en una tubería y el flujo de corriente eléctrica a través de un cable conductor, y entre el principio de conservación del ímpetu y el principio de conservación de la energía.

Los objetivos relacionados con esta estrategia son aquellos que tienen que ver con el desarrollo de la habilidad para sintetizar e integrar información e ideas, desarrollar el pensamiento creativo, mejorar la habilidad de memorización, aprender conceptos y teorías del tema o unidad y desarrollar la apertura a nuevas ideas.

La manera de proceder con esta estrategia depende del tema. Es recomendable para aclarar conceptos, ideas o temas de difícil comprensión o para introducir una idea o concepto nuevos. En este último caso, la introducción con la analogía puede hacerla el propio estudiante recordando el concepto previo que se conecta con el nuevo, bajo la dirección del profesor en forma de diálogo socrático, como por ejemplo los principios de conservación mencionados antes.

Cuando se utiliza para aclarar ideas, es también recomendable pedir a los estudiantes que busquen otras analogías y se discuta la validez de cada una de ellas. Por ejemplo, el caso del concepto (no la definición) de aceleración que puede introducirse como una analogía del concepto de rapidez.

Las ventajas que tiene la estrategia son: anima a los estudiantes a conectar los nuevos conocimientos con conocimientos previos, estableciendo interrelaciones entre diversas disciplinas o temas. Estas interrelaciones ayudan a que el estudiante no considere a la Física como una serie de conceptos o hechos inconexos, aislados unos de otros. Además, se promueve un aprendizaje más duradero y poderoso. Muchos estudiantes opinan que esta estrategia es intelectualmente estimulante y, en ocasiones, divertida.

2.5 Clasificación de Problemas.

La solución de problemas, no solamente en Física, sino en muchas áreas del conocimiento, ha sido un fértil campo de investigación de donde han salido numerosas propuestas (Pozo, 1994). Inclusive, los libros de texto modernos presentan, en sus primeros capítulos diversos métodos para resolver problemas de todo tipo. La situación problemática con la que la mayoría de los estudiantes tiene que enfrentarse con respecto a este tema, es que, con frecuencia, no sabe que método utilizar para resolver algún tipo determinado de problema. Por consiguiente, esta estrategia pretende ayudar a los

estudiantes a reconocer diferentes tipos de problemas, acción que representa el primer paso en la aplicación de algún método de solución, al inicio del desarrollo de una habilidad analítica.

Los objetivos con los que se relaciona esta estrategia son aquellos que tienen que ver con el desarrollo de la habilidad para aplicar principios y generalizaciones aprendidas a situaciones y problemas nuevos, con el desarrollo de habilidades para resolver problemas, con el mejoramiento de habilidades matemáticas, y con el desarrollo de la habilidad de proceder sistemática y metódicamente.

La manera de proceder es la siguiente:

- Seleccionar ejemplos de diferentes tipos de problemas relacionados entre sí, con los que se haya probado la dificultad de los estudiantes para distinguirlos. Es importante que cada ejemplo ilustre sólo un tipo de problema. Por ejemplo, un problema de tercera ley de Newton y otro de conservación del ímpetu.
- El siguiente paso, la clasificación propiamente dicha, tiene dos vertientes. Se les puede proporcionar la información sobre los tipos de problemas que se les presentan, para que los estudiantes simplemente establezcan la relación entre el tipo de problema y el ejemplo presentado, o hacer que los estudiantes identifiquen el tipo por sí mismos. De cualquier modo, siempre será recomendable hacer notar las diferencias, que a veces son sutilezas, y la manera de buscar la información relevante para hacer la distinción. En este punto, la estrategia de análisis es aplicable.
- Como medio de reforzamiento, presentar otros grupos de problemas, no ya como ejemplo, sino como ejercicio, ya sea en el aula o como tarea para casa.
- Pedir a los estudiantes que expliquen por qué distinguen un tipo de problema de otro y qué clase de información buscan en los enunciados para hacer la distinción, es una práctica recomendable, sobre todo si no todos los estudiantes pueden ejecutar correctamente el ejercicio.
- Los estudiantes siempre deberán justificar el por qué de su elección, sobre todo cuando existen problemas que dan lugar a más de una interpretación.

Esta estrategia tiene la ventaja de que los estudiantes aprenden a proceder sistemáticamente, ya que primero deben reconocer con que tipo de problema están tratando, antes de proceder a resolverlo sin un plan determinado. Además, ayuda a que los estudiantes establezcan conexiones entre los diferentes métodos de solución de

problemas, de manera que puedan aplicar satisfactoriamente las habilidades para resolver problemas que van aprendiendo y desarrollando paralelamente.

Sin embargo, como todas las estrategias tiene limitaciones. Una de ellas es que no todos los problemas, sobre todo los de aplicación a la vida cotidiana, son fáciles de encuadrarlos en un tipo determinado. La otra es que el hecho de que puedan reconocer fácilmente un tipo de problema, no significa que puedan resolverlo.

Finalmente, como la clasificación de problemas es una habilidad que, hasta donde se sabe no se enseña, el profesor debe hacerla lo más explícita posible, procurando la mayor ejercitación posible.

2.6 Solución Explicada de Problemas

Resolver problemas no sólo significa llegar a la respuesta correcta siguiendo un determinado método. El aspecto más importante, es que el estudiante tome conciencia de lo que está haciendo y del por qué lo está haciendo. En esta estrategia, se pretende que el estudiante describa, de alguna manera, cada paso del método que utiliza, centrando su atención en el proceso en lugar de que se preocupe por si su respuesta es correcta o no. Este es el principio fundamental sobre el que se basa el dominio del arte de resolver problemas, de acuerdo con la idea de que si el procedimiento es conceptual y analíticamente correcto, lo más seguro es que el resultado sea correcto, mientras que, si el procedimiento es conceptualmente incorrecto, lo más seguro es que el resultado también lo sea. Es importante hacerles notar a los estudiantes que, en ocasiones, un procedimiento conceptualmente incorrecto arroja un resultado correcto, esto es, coincide con el resultado reportado al final del libro, por lo que para el aprendizaje, el proceso es tan importante como el resultado.

Los objetivos que persigue esta estrategia son los relacionados con el desarrollo de la habilidad de aplicar principios y generalizaciones aprendidas a situaciones y problemas nuevos; con el desarrollo de habilidades para resolver problemas; con el desarrollo de habilidades, hábitos y estrategias de estudio apropiados; con mejorar las habilidades matemáticas; con el aprendizaje de técnicas y métodos para obtener conocimientos nuevos en la materia, y con aprender a evaluar métodos y técnicas.

Para proceder se sugieren los siguientes pasos:

- Seleccionar uno o dos problemas representativos con diferentes niveles de complejidad y resolverlos previamente.

- Resolver los problemas haciendo explícito el plan de solución y cada uno de los pasos seguidos para resolverlo, de manera verbalizada. Esto se hace por medio de un diálogo socrático o permitiendo que sean los propios estudiantes quienes lo hagan bajo la dirección del profesor o de un estudiante sobresaliente en esta técnica.
- Insistir en que toda la solución se escriba de manera clara, limpia y concisa, siguiendo un orden secuencial lógico de todos los pasos realizados.
- Hacer hincapié en que el método es, en ocasiones, más importante que la respuesta. Un buen argumento es, como se menciona anteriormente, que si el método es correcto, lo más probable es que la respuesta también lo sea y vice versa.
- La utilización de la técnica en todas o en la mayoría de las tareas permitirá que los estudiantes adquieran más y mejor conocimiento de los métodos para resolver problemas, así como del uso más eficiente de principios y ecuaciones.

Esta estrategia tiene la particularidad de que desarrolla la habilidad metacognitiva de conocer y controlar los procesos de solución de problemas. Sin embargo, se debe tener presente que la mayoría de los estudiantes tiene poca o ninguna experiencia en el uso de métodos sistemáticos para resolver problemas, así como tampoco en su verbalización; por consiguiente, debe proporcionárseles toda la ayuda posible al inicio.

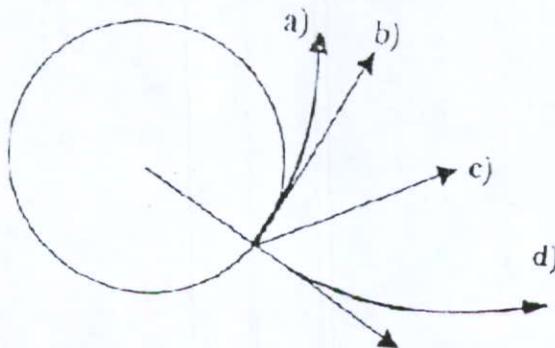
ANEXO 4
EXAMEN DE DIAGNÓSTICO (PRETEST Y POSTEST)

1. Se tiene dos bolas de metal exactamente el mismo tamaño, pero una pesa el doble de la otra. Ambas bolas se dejan caer desde la azotea de una casa de dos pisos al mismo tiempo. El tiempo que tardan las bolas en llegar al suelo será:
 - a) Para la bola más pesada la mitad que para la bola más ligera.
 - b) Para la bola más ligera, la mitad que para la bola más pesada.
 - c) El mismo para ambas bolas.
 - d) Menor para la bola más pesada, aunque no necesariamente la mitad.
 - e) Menor para la bola más ligera, aunque no necesariamente la mitad.

2. Suponga que un camión de pasajeros choca de frente con un auto compacto pequeño. Durante la colisión.
 - a) El camión aplica una fuerza mayor sobre el auto que el auto sobre el camión.
 - b) El auto aplica una fuerza mayor sobre el camión que el camión sobre el auto.
 - c) Ninguno ejerce fuerza sobre el otro; el auto queda aplastado simplemente porque se le cruzo al camión.
 - d) El camión aplica una fuerza sobre el auto, y el auto no ejerce alguna fuerza sobre el camión.
 - e) El camión aplica sobre el auto una fuerza igual a la que el auto aplica sobre el camión.

3. Dos bolas de acero ruedan con la misma rapidez sobre la superficie de una mesa horizontal. Una de ellas pesa el doble que la otra. En un instante determinado ambas llegan a la orilla y caen. En esta situación:
 - a) Ambas bolas chocan contra el piso aproximadamente la misma distancia horizontal de la mesa.
 - b) La bola más pesada llega a la mitad de la distancia horizontal de la base de la mesa de la que llega la bola más ligera.
 - c) La bola más ligera llega a la mitad de la distancia horizontal de la base de la mesa de la que llega la bola más ligera.
 - d) La bola más pesada choca contra el suelo a una distancia menor que la de la más ligera, aunque no necesariamente la mitad.
 - e) La bola más ligera choca contra el suelo a una distancia menor que la de la más pesada, aunque no necesariamente la mitad.

4. Una bola pesada está amarrada con una cuerda y se hace girar en un círculo horizontal como se ve en la figura. En el punto indicado, la cuerda se rompe repentinamente. Si esto se observa directamente desde arriba, ¿Cuál será la trayectoria que seguiría la bola?

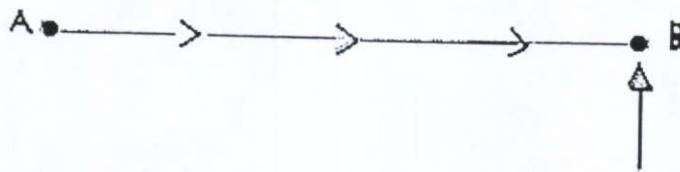


5. Una persona lanza una piedra verticalmente hacia arriba "sin considerar la resistencia del aire" la(s) fuerza(s) ejercida(s) sobre la piedra durante su trayectoria, desde que deja la mano de la persona, y hasta que llega al piso, es (son):

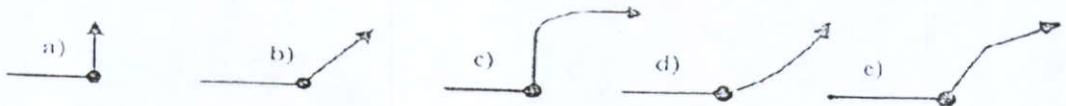
- a) Su peso, dirigido hacia abajo, junto con una fuerza hacia arriba que disminuye paulatinamente.
- b) Una fuerza dirigida hacia arriba que disminuye paulatinamente hasta el punto más alto, después del cual se ejerce una fuerza gravitacional dirigida hacia abajo que aumenta paulatinamente.
- c) Una fuerza gravitacional constante, dirigida hacia abajo, junto con una fuerza dirigida hacia arriba que disminuye paulatinamente hasta el punto más alto, después del cual solo se ejerce la fuerza gravitacional constante hacia abajo.
- d) Solamente una fuerza gravitacional constante hacia abajo.
- e) Ninguna de las anteriores, la piedra simplemente regresa a la tierra porque todo lo que sube tiene que bajar.

Utilice el siguiente diagrama y la situación que se describe para contestar las cuatro preguntas siguientes.

El diagrama muestra un disco de hockey deslizándose, con velocidad constante, del punto A al punto B, sobre una superficie horizontal sin fricción. Todo es observado directamente desde arriba. Cuando el disco llega al punto B, recibe un golpe horizontal instantáneo en la dirección de la flecha.



6. A lo largo de cuál de las trayectorias siguientes se moverá el disco después de recibir un golpe?



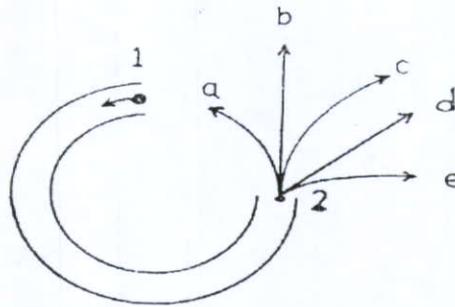
7. ¿Cómo es la rapidez del disco justo después de recibir el golpe?

- a) Igual a la rapidez v_0 que tenía antes de recibir el golpe.
- b) Igual a la rapidez v que adquiere por efectos del golpe, e independientemente de la rapidez v_0 .
- c) Igual a la suma aritmética de las rapidezces v y v_0 .
- d) Menor que cualquiera de las rapidezces v ó v_0 .
- e) Mayor que cualquiera de las rapidezces v ó v_0 , pero menor que la suma aritmética de ellas v_0 .

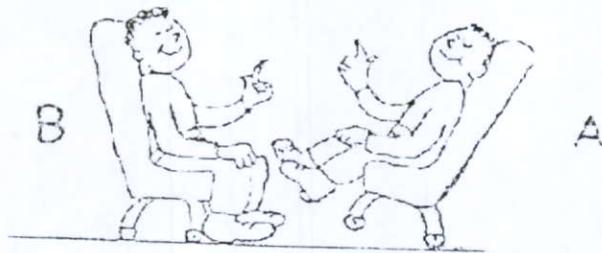
8. ¿Cómo cambia la rapidez del disco después de recibir el golpe a lo largo de la trayectoria sin fricción elegida?

- a) No cambia.
- b) Aumenta continuamente.
- c) Disminuye continuamente.
- d) Aumenta durante un lapso y después disminuye.

- e) Constante durante un cierto lapso y después disminuye.
9. Las fuerzas principales aplicadas después del golpe sobre el disco, a lo largo de la trayectoria elegida son:
- La fuerza gravitacional hacia abajo y el efecto de la presión atmosférica.
 - La fuerza gravitacional hacia abajo y la fuerza horizontal del momentum en la dirección del movimiento.
 - La fuerza gravitacional hacia abajo, la fuerza hacia arriba aplicada por la superficie y una fuerza horizontal en la dirección del movimiento.
 - La fuerza gravitacional hacia abajo y la fuerza hacia arriba aplicada por la superficie.
 - Ninguna fuerza.
10. La figura muestra, esquemáticamente, un canal semicircular sujeto firmemente a una mesa horizontal. Todo es observado directamente desde arriba. Una pelota entra al canal en 1 y sale en 2. ¿Cuál de las trayectorias dibujada se aproxima más a la que seguiría la pelota al salir del canal y rodar sobre la mesa?



Dos estudiantes, A y B, se encuentran sentados en sillas idénticas equipadas con ruedas cuya fricción es despreciable, uno frente a otro. La masa de A es de 95Kg. y la masa de B es de 77Kg. El estudiante A apoya sus pies sobre las rodillas del estudiante B como se muestra en la figura, y súbitamente, da un empujón haciendo que ambas sillas se muevan.



11. En esta situación
- Ninguno de los estudiantes aplica una fuerza sobre el otro.
 - A aplica una fuerza a B, pero B no aplica fuerza sobre A.
 - Cada estudiante aplica una fuerza sobre el otro, pero B aplica la mayor de ellas.
 - Cada estudiante aplica una fuerza sobre el otro, pero A aplica la mayor de ellas.
 - Cada estudiante aplica una fuerza de igual magnitud sobre el otro.
12. Un libro se encuentra en reposo sobre la mesa ¿Cuál(es) de las siguientes fuerzas están aplicadas sobre el libro?
- Una fuerza hacia abajo debido a la gravedad.
 - Una fuerza hacia arriba aplicada por la mesa.

- III. Una fuerza neta hacia abajo debido a la presión del aire.
- IV. Una fuerza neta hacia arriba debido a la presión del aire.

- a) Solamente I.
- b) I y II.
- c) I, II y III.
- d) Ninguna ya que el libro se encuentra en reposo.

Las siguientes dos preguntas se refieren al diagrama y a la situación descrita a continuación:

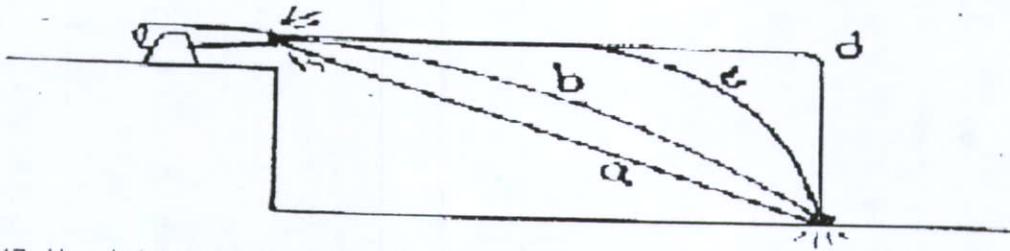
Un camión descompuesto es empujado por un automóvil compacto hasta un taller cercano.



13. Mientras el auto, empujando el camión acelera para alcanzar una rapidez que mantendrá constante.
- a) La intensidad de la fuerza con la que el auto empuja el camión es igual a la que el camión aplica al auto.
 - b) La intensidad de la fuerza con la que el auto empuja al camión es menor que la que el camión aplica al auto.
 - c) La intensidad de la fuerza con la que el auto empuja al camión es mayor que la que el camión aplica al auto.
 - d) El motor del auto está trabajando, por lo que el auto aplica una fuerza al empujar el camión, mientras que el motor del camión está apagado, por lo que el camión no puede aplicar una fuerza al auto; el camión se mueve porque está en la misma dirección en la que se mueve el auto.
 - e) Ni el auto ni el camión se aplican fuerzas uno al otro; el camión se mueve porque está en la misma dirección en la que se mueve el auto.
14. Después que el auto ha alcanzado la rapidez que mantendrá constante.
- a) La intensidad de la fuerza con la que el auto empuja el camión es igual a la que el camión aplica al auto.
 - b) La intensidad de la fuerza con la que el auto empuja al camión es menor que la que el camión aplica al auto.
 - c) La intensidad de la fuerza con la que el auto empuja al camión es mayor que la que el camión aplica al auto.
 - d) El motor del auto está trabajando, por lo que el auto aplica una fuerza al empujar el camión, mientras que el motor del camión está apagado, por lo que el camión no puede aplicar una fuerza al auto; el camión se mueve porque está en la misma dirección en la que se mueve el auto.
 - e) Ni el auto ni el camión se aplican fuerzas uno al otro; el camión se mueve porque está en la misma dirección en la que se mueve el auto.
15. Cuando una pelota de hule que se deja caer rebota contra el piso, la dirección de sus movimiento opuestas a la de caída porque:
- a) Se conserva la energía de la pelota.
 - b) Se conserva el momento de la pelota.

- c) El piso aplica una fuerza a la pelota de tal manera que la detiene en su caída y la lanza hacia arriba.
- d) El piso está en su camino y la pelota tiene que seguir moviéndose.

16. ¿Cuál de las trayectorias del diagrama representa mejor la trayectoria de la bala de cañón?



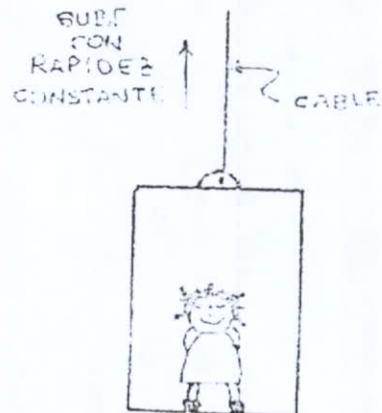
17. Una piedra que cae desde la azotea de un edificio.

- a) Alcanza su máxima rapidez casi inmediatamente después de comenzar su caída y entonces cae con rapidez constante.
- b) Acelera durante su caída, porque mientras más cerca del suelo mayor es la atracción gravitacional.
- c) Acelera por la fuerza gravitacional constante aplicada sobre ella.
- d) Caer por una combinación entre la fuerza gravitacional y la presión del aire que la empuja hacia abajo.

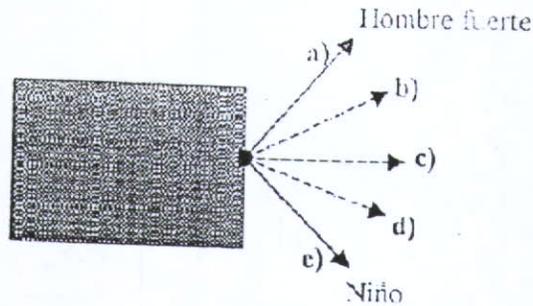
Al responder la siguiente pregunta, suponga que toda fuerza de fricción debida a la resistencia del aire es lo suficientemente pequeña como para ser ignorada.

18. Un elevador se eleva por medio de un cable de acero como se muestra en el esquema. Cuando el elevador va subiendo con rapidez constante:

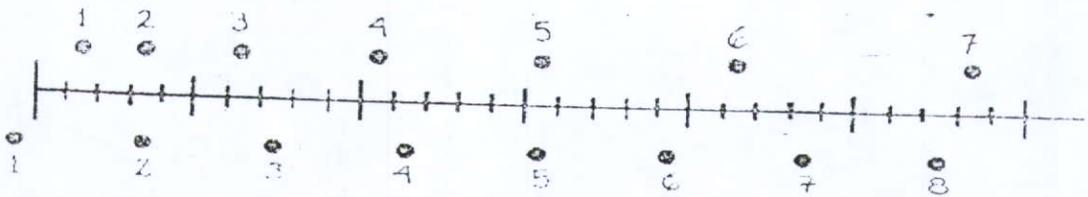
- a) La fuerza del cable sobre el elevador es mayor que la fuerza gravitacional.
- b) La magnitud de la fuerza del cable (hacia arriba) sobre el elevador, es igual a la de la fuerza gravitacional (hacia abajo).
- c) La fuerza del cable sobre el elevador es menor que la fuerza gravitacional.
- d) El elevador sube porque la longitud del cable se va acortando y no porque ejerza una fuerza sobre el elevador.
- e) La fuerza del cable sobre el elevador es mayor que la fuerza hacia abajo debida a la combinación de la gravedad y la presión del aire.



19. Un hombre fuerte y un niño jalar, lo mas fuerte que pueden, dos cuerdas sujetas a una caja, como se aprecia en el diagrama. ¿Cuál de las trayectorias indicadas (a-e) sería la que seguiría la caja?



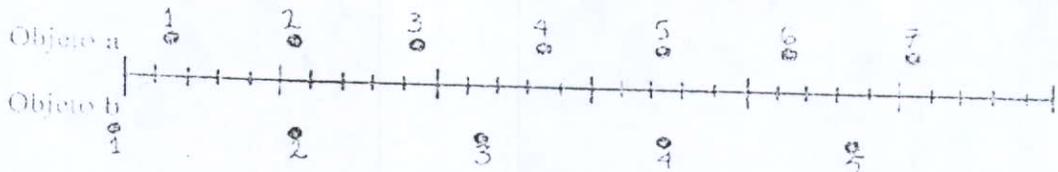
El siguiente diagrama muestra las posiciones de dos objetos a intervalos de 0.20 segundos sucesivos, mientras se mueven hacia la derecha.



20. ¿Tienen la misma rapidez en algún instante?

- a) No.
- b) Si, en el instante 2.
- c) Si en el instante 5.
- d) Si, en el instante 2 y 5.
- e) Si, en el instante entre 3 y 4.

Las posiciones sucesivas de dos objetos se muestran en el diagrama siguiente. Los intervalos de tiempo son iguales para ambos y se mueven hacia la derecha.



21. La aceleración de los objetos se relacionan como sigue:

- a) Aceleración de a > aceleración de b
- b) Aceleración de a = aceleración de b
- c) Aceleración de a < aceleración de b
- d) Aceleración de a = aceleración de b=0
- e) No se da suficiente información para dar una respuesta.

22. Una pelota de golf se golpea y se observa una trayectoria parabólica durante su vuelo. ¿Cuál(es) de las fuerzas actúa(n) sobre la pelota durante su vuelo?

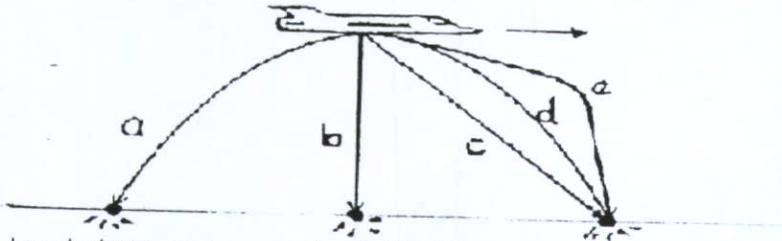
- I. La fuerza gravitacional.
- II. La fuerza del golpe.
- III. La resistencia del aire.

- a) Solamente I.
- b) I y II.
- c) I, II y III.

d) I y III.

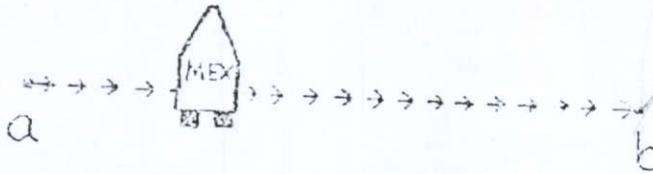
e) II y III.

23. Desde un avión que vuela con rapidez constante horizontalmente, se suelta un paquete. Visto desde el suelo, ¿Cuál será la trayectoria que seguiría el paquete en su caída?

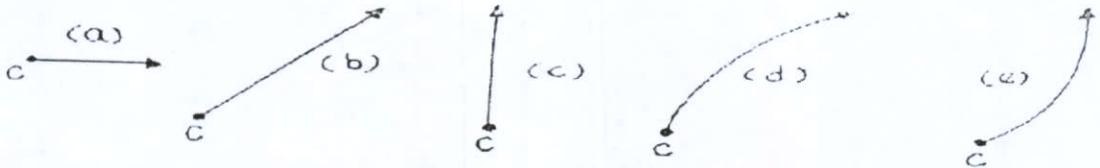


Las siguientes cuatro preguntas (24,25,26,27) se refieren al diagrama y situación siguiente:

Un cohete, en el espacio exterior, se mueve lateralmente de la posición "a" a la posición "b". No existe ninguna fuerza externa. En el punto "b", los motores del cohete se encienden y producen un empuje constante en dirección perpendicular a la trayectoria "ab". Al llegar a un punto "c", los motores se apagan.



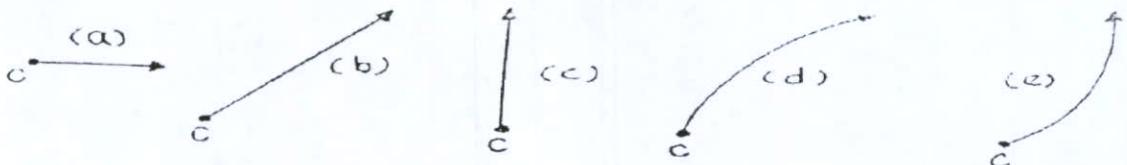
24. ¿Cuál de las siguientes trayectorias es la que mejor representa a la que seguiría el cohete de "b" a "c"?



25. Mientras el cohete se mueve de "b" a "c", su rapidez:

- a) Se mantiene constante.
- b) Aumenta automáticamente.
- c) Disminuye paulatinamente.
- d) Primero aumenta y luego se mantiene constante.
- e) Primero se mantiene constante y luego disminuye.

26. En el punto "c" se apagaron los motores. ¿Cuál trayectoria seguirá el cohete más allá de "c"?



27. Más allá de "c", la rapidez del cohete,

- a) Se mantiene constante.
- b) Aumenta paulatinamente.
- c) Disminuye paulatinamente.
- d) Primero aumenta y luego se mantiene constante.

- e) Primero se mantiene constante y luego disminuye.
28. Una caja grande se empuja sobre el suelo de modo que se mueve con rapidez constante. ¿Qué concluiría sobre las fuerzas aplicadas sobre ella?
- a) Si la fuerza aplicada se duplica en magnitud, la rapidez constante se duplica también.
 - b) La magnitud de la fuerza aplicada para mover la caja con rapidez constante debe ser mayor que su peso.
 - c) La magnitud de la fuerza aplicada para mover la caja con rapidez constante debe ser igual a la magnitud de la fuerza de fricción que se opone al movimiento.
 - d) La magnitud de la fuerza aplicada para mover la caja con rapidez constante debe ser mayor que la magnitud de la fuerza de fricción que se opone al movimiento.
 - e) Existe una fuerza aplicada a la caja que la hace moverse, pero fuerzas externas como la fricción no son fuerzas "reales", solamente son una oposición al movimiento.
29. Si la fuerza aplicada a la caja en el problema anterior deja de aplicarse repentinamente, la caja
- a) Se detendrá inmediatamente.
 - b) Mantiene su rapidez constante por unos instantes y luego decelera hasta detenerse.
 - c) Comienza a decelerar inmediatamente hasta detenerse.
 - d) Mantiene su rapidez constante.
 - e) Aumenta su rapidez por unos instantes y luego decelera hasta detenerse.

