

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES**  
**MAESTRÍA EN INNOVACIÓN EDUCATIVA**



**Propuesta de Innovación Educativa para el Diseño de  
Cursos de Física Clásica**

**TESIS**

Que para obtener el grado de

**MAESTRÍA EN INNOVACIÓN EDUCATIVA**

Presenta

***Ignacio Cruz Encinas***

Hermosillo, Sonora.

Septiembre del 2004.

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



**UNIVERSIDAD DE SONORA  
DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES  
MAESTRÍA EN INNOVACIÓN EDUCATIVA**



**Propuesta de Innovación Educativa para el Diseño de  
Cursos de Física Clásica**

**TESIS**

Que para obtener el grado de

**MAESTRÍA EN INNOVACIÓN EDUCATIVA**

Presenta

***Ignacio Cruz Encinas***

Director

*M.C. Rodolfo Peón Aguirre*

Asesores

Secretario: *Dr. Carlos Gallegos Elías.*

Vocal: *M.C. Ety Haydeé Estévez Nénninger.*

Suplente: *Dr. Daniel González Lomelí.*

Hermosillo, Sonora, Septiembre del 2004.



## **Agradecimientos**

*A Dios, por permitirme convivir con todos ustedes.*

*A mis padres por el cariño y formación, que con sacrificios supieron brindarme, que hoy en día, sigue rindiendo frutos.*

*A mi esposa Irasema, por su amor, cariño y comprensión, en esta segunda etapa de mi formación profesional.*

*A mis hijos: Ignacio, Argelia, Cynthia Belem, Luis Carlos y César René, en quienes cifro todo mi cariño, esperanzas y esfuerzos por brindarles el legado que mis padres me legaron: Educación.*

*A nachito, miembro de la cuarta generación, quién, con su nacimiento, viene a renovar la juventud perdida y la esperanza de un mundo mejor.*

*A la Universidad de Sonora y a todos sus representantes, que hacen posible que me siga formando y formando nuevas generaciones.*

*A mis compañeros de estudio, por compartir sus alegrías, y su ayuda en un área antes desconocida; por su comprensión y tolerancia. Gracias.*

*A la jovial Lupita, por aceptarme en el programa de Maestría en Innovación Educativa.*

*A Rodolfo, por aceptar la dirección del presente trabajo, que en su etapa final, se reflejaron sus orientaciones.*

*A los maestros de maestros: Guillermo, Jorge, Roberto, Carlos, Etty y Daniel. Muchas gracias y mi reconocimiento por la labor desempeñada.*

*Agradezco y dedico especialmente este trabajo, a la maestra Etty Estévez Nénninger, por sus esfuerzos y orientaciones que hicieron posible culminara una etapa más de mi vida. Quién, con sus enseñanzas, pudo lograr lo que todo profesor aspira de sus alumnos:*

*Aprender a aprender.*

*Ignacio Cruz Encinas*



## Índice

|   | Página |
|---|--------|
| <b>Introducción.</b>  | 1      |
| <b>Capítulo 1 Justificación: <i>la necesidad de cambio educativo.</i></b> |        |
| 1 Introducción.   | 8      |
| 2 Contexto Internacional.   | 10     |
| 3 Contexto Nacional.  | 14     |
| 4 Contexto Estatal.   | 16     |
| 5 Contexto Universitario.   | 20     |
| 6 Contexto Departamental.   | 23     |
| 6.1 Diagnóstico del Problema.   | 24     |
| 6.2 Definición, pregunta de investigación e intención de la propuesta.    | 31     |
| <b>Capítulo II Fundamentos teóricos de la propuesta innovadora.</b>       |        |
| 1 Procesos de Innovación Educativa.                                       | 34     |
| 1.1 Procesos de reformas e intenciones educativas.                        | 34     |
| 1.2 El cambio educativo mediante las reformas.                            | 36     |
| 1.3 Definición de innovación educativa.                                   | 37     |
| 1.4 Perspectivas u orientaciones teóricas de la innovación.               | 38     |
| 1.5 Modelos o estrategias de innovación.                                  | 42     |
| 1.6 Fases del proceso de innovación.                                      | 45     |
| 1.7 Evaluación de innovaciones.   | 48     |
| 2 Tecnología Educativa.   | 49     |
| 2.1 Digitalización, NTIC y Tecnología Educativa.                          | 49     |
| 2.2 Educación, Internet y Aprendizaje.                                    | 51     |
| 2.3 Educación en línea, relevancia y factibilidad.                        | 54     |
| 3 Fuente psicopedagógica.   | 56     |
| 3.1 Enfoque del nuevo modelo curricular de la Universidad de Sonora.      | 56     |
| 3.2 Paradigmas en psicología de la educación.                             | 63     |
| 3.3 Investigaciones de la Psicología Cognitiva: ideas previas.            | 71     |



|     |                                       |    |
|-----|---------------------------------------|----|
| 3.4 | Constructivismo.                      | 73 |
| 3.5 | Teorías y estrategias de aprendizaje. | 76 |
| 4   | Fuente epistemológica.                | 79 |
| 4.1 | Introducción.                         | 79 |
| 4.2 | Estado del conocimiento.              | 81 |
| 4.3 | Enseñanza de la Física.               | 90 |

### **Capítulo III Propuesta de modelo**

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 1   | Descripción del modelo.   | 94  |
| 2   | Discusión de la propuesta.  | 94  |
| 2.1 | El uso adecuado del lenguaje.                                       | 96  |
| 2.2 | Solución de problemas.  | 98  |
| 2.3 | Actividades áulicas, extra áulicas y su evaluación.                 | 102 |
| 2.4 | La experimentación en el aula.                                      | 105 |
| 2.5 | La simulación en la enseñanza de la Física.                         | 107 |
| 2.6 | La investigación.   | 112 |
| 2.7 | Curso de Física en Internet.  | 120 |
| 2.8 | El laboratorio de Física.   | 124 |
| 3   | Modelo estratégico de la propuesta de innovación.                   | 127 |
| 4   | Avance de la innovación en la perspectiva integradora.              | 128 |
| 5   | Reflexiones finales.  | 134 |
|     | <b>Anexos.</b>  |     |
|     | Anexo 1: retos, visiones y respuestas de los Sistemas Educativos.   | 140 |
|     | Anexo 2: evaluación de innovaciones.                                | 141 |
|     | Anexo 3: importancia y ventajas de la educación en línea.           | 144 |
|     | Anexo 4: conocimientos procedimentales en la solución de problemas. | 145 |
|     | Anexo 5: páginas con recursos de Física en Internet.                | 146 |
|     | Anexo 6: mapas conceptuales de proyectos.                           | 147 |
|     | Anexo 7: propuesta de equipamiento de aulas.                        | 150 |
|     | Anexo 8: presentación de la propuesta en seminario.                 | 151 |
|     | Anexo 9. Presentación de la propuesta en examen.                    | 162 |
|     | <b>Referencias.</b>   | 171 |

## **Introducción**

El reto que presentan las Instituciones de Educación Superior en el siglo XXI, es su transformación hacia una Universidad de educación abierta para el aprendizaje a lo largo de la vida, con nuevas modalidades de enseñanza aprendizaje, orientadas hacia la formación a la carta. En el ámbito docente, se tienen que atender una gran variedad de problemas derivados de la globalización. Por mencionar algunos, se tiene la demanda de servicios educativos, la calidad, eficiencia y pertinencia, la diversificación de programas, flexibilidad curricular y rendición de cuentas, la movilidad estudiantil, modernización de los métodos, contenidos, medios y recursos del aprendizaje, tránsito de modelos academicistas y tecnológicos hacia modelos humanistas y críticos, de los procesos de enseñanza hacia los del aprendizaje y de estos hacia el autoaprendizaje, del aprendizaje individual hacia el aprendizaje colaborativo, interactivo y distribuido, de los productos hacia los procesos, del aprendizaje específico hacia el general, de la memorización hacia el desarrollo de habilidades de pensamiento, de la transmisión hacia la generación y construcción del conocimiento, de un mundo analógico hacia una era digital e interactiva, del aula hacia el espacio virtual, de la evaluación del producto hacia la evaluación compartida y autoevaluación del proceso.

La Universidad de Sonora, conciente del enorme reto que enfrenta en su etapa de consolidación, ha asumido su responsabilidad y ha tomado las medidas conducentes, encaminadas a atender el desafío que se le presenta. Una de estas medidas, y que se relaciona tanto con la educación como con en el aprendizaje, es la aprobación del nuevo modelo curricular, que centra la atención en el alumno.

Sin embargo, en el modelo, se vierten los lineamientos generales que cada Departamento debe retomar en sus reformas curriculares, siendo competencia de las disciplinas realizar los nuevos planes y programas de estudio. De igual forma, la elaboración de los programa de estudio, son competencia del conjunto de profesores, quiénes tendrán que llevar a la práctica las intenciones educativas.

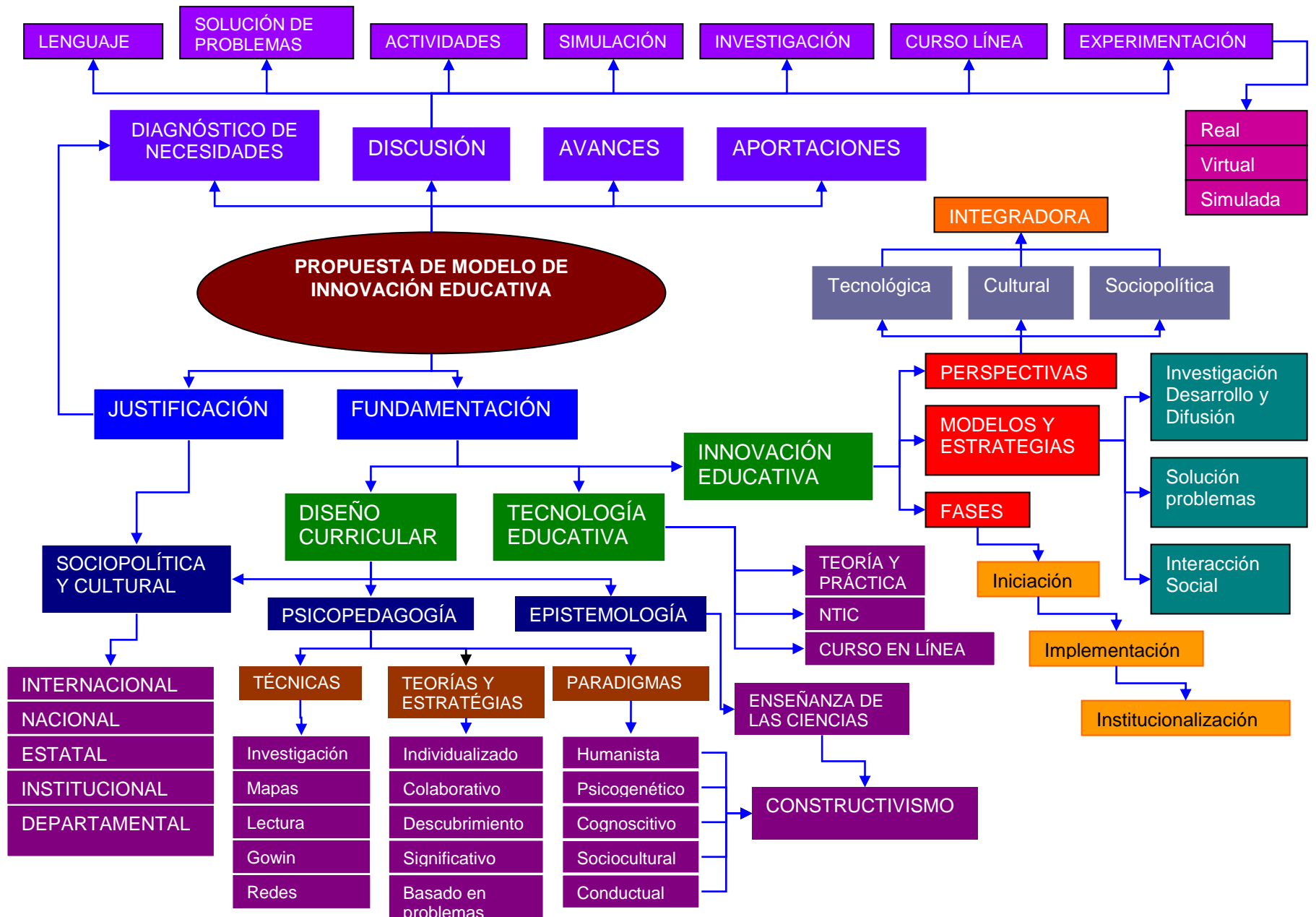


Figura 1. Organización, componentes y elementos del trabajo

En la figura 1, se presenta la organización, componentes, elementos y contenidos principales, que se consideraron para formular el presente trabajo, el cual comprende tres capítulos:

1. Justificación
2. Fundamentos teóricos y metodológicos
3. Propuesta

Donde se consideran la teoría y práctica de:

- Procesos de innovación educativa.
- Tecnología Educativa y,
- Teoría y diseño curricular.

El primero, se enfoca hacia el centro educativo, se atiende el proceso mismo de innovación desde una perspectiva integradora o estratégica.

El segundo, además de contener algunas fases de los procesos de innovación, se atienden los medios y recursos pedagógicos, representados por las Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación (NTIC).

En el tercero, se atienden las fuentes tradicionales del currículo: Fuente Sociopolítica, Fuente Psicopedagógica y Fuente Epistemológica.

En la primera de estas fuentes, que corresponde al primer capítulo, se hace un análisis de las políticas e intenciones educativas, plasmadas en documentos oficiales en cinco niveles: internacional, nacional, estatal, institucional y departamental. El propósito de los cuatro primeros, es realizar un análisis de tendencias, fuerzas, actores y factores que contextualizar el quehacer académico de las Instituciones de Educación Superior. En el nivel departamental, se realiza un estudio diagnóstico de la eficiencia del proceso de enseñanza aprendizaje en el área de servicios, hacia donde va dirigida la presente propuesta. En él, se corroboran estudios sobre la calidad del proceso enseñanza aprendizaje, referido a indicadores de aprovechamiento, eficiencia, repetición y deserción. Se culmina este primer capítulo, con la definición, pregunta de investigación e intención de la propuesta.

En materia de diseño curricular, el orden de las fuentes es el descrito con anterioridad, sin embargo, para asegurar el éxito de la propuesta, las dos últimas se postergan hasta el final del segundo capítulo, el cual se inicia con los fundamentos teóricos de los procesos de innovación, avanzando a continuación con la Tecnología Educativa.

En la primera sección del capítulo dos, se exponen los fundamentos teóricos y metodológicos de los procesos de innovación, enlazados éstos, con el capítulo anterior, mediante los procesos de reformas e intenciones educativas de la fuente sociopolítica. En esta primera sección, se hace una aproximación teórico conceptual a la definición de innovación en educación. Se revisan las perspectivas u orientaciones del proceso que se pretende mejorar, así como los modelos, estrategias y fases que se habrán de seguir para su adopción. Todo proceso que se inicie, debe incluir una evaluación con el fin de retroalimentar el proceso mismo, dando respuesta a las dimensiones constitutiva, axiológica, ideológica, política, contexto cultural, estratégica y la biográfica o personal, que, desde los procesos de innovación, atienden y dan respuesta al qué, por qué, para qué, dónde, cómo y quién. En ese sentido, la primera sección culmina con la adopción de un instrumento de evaluación.

En la segunda sección del capítulo dos, se aborda la Tecnología Educativa, en función de las políticas educativas que mencionan la modernización de los métodos, medios y recursos educativos para el aprendizaje, desde las perspectivas de las NTIC, Internet y las nuevas modalidades de enseñanza aprendizaje. La intención de incluir esta sección es que con estos recursos, se pueden atender algunas tendencias de los sistemas educativos: expansión cuantitativa, diversificación, flexibilización, restricciones financieras, internacionalización, regionalización y marginación. Pero no implantar por que es la moda, se tienen que fundamentar desde su teoría y práctica, diseño, desarrollo, utilización, administración y evaluación, principales dominios del campo de la Tecnología Educativa, la cual proporciona los fundamentos teóricos y metodológicos para implantar cursos en línea, que en primera instancia, se ofrezcan como complemento a la educación escolarizada presencial, en tanto se adquiere experiencia en sistemas totalmente abiertos y a distancia.

En la tercera sección del capítulo dos, se revisa el más complejo de los temas: el alumno, su saber ser, su saber conocer, su saber hacer, su saber convivir y su saber emprender (Delors, 1996). Intenciones educativas que para el profesor se resumen en las siguientes interrogantes: ¿Cómo potenciar el desarrollo integral del alumno? ¿Cómo es posible que adquiera las tres esferas del conocimiento (conceptuales, procedimentales y actitudinales)?

Antes de continuar con el contenido de esta sección, por la importancia del tema y su relación con la primera y quinta sección de este mismo capítulo, hacemos una pausa para mencionar lo siguiente:

En las fuentes que estaban a nuestro alcance (Sacristán, 1981; Stenhouse, 1991; Zabalza, 1993; Gil, 1993; Torre, 1994; Havelock, 1995; Hernández & Sancho, 1996; Coll, 1997; Nieda & Macedo, 1997; House, 1998; Díaz Barriga, 1998; Tejada, 2000; Fullan & Stiegelbauer, 2000; Casarini, 2001) se encontraron tres líneas que guían los procesos de acción hacia un mismo fin común: las intenciones educativas, el alumno, su aprendizaje. Aunque con diferentes orientaciones y enfoques, las tres emplean la misma estrategia: el currículo. Las divergencias radican en que; unas centran la atención en el centro educativo (proceso), otras en los profesores (enseñanza) y la tercera directamente en el alumno (aprendizaje).

La primera vertiente, tiene su fundamento y sustento teórico en el cambio educativo, en los procesos de innovación. Para el diseño y desarrollo curricular, considera por igual a profesores, alumnos, administración y comunidad local. Su foco de atención son los procesos de innovación.

Las otras dos, presentan ciertas convergencias. Se abordan desde el paradigma constructivista y se sustentan en las fuentes del currículo. Divergen a su vez, en cuanto a la hegemonía del enfoque teórico.

Por un lado, se tienen a los profesores e investigadores que defienden el currículo desde la epistemología de la ciencia, desde la naturaleza misma del conocimiento, su metodología. Dos elementos que se conjugan para dar un tercero: coherencia del

proceso de enseñanza. Esta línea, sin descuidar el proceso de aprendizaje, centra su atención en la investigación de la práctica educativa por parte de los profesores que enseñan ciencia.

Por el otro lado, se tienen a los psicólogos, que desde su disciplina, buscan privilegiar la fuente psicopedagógica. Otorgan mayor relevancia a los procesos cognitivos, con el foco de atención en los procesos mentales, en la cognición del alumno.

Desde cualquiera de las tres corrientes curriculares, se da respuesta a las interrogantes referidas al *por qué* y *para qué* enseñar aprender, *qué* enseñar aprender, *cuándo* enseñar aprender, *cómo* enseñar aprender y *qué, cómo y cuándo* evaluar el proceso de aprendizaje.

Regresando al contenido de la tercera sección del capítulo dos, además de su relevancia por centrar la atención en el alumno, por las derivaciones y enfoques del Nuevo Modelo Curricular de la Universidad de Sonora, reviste atención especial para la misma Universidad. La complejidad a la que se hizo referencia, no es únicamente por las dos interrogantes planteadas. Es la formación del personal docente, en quienes se delegan las tareas de rediseñar cursos con el nuevo enfoque.

Para dar cuenta de la interrogante *¿cómo aprende el alumno?*, en esta sección tres, se revisan los paradigmas y teorías del aprendizaje, en especial la corriente o teoría constructivista, que es la imperante en la actualidad y que está marcando la pauta sobre cómo enseñar-aprender y que estrategias utilizar, para enseñar-aprender. En esta misma sección, se revisan las concepciones previas o teorías alternativas de los alumnos, para a partir de ellas, diseñar actividades que le resulten significativas en un marco de aprendizaje social mediado.

La cuarta y última sección del capítulo dos, tiene el propósito de que la propuesta sea consecuente con los niveles educativos antecedentes. Se revisa el estado del conocimiento en materia de enseñanza aprendizaje de las ciencias, con atención especial a innovaciones, experiencias e investigaciones que se han y están realizando en educación básica a nivel nacional. En función del estado del conocimiento, se

reflexiona sobre las tendencias de la enseñanza aprendizaje de las ciencias, finalmente, se hace una recapitulación de la didáctica de la Física, y los problemas que se presentan para el aprendizaje de los contenidos, que se intenta aprendan los alumnos.

En el tercer y último capítulo, se presenta la propuesta para el rediseño de cursos de Física en el modelo curricular, se continua con la discusión de la propuesta de modelo, su respectivo modelo estratégico de puesta en operación, los avances logrados hasta el momento como proceso de innovación educativa, y se concluye con las reflexiones finales, las aportaciones y tareas pendientes por desarrollar.



# CAPÍTULO I

## **Justificación: *la necesidad de cambio educativo.***

### **1. Introducción**

Las reformas al Artículo Tercero de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, implican la responsabilidad Constitucional, por parte de las autoridades gubernamentales, de otorgar una escolaridad mínima de 9 años. Esto puede ser posible, ya que el indicador demográfico de fecundidad, tiende a la baja, por lo que no se espera un crecimiento como el registrado en décadas pasadas en el nivel de primaria (Consejo Nacional de Población [CONAPO], 2003). En la última década, este nivel ha llegado a una estabilización en alrededor de 14.5 millones de estudiantes (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2004), donde la deserción y reprobación tienden a la baja, en tanto que la eficiencia terminal tiende a subir (SEP. 2001).

En el nivel de secundaria, en la década anterior, la población estudiantil se incrementó en un 24.34 por ciento (SEP, 2004) y continuará así en el corto plazo, en parte, por el cumplimiento Constitucional, y por otra, por el incremento de los niveles de escolaridad demandados por el mercado laboral. Ante esta situación, la población se ve obligada a continuar sus estudios (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 1998a), con la aspiración de obtener el grado de Licenciatura, por lo que la demanda de servicios educativos del nivel secundaria, se trasladará al nivel medio superior y posteriormente, en un mediano plazo, al superior.

Las enormes diversidades culturales, sociales, políticas, ideológicas y geográficas (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, [OCDE], 1997), asociadas con la escasez de recursos económicos, infraestructura y personal calificado, con el sistema educativo convencional, impiden al Estado Mexicano atender con propiedad el precepto Constitucional, referente al nivel secundaria, y mucho menos, la masificación que se espera en el nivel medio superior y superior.

En virtud de ello, se requieren estrategias educativas no convencionales, menos dependientes de tiempo y espacio, y con mayor flexibilidad. Actualmente, se presenta la oportunidad de incorporar los avances científicos y tecnológicos en materia de NTIC, que posibilitan la instauración de sistemas abiertos de educación para la vida, es decir, como una educación permanente, continua y recurrente.

Una forma de alcanzar la educación para la vida, es mediante el diseño de nuevas modalidades educativas, como la semiescolarizada y la no escolarizada, con variantes de presencial y a distancia, e incorporar las ventajas que presentan las NTIC para el diseño de innovaciones horizontales (Tojar, 2000), a nivel de aula, Departamento o Institución. Estas innovaciones, pueden ser cursos en línea que en primera instancia, sean complemento a la educación escolarizada presencial, en tanto se adquiere la experiencia para brindarse en sistemas totalmente abiertos y a distancia.

Tal complementariedad, surge de la necesidad de vencer la fuerza de lo social, que se representa por la resistencia al cambio y la apertura a las innovaciones por parte de los individuos, grupos, instituciones educativas, obstáculos derivados del mismo proceso instructivo, del sistema educativo y del sistema social (Tejeda, 1998).

Para vencer esta fuerza social e iniciar las fases del proceso de innovación: conocimiento del contexto previo, diseño inicial, diseminación, adopción, evaluación de los resultados, institucionalización y difusión (Tójar, 1999), la estrategia más socorrida es sensibilizar y dar a conocer la enorme problemática que en materia educativa nos presenta el futuro en los próximos años.

No hay que olvidar, que la educación es considerada el pilar fundamental del desarrollo sustentable de la humanidad y que, a partir de su masificación, le ha sido asignada la responsabilidad de salvar a la sociedad y de rescatar a cientos de millones de niños y niñas de la privación, marginación y pobreza. En este sentido, es tarea primordial hacer concientes a los agentes sociales involucrados en el proceso, especialmente a los profesores -actores inmediatos en quiénes se han delegado esas responsabilidades-, de la problemática y del oscuro futuro que posiblemente se nos presentará, si no reorientamos el rumbo de nuestra labor cotidiana. Para avanzar en esta toma de

conciencia, es pertinente revisar los avances alcanzados, las metas que no se lograron alcanzar, sus causas y razones; para en función de ello, aprender del pasado, de los errores, ya que éstos son una fuente inagotable de aprendizaje (Torre, 1993), por lo que deben tomarse en consideración para el planteamiento de nuevos desafíos y planes de acción.

## **2. Contexto Internacional.**

Como resultado de las transformaciones del orden internacional y la globalización, organismos internacionales (Banco Mundial [BM], 1994, 1995, 1998 1999: Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2000; Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico [OCDE], 1997), que enfocaban sus políticas en el ámbito económico, empiezan a reconocer a la educación como una de las principales políticas sociales, motor que permitirá, crear una mano de obra mejor calificada para mejorar sus condiciones de vida y abatir el rezago social.

Empiezan a luchar así contra el rezago social, aparecen estudios, puntos de vista y orientaciones, que ejercen una poderosa influencia sobre las políticas gubernamentales (Ulloa, 1999). Así por ejemplo, el Banco Mundial (1994), desde su punto de vista económico- empresarial, es decir, en función de la productividad y el menor costo por alumno, sustenta a la educación básica como prioritaria para el desarrollo económico y social. Reafirma su posición (BM, 1995), bajo el supuesto de que la universalización de la demanda en este nivel, proporcionará una mayor escolaridad de la población, que al poseer conocimientos básicos de lenguaje, ciencias, comunicación y matemáticas, le permitirá adaptarse a la demanda de la economía, coadyuvará al crecimiento económico, a la reducción de la pobreza, y a tener mejor salud.

Propone como objetivos: a) mejorar la calidad, b) mayor eficiencia y, c) aumentar el acceso y la equidad. Para lograrlo, sugiere las siguientes orientaciones: i) diferenciación, ii) diversificación de las fuentes de financiamiento, iii) establecimiento de políticas nacionales de mejora, y finalmente, iv) fomentar la relación entre las instituciones de educación superior con el Estado.

La estrategia que propone, es acelerar las reformas de financiamiento y administración del gasto público, el cual, debe ser ejercido bajo consideraciones económicas, o sea, según costo–beneficio, orientándolo por su ineficiencia e inequidad, hacia la ampliación de la oferta educativa y al mejoramiento de la calidad de los insumos educativos. Algunas recomendaciones (BM, 1999) son:

- a. Elevar la calidad pedagógica
- b. Mejorar la transición de la escuela al mundo adulto.
- c. Lograr que funcione la descentralización.
- d. Diversificar y reformar la educación superior para mejorar la calidad y eficiencia.
- e. Estimular y evaluar las innovaciones educacionales, especialmente en el uso de tecnología para la educación, identificar las maneras más eficaces en función de los costos y, usar la tecnología para aumentar el acceso y mejorar la calidad.

Por su parte, el BID (2000), propone reformas en:

- a. Capacitación de los profesores y la forma en que son recompensados.
- b. Gestión escolar en los rubros de: autonomía, financiamiento, rendición de cuentas y el trabajo en equipo.
- c. Elaboración de materiales de enseñanza.
- d. Introducción de tecnología educativa.

Otro organismo económico internacional (OCDE, 1997), para el caso de México, realizó un examen de las políticas nacionales de educación. Uno de los resultados refleja una bipolarización social. Uno de los polos, el más afectado y mayoritario, presenta un bajo nivel de escolaridad, eficiencia y calidad, con una clase media y cuadros intermedios, con insuficiente nivel de formación y cultura técnica. En contraparte, el otro polo, restringido y reservado, tiene una elite intelectual y profesional competitiva en el nivel internacional. Ante la insuficiencia de información, propone se generen estadísticas sobre la demanda, el rezago educativo y el destino de los egresados e invertir en el sector educativo, privilegiando la expansión cualitativa mediante la diversidad, diferenciación y la pertinencia. Del documento, se infiere el fracaso de la movilidad

social al mencionar que, quienes se inscriben en el sistema educativo nacional, tienen como meta final la obtención del grado de Licenciatura. Sin embargo, se encuentran con los siguientes inconvenientes:

- El camino es largo (16 a 17 años).
- En el nivel básico, de cada 100 estudiantes que ingresan, 60 se quedan en el camino.
- De los 40 que terminan, 25 ingresan al nivel medio superior y egresan 15.
- De los sobrevivientes del nivel medio, 11 ingresan al nivel superior, obtienen Licenciatura: 2.5 estudiantes, de los 100 que formaron la cohorte de esa generación.

Países miembros de organismos de integración (Organización de Estados Iberoamericanos, 1994, 2000a, 2000b; UNESCO, 1995a, 1995b, 1996a, 1998a, 2000), auspiciados por UNESCO, se reúnen en 1990 en Jomtien, Tailandia (OEI, 2000a), en vista de que a más de 40 años de promulgada la Declaración Universal de los Derechos Humanos, se tenían: problemas de: acceso a la enseñanza y analfabetismo; al conocimiento impreso y a las nuevas capacidades y tecnologías; niños y adultos, no consiguen completar el ciclo de educación básica y, entre los que lo completan, muchos no logran adquirir conocimientos y capacidades esenciales. Problemas que si se atienden, pueden mejorar la calidad de vida de la población, ayudarles a dar forma y adaptarse a los cambios sociales y culturales. En dicha reunión, se hace la Declaración Mundial de Educación para Todos (EPT) y aprueban un marco de acción con el fin de alcanzar los objetivos establecidos. Posteriormente, se suscitan una serie de Foros y Conferencias: Generales, Mundiales y Regionales (Solana, 1999). Surgen de nueva cuenta: declaraciones, informes, políticas, programas, estrategias y planes de acción en torno a la educación.

Después de casi una década de la reunión, Bellamy (1999), Director Ejecutiva de UNICEF, presenta el informe del estado mundial de la infancia, donde destaca un retroceso en la educación.

En febrero del 2000, en Santo Domingo, República Dominicana (OEI, 2000b), se lleva a cabo una reunión de los países de América Latina, el Caribe y América del Norte, para analizar los avances de las políticas educativas en la década de los noventa. Se encuentran logros y reconocen a su vez que existen:

- Altas tasas de repetición y deserción en primaria, lo que origina, un número alto de niños con sobre-edad y otros fuera de la escuela.
- Bajos niveles de aprendizaje.
- Baja valoración y baja profesionalización de los docentes.
- Persistencia de inequidad en la distribución de los servicios educativos, en su eficiencia y calidad.
- Bajos incrementos en los recursos para la educación y uso ineficiente de los disponibles.
- Insuficiente disponibilidad y utilización de las NTIC.

Surge como tarea atender la equidad, la igualdad de oportunidades, la calidad educativa y la corresponsabilidad social, lo cual trae los siguientes desafíos:

- Reducir substantivamente la repetición, la deserción escolar y la sobre-edad.
- Acceso a educación de calidad a toda la población, y enfatizar la atención a las poblaciones en situaciones de vulnerabilidad.
- Mejorar los programas existentes, crear opciones que den cabida a todos los jóvenes y adultos, especialmente, aquéllos en situación de vulnerabilidad.
- Formular políticas educativas incluyentes, diseñar modalidades y currículos diversificados para atender a la población excluida por razones individuales, de género, lingüísticas o culturales.
- Crear modalidades opcionales.
- Adoptar y fortalecer el uso de NTIC en la gestión y en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En abril del 2000, en Dakar, Senegal, se celebra el Foro Mundial de Educación (UNESCO, 2000), para realizar una evaluación de la EPT. Se señala que al año 2000 persisten: problemas de acceso, analfabetismo, discriminación, deficiencias en la calidad del aprendizaje, insuficiente adquisición de valores humanos y competencias,

escaso acceso a técnicas y conocimientos, necesarios para encontrar empleo y participar plenamente en la sociedad. Motivos por los que se replantean objetivos a largo plazo, para mejorar el acceso, el aprendizaje para la vida activa y la educación permanente.

De la lectura de los documentos revisados, se desprende que las recomendaciones a acciones prioritarias son producto de las tendencias de los sistemas educativos, que deberán atender: la expansión cuantitativa, la diversificación, las restricciones financieras, la democratización, la mundialización, la regionalización, la marginación y fragmentación. Aparece como desafío, el desarrollo humano sostenible (educación para la vida), para un crecimiento económico al servicio del desarrollo social y la sustentabilidad ambiental, y responder con calidad, equidad, pertinencia e internacionalización de la educación (Anexo 1).

## **2. Contexto Nacional.**

El Plan Nacional de Desarrollo 2001–2006 (México, 2001), se orienta en tres ejes rectores: educación para todos; educación de calidad y educación de vanguardia. Para darnos cuenta del enorme desafío que no se ha podido cumplir, tomemos uno de ellos: Educación Para Todos.

Este era el objetivo de UNESCO (OEI, 2000a), que estipulaba: todas las personas deberán estar en condiciones de aprovechar las oportunidades educativas, a fin de: satisfacer las necesidades básicas de aprendizaje (Art.1) universalizar el acceso (Art.3) a la educación básica (Art. 5), para lo cual, los países deberían desarrollar políticas de apoyo (Art. 8) y movilizar recursos (Art. 9).

En la actualidad, después de más de una década, el sistema escolarizado, a pesar de los esfuerzos realizados por las administraciones federales, no ha podido alcanzar tan deseada meta, ya que, para ello, deberíamos tener una tasa cercana a cero de analfabetismo. Cifra lejos de alcanzarse, ya que, según INEGI (2001a), de una población total de 97.38 millones de habitantes del país, 19.7 millones están en el grupo (de 6 a 14 años de edad) de educación básica, de los cuales, 17.2 millones (87.3 por

ciento) saben leer y escribir, en tanto, 2.4 millones (12.3 por ciento) son analfabetas. Con respecto a estas cifras, Támez Guerra (García, 2003, Agosto 5), titular de la SEP, manifestó que existen 32 millones de personas con rezago educativo (30 por ciento), compuesto por: 6 millones de analfabetas, 9 millones sin concluir la educación primaria, y el resto, sin concluir la secundaria.

Si por educación para todos entendemos la universalización de la educación básica, INEGI (2001b), revela que casi un millón de niños, entre 6 y 12 años de edad, no asisten a la escuela.

Por su lado, Observatorio Ciudadano de la Educación (OCE, 2000, Noviembre 23), hace referencia al rezago educativo. Término que señala al conjunto de mexicanos mayores de 14 años, que no han terminado los nueve grados de educación básica constitucionalmente obligatoria. Indica que, según su fuente de información, el número de rezagados en el 2000, oscila entre 33 y 36 millones de jóvenes y adultos, que incluye analfabetas y mayores de 14 años, que no concluyeron los niveles de primaria y secundaria. Estas cifras son alarmantes, representan un tercio de los mexicanos. Anteriormente (OCE, 1999, Diciembre, 24), refiere que cerca de 430 mil niños, abandonan la escuela primaria y, de los que logran egresar de este nivel, 260 mil no se inscriben en la secundaria, es decir, una deserción de 360 mil jóvenes. Esta fuente de información concluye que de persistir estos indicadores, las cifras aumentarán el rezago educativo, que al final del sexenio alcanzará una cifra de 37 millones.

¿De que forma podemos alcanzar tan deseada meta de la EPT, si ni siquiera los países industrializados la han logrado? Más aún, en nuestro país, lo que han hecho las políticas educativas nacionales es incrementar el rezago educativo, ya que en los cuatro últimos sexenios, se ha transmitido una carga más pesada que la recibida. En 1976 el rezago estaba constituido por 16.9 millones, en 1988 la cifra ascendía a 19 millones, en 1994 era de 21.5 millones, y para el 2006, se espera un incremento tanto en volumen, como en la naturaleza de la demanda de servicios educativos en los distintos niveles.

Se precisan respuestas educativas, diferenciadas y de calidad, que atiendan necesidades de formación según las diferentes regiones y grupos de población, con



modalidades educativas que garanticen oportunidades de educación a grupos de población dispersa.

Para atender la expansión cuantitativa de los próximos años, en congruencia con la visión al año 2020 (ANUIES 2000), y contar con una matrícula nacional cercana a los tres millones de estudiantes en el 2006, en un sistema Educativo Superior integrado y de calidad, se propone que: en los ámbitos de gobierno, del Sistema Educativo Superior y específicamente en el Institucional, se consideren los procesos de expansión, diversificación y racionalización, que atiendan el incremento de la matrícula con mayor participación de la iniciativa privada, creación de IES con nuevas opciones (semipresencial, abierta y a distancia) y modalidades (profesional asociado y programas cortos). Para ello, se deberán efectuar estudios de mercado en todos los niveles, diseñar programas que incrementen la eficiencia terminal, reduzcan la deserción y reprobación; regular el ingreso en función de méritos e igualdad de oportunidades, con exámenes de ingreso. También se recomienda, establecer políticas institucionales de cobertura y admisión, que tiendan a corregir el desequilibrio, las desigualdades y la excesiva concentración de postulantes en ciertas IES y áreas de conocimiento, reajustar su distribución y establecer límites a la matrícula en función de planes de desarrollo, capacidad y máximo crecimiento institucional.

#### **4. Contexto Estatal.**

De acuerdo al XII Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2001b), el Estado de Sonora tiene con una población de 2 216 969 de habitantes, edad promedio de 23 años, esperanza de vida de 77 años, grado de escolaridad de la población de 15 años y más de 8.4 años. De acuerdo a otra fuente de información (Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Sonora [SEC], 2004), el rezago educativo es del 31.84 por ciento, conformado por 706 000 habitantes, de los cuales: 67 000 son analfabetas, 265 000 no cuentan con primaria y 374 000 sin secundaria.

La revisión del Programa de Desarrollo Educativo 1998–2003 (SEC, 1998), refleja la congruencia con los lineamientos emanados del Programa Nacional (México, 2001), los que a su vez, son expresión de las políticas internacionales. Se destaca la educación,

como el principal programa social de la política gubernamental, para la erradicación de la pobreza y mejorar la calidad de vida. En el programa, se brindó especial énfasis a la población marginada que no tiene, o no ha concluido su instrucción básica. Se tuvo como premisa: Educar para la Vida. Sus objetivos eran: la equidad, la calidad y la pertinencia, las cuales se llevarían a la práctica mediante la ampliación de oportunidades; el aseguramiento de la correspondencia de la educación con las necesidades de los educandos y el desarrollo de la sociedad; el incremento de los índices de aprovechamiento y eficiencia terminal en todos los niveles educativos. Para ello, se propuso privilegiar: el carácter formativo de la educación; la modernización de los métodos, contenidos y recursos de la enseñanza; fomento a la superación y valoración del maestro; la innovación con el uso de tecnologías y medios de comunicación; el impulso a la autogestión escolar y la participación social; la equidad y justicia social y finalmente, la construcción de infraestructura física.

En esos ocho propósitos, se puede apreciar la intención y preocupación gubernamental de la administración pasada, por estar a la vanguardia de los grandes cambios que se están gestando en política educativa: globalización, mayor participación de los agentes sociales en todos los ámbitos educativos para la toma de decisiones, descentralización, modernización vía incorporación de tecnologías educativa (métodos y NTIC), nuevas fuentes de financiamiento, programas compensatorios, diversificación y diferenciación en niveles postobligatorios, formación y valoración de la profesión docente. En un lugar preponderante, se encontró la rendición de cuentas o *accountability*, mediante la evaluación de los insumos, procesos y productos educativos que intervienen en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Según el balance del Programa Estatal de Educación 2004 – 2009 (SEC, 2004), en el ciclo escolar 2002-2003, el nivel primaria atendió al 91.8 por ciento del grupo etario correspondiente, el cual asciende a 347 314 niños en edad escolar. Este nivel presenta una eficiencia del 89.9 por ciento, deserción del 1.5 por ciento y un índice de reprobación promedio del 3.2 por ciento. En el nivel secundaria, la población en edad escolar es de 140 406 niños, quedan fuera del sistema educativo el 14.5 por ciento. La eficiencia para este nivel disminuye en 10.6 por ciento con respecto al nivel

antecedente, se incrementa la deserción al 6.9 por ciento, y sucede lo mismo con la reprobación que se ubica en 17 por ciento. La atención que brinda el sistema, al grupo de edad correspondiente al nivel medio superior, es del 62.1 por ciento, con una eficiencia del 55.9 por ciento, deserción del 17.8 por ciento y reprobación del 35.8 por ciento. A medida que se avanza en estos tres niveles, la cobertura y la eficiencia terminal disminuyen, en tanto que se incrementa la deserción y la reprobación. En estos tres niveles, la población en edad escolar asciende a 623 802 jóvenes, de los cuales, 128 521 (20.6 por ciento) sonorenses quedan fuera del sistema educativo, ya sea por que no ejercieron su derecho a la educación, o por deserción. En el último caso, las autoridades gubernamentales reconocen la incapacidad del sistema para retener a todos los jóvenes, manifestando que existe desarticulación entre los niveles, lo que conlleva a problemas de adaptación y dificultades de aprendizaje. Reconocen que el sistema no atiende su derecho a recibir educación.

Para el nivel Licenciatura, el porcentaje de atención al grupo etario baja drásticamente hasta el 27.7 por ciento, atiende a 61 953 alumnos con bajos índices de eficiencia terminal (SEC, 2004).

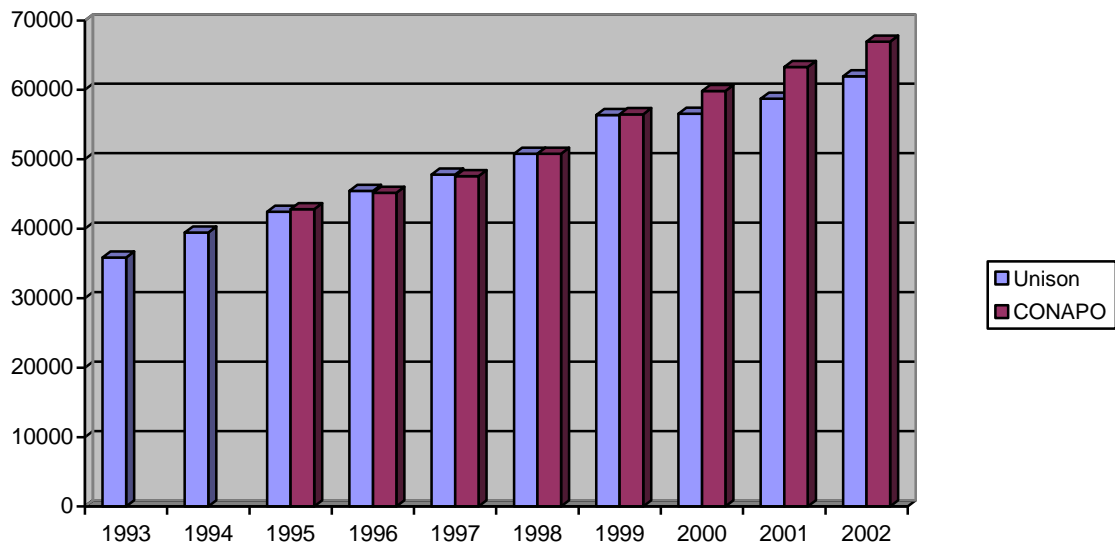
En la tabla 1, se presenta el crecimiento poblacional de nivel Licenciatura en el Estado de Sonora, de acuerdo a dos fuentes de información.

| Tabla 1. Crecimiento poblacional en Licenciatura en el Estado de Sonora |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| FUENTE  | 1993  | 1994  | 1995  | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  |
| UNISON <sup>1</sup>   | 35858 | 39429 | 42446 | 45432 | 47783 | 50794 | 56386 | 56546 | 58706 | 61953 |
| CONAPO <sup>2</sup>   |       |       | 42837 | 45185 | 47587 | 50794 | 56489 | 59848 | 63308 | 66941 |

<sup>1</sup> Elaborado a partir de Informes Anuales de la Universidad de Sonora (Unison, 1999; 2000; 2001a, 2002b, 2003a).

<sup>2</sup> CONAPO: en [http://www.conapo.gob.mx/m\\_en\\_cifras/principal.html](http://www.conapo.gob.mx/m_en_cifras/principal.html)

En la última década, si comparamos la población estudiantil de licenciatura en 1993 con respecto a la del 2002, el incremento es del 173 por ciento, con un crecimiento promedio anual del 5.86 por ciento. Al presentar los datos anteriores, se puede inferir la tendencia que seguirá la demanda de servicios educativos en el nivel de Licenciatura en los próximos años para el Estado de Sonora.

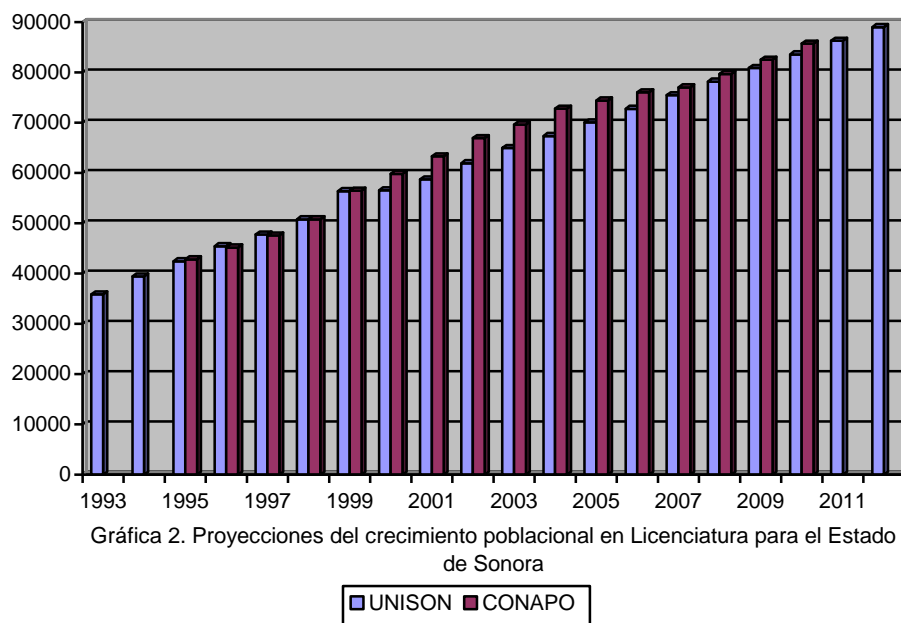


**Gráfica 1. Crecimiento poblacional en Licenciatura en el Estado de Sonora**

En 1999, se observa un crecimiento superior a los anteriores y parecido al que le precede. Este año marca dos tendencias, ambas, muestran un crecimiento uniforme y lineal caracterizado por las pendientes de las rectas. La primera de ellas abarca de 1993 a 1998, en tanto que la segunda del 2000 al 2002. Al calcular sus pendientes -por medio de ajuste lineal, con el método de mínimos cuadrados-, se encuentran los siguientes valores: 2935 para la primera y 2704 para la segunda. Estos valores indican el crecimiento anual de alumnos, antes y después de 1999. Si se considera la segunda tendencia como referencia para las proyecciones en los subsecuentes años, de persistir se tendrán las siguientes proyecciones para el Estado de Sonora (tabla 2).

| Año / Fuente | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| UNISON       | 64658 | 67362 | 70066 | 72770 | 75474 | 78178 | 80882 | 83586 | 86290 | 88994 |
| CONAPO       | 69635 | 72779 | 74402 | 76031 | 77042 | 79711 | 82548 | 85732 |       |       |

Cuya gráfica respectiva es:



Gráfica 2. Proyecciones del crecimiento poblacional en Licenciatura para el Estado de Sonora

## 5. Contexto universitario.

Desde su nacimiento, la Universidad de Sonora ha sido la principal Institución de Educación Superior en el Estado de Sonora, es la que más cobertura ha proporcionado a la demanda estatal, tal y como se refleja en la actualidad, ya que en los últimos cuatro años (cuadro 1), ha atendido, en promedio, al 40 por ciento de los jóvenes que cursan el nivel Licenciatura. En ese mismo periodo, el promedio de alumnos que han aspirado ingresar es de 8132 alumnos. Mediante examen de ingreso, ha aceptado 5332 y rechazado al 34 por ciento.

Después de un crecimiento promedio anual de 9.8 por ciento en el periodo 1993-1998, en los últimos tres años, ha logrado estabilizar la matrícula en aproximadamente 22 500 alumnos. Para alcanzar esta meta, estableció topes de admisión, tendientes a reorientar la distribución entre las áreas del conocimiento; ordenar su crecimiento y consolidar la oferta educativa. En el ciclo 2002-2003 atendió una población estudiantil de 22 109 alumnos, inscritos en 31 programas, captando el 31.6 por ciento de los alumnos que ingresaron al sistema de educación superior estatal escolarizado.

| Cuadro 1. Demanda estudiantil y cobertura de la Universidad de Sonora |                                      |                       |               |            |             |                    |
|---|--------------------------------------|-----------------------|---------------|------------|-------------|--------------------|
| Año   | Alumnos en Licenciatura <sup>1</sup> | Aspirantes a ingresar | Seleccionados | Rechazados | % Aceptados | % Atención estatal |
| 1993  | 16604                                |                       |               |            |             | 46.30              |
| 1994  | 18312                                |                       |               |            |             | 46.44              |
| 1995  | 20239                                |                       |               |            |             | 47.68              |
| 1996  | 21813                                | 4932                  | 3996          | 936        | 81.02       | 48.01              |
| 1997  | 23138                                | 6559                  | 4553          | 2006       | 69.42       | 48.42              |
| 1998  | 23009                                | 7038                  | 4877          | 2161       | 69.30       | 45.30              |
| 1999  | 25819                                | 8028                  | 5659          | 2369       | 70.49       | 45.79              |
| 2000  | 22417                                | 8058                  | 4977          | 3081       | 61.76       | 39.64              |
| 2001  | 22622                                | 8197                  | 5497          | 2700       | 67.06       | 38.53              |
| 2002  | 22590                                | 8244                  | 5194          | 3050       | 63.00       | 36.51              |

<sup>1</sup>Fuente: Elaborada a partir de Informes anuales de la Universidad (Unison, 1999; 2000; 2001a, 2002b, 2003a) y Programa Estatal de Educación del Estado de Sonora (SEC, 2004)

Los resultados de un estudio diagnóstico, en un periodo de observación de 29 años por parte de la Secretaría General Académica, muestran que la Universidad ha visto disminuida su población estudiantil en un 43.86 por ciento por deserción (Unison, 2001b). De ellos, el 50 por ciento abandona sus estudios durante el primer año por reprobación. Este indicador de la calidad, muestra que durante el periodo de reinscripciones del ciclo escolar 2000-2, el 42.31 por ciento de la población solicitó reinscripción por segunda ocasión en al menos una asignatura, en las que las de mayor demanda, son siete carreras del Área de Ciencias e Ingenierías (CI). Aunque el estudio no muestra las asignaturas con mayores índices de reprobación, los resultados indican que son asignaturas de los primeros semestres y, por las características del modelo departamental, que cuenta con un tronco común de CI, donde se imparten mayoritariamente asignaturas básicas de Física y Matemáticas, se infiere que son estas asignaturas las que contribuyen notablemente a elevar los índices de reprobación y deserción.

De acuerdo al diagnóstico del Plan de Desarrollo Institucional 2001-2005 (Unison, 2002a), la eficiencia terminal en Licenciatura es del 55.5 por ciento, donde el principal factor que contribuye a éste índice es la reprobación, la cual se atribuye a: inadecuada formación previa de los alumnos que ingresan a la Universidad, la cual ha sido corroborada en los exámenes de ingreso, que reflejan deficientes conocimientos y habilidades; falta de actualización de los planes y programas de estudio; insuficiente preparación de los profesores en diseño curricular; escasa investigación educativa que permita incorporar en los planes de estudio el desarrollo de nuevas formas de enseñanza, sustentadas en los nuevos paradigmas del aprendizaje; disparidad en el área de investigación por áreas de conocimiento, ya que ciencias exactas y naturales aglutina el 58.1 por ciento de los investigadores, en tanto que en el área de humanidades participa el 3.2 por ciento; nivel de preparación y formación de los profesores en el ámbito disciplinar; planta docente con antigüedad de más de 15 años, edad promedio de 44 años y, como se menciona en el Plan de Desarrollo, estos indicadores, tienen repercusiones negativas en las posibilidades de formación y actualización.

El Plan de Desarrollo hace mención a una incipiente vinculación entre las funciones sustantiva de investigación y docencia, señala que los resultados de las investigaciones no son extrapolados a la práctica docente en el aula. También alude a que no se dispone de un sistema de información ágil y oportuna, que proporcione datos confiables de las actividades académicas, que apoye la toma de decisiones. Refiere que tal desconocimiento por parte de los profesores tiene implicaciones, ya que mientras no se marquen las deficiencias de manera clara y concisa, no se tomarán las medidas conducentes para resolver los problemas. Se afirma que, a pesar de que en los últimos cuatro años se han registrado un creciente número de profesores, que participan en cursos de formación y actualización en las distintas disciplinas y áreas de especialización, el grueso de los profesores no participa en estos programas, falta una política institucional más persuasiva, contundente y agresiva, en torno a la capacitación del profesorado en las nuevas teorías del aprendizaje, así como la incorporación de las NTIC como recurso tecnológico.

En virtud de lo anterior, en el marco de las nuevas teorías del aprendizaje y de las nuevas tecnologías de la información y comunicación, se propone:

*Innovar los planes de estudio con relación a su contenido, métodos y evaluación del aprendizaje, mediante un modelo curricular que permita al maestro planear y realizar adecuadamente sus tareas, corresponsabilizando al estudiante en su formación y facilitarle un adecuado desempeño académico (Unison, 2002a. Retos institucionales, 6).*

## **6. Contexto departamental.**

El Departamento de Física, al igual que otros Departamentos de la Institución, surge en 1979 a raíz de la adopción del Modelo Departamental. A partir de la reforma legislativa en 1991, se circunscribe en la Unidad Regional Centro de la Universidad en la División de Ciencias Exactas y Naturales.

Para atender los compromisos que se derivaron del modelo de 1979, en su seno surge el Área de Servicios a otras carreras. Uno de sus compromisos, acorde al modelo educativo, es brindar servicio en asignaturas de Física Clásica en los tres primeros semestres a las carreras de Ingeniería Civil (IC), Ingeniero Minero (IM), Ingeniería Industrial y de Sistemas (IIS) e Ingeniería Química (IQ) de la División de Ingenierías. Ofrece también el servicio a la carrera de Químico Biólogo (QB) de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud, así como a las carreras de Licenciado en Matemáticas (LM), Física (LF), Geología (G), Ciencias de la Computación (LCC) y Tecnología Electrónica (LTE), de la propia División de Ciencias Exactas y Naturales. Las asignaturas son: Mecánica (Física I), Fluidos y Calor (Física II) y Electromagnetismo (Física III), que incorpora en esta última una parte de Óptica para los Químicos Biólogos.

Ante esta nueva situación y para satisfacer la demanda de servicios, la Institución se ve obligada a contratar personal académico, motivo por el cual, la planta docente se incrementa considerablemente, e incorpora a alumnos recién egresados de la propia Licenciatura en Física. Con el devenir de los años y al abrirse nuevas oportunidades de



superación y formación académica, los profesores inician estudios de postgrado, se reincorporan al término de sus estudios, preferentemente en asignaturas de la Licenciatura y con nuevas responsabilidades como la investigación disciplinar. La mayor carga académica del Área de Servicios recae en maestros de asignatura, cuya obligación contractual es impartir sus clases.

En la actualidad, la planta docente es mayoritariamente masculina, edad promedio de 49 años, experiencia académica de 17 años y postgrado en el ámbito disciplinar. Entre el personal docente que imparte cursos en el Área de Servicios, existe un malestar originado por los resultados que se obtienen de los estudiantes en dos momentos.

En el primer momento, al ingresar a la Universidad, se les aplica un examen diagnóstico para analizar como egresan del Bachillerato. El examen está enfocado primordialmente al manejo de herramienta matemática, considerada indispensable para cursar la primera asignatura de Física. En este primer momento, se tienen dos casos. En el primero, el examen de diagnóstico fue aplicado por un grupo de profesores del Departamento de Física en la década de los ochentas; en el segundo caso, se aplicó a finales de los noventas e inicio de la presente década (Salinas, Pérez, Domínguez & Parra, 2003). Los resultados en ambos casos son similares: no se refleja un avance significativo de cómo ingresan los alumnos a la Universidad. Se consideran insatisfactorios e insuficientes para cursar la primera de las asignaturas.

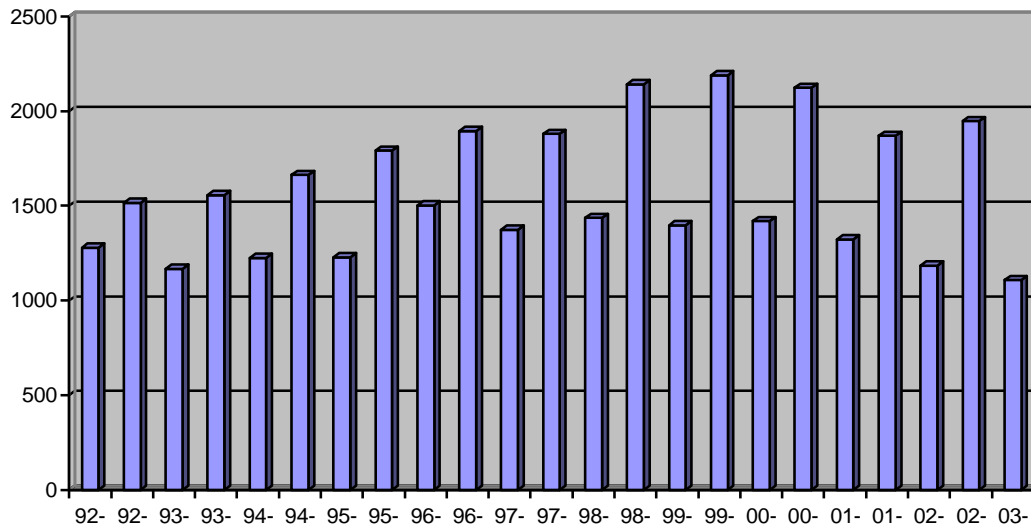
El segundo momento, es cuando se tienen los resultados de las evaluaciones de los cursos de Física Clásica en el nivel universitario. Lo cual se aborda en la siguiente sección.

## 6.1 Diagnóstico del problema.

En los últimos cinco años, el promedio de la población estudiantil atendida semestralmente asciende a 1670 alumnos, presenta incrementos sustanciales en semestres pares, debido al período de inscripciones de primer ingreso.

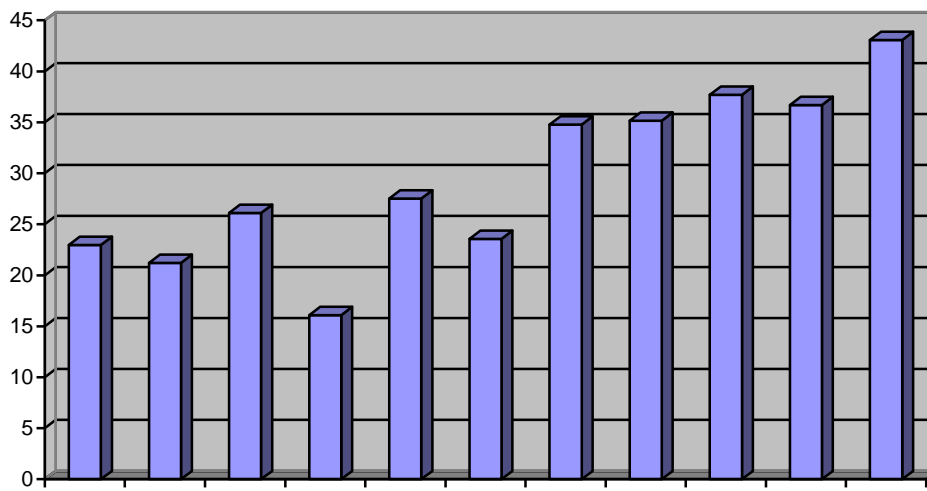
Lo anterior se muestra en la gráfica 3, donde se observa que el número máximo de estudiantes atendidos fue en el semestre 1998-2. A partir de este semestre,

consecuencia de la política institucional de fijar tope al nuevo ingreso, la población empieza a disminuir hasta estabilizarse en los últimos dos años en aproximadamente 1900 alumnos. En semestres impares, se observa una estabilización entre 1997-1 y 2000-1, a partir de este último semestre, hay una tendencia decreciente.



**Gráfica 3. Población estudiantil en el Área de Servicios del Departamento de Física**

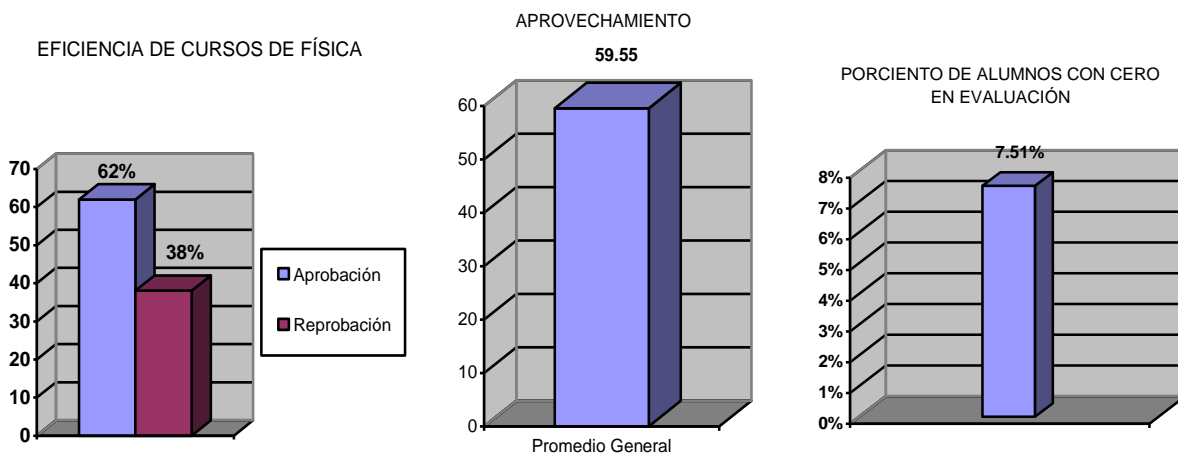
En la gráfica 4, se muestra en porcentaje la disminución de la población estudiantil entre semestre par e impar, con tendencia hacia el alza en los últimos periodos.



**Gráfica 4 Disminución de la Población estudiantil de semestre par a impar**

Para corroborar estos resultados y contrastarlos con los proporcionados por la Secretaría General Académica, se realizó un estudio estadístico de los tres cursos de Física Clásica en el Área de Servicios, en un período de observación de cuatro años (1999-2 hasta el 2003-1). La metodología consistió en capturar la información de las actas de evaluación de profesores en Excel, organizada por carrera, por expediente, por semestre, por clave, por materia, por grupo, por nombre del alumno, por calificación y por maestro.

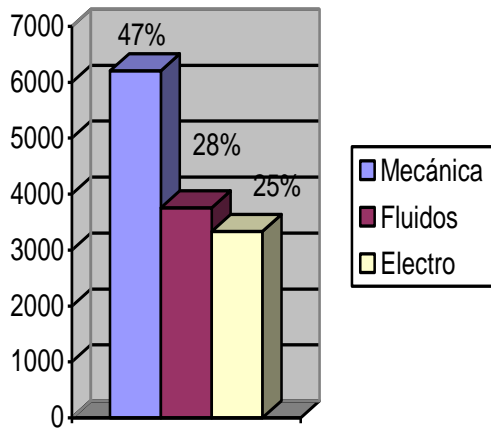
Los resultados indican que se realizaron 13297 inscripciones, con un índice de reprobación del 38 por ciento y promedio general de 59.55 (ver gráfica 5). En la reprobación se tienen 999 casos en que los alumnos obtuvieron una evaluación igual a cero (7.51 por ciento del total de inscripciones), no se contemplan las bajas voluntarias a la que tienen derecho los alumnos al inicio del semestre.



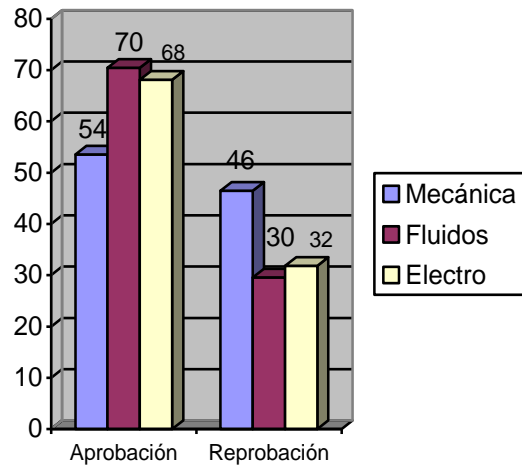
Gráfica 5. Indicadores de calidad en el Área de Servicios del Departamento de Física

El mismo estudio indica que el 47 por ciento del total de inscripciones, corresponde a la primera asignatura, el 28 por ciento a la segunda y el 25 restante a la tercera (Gráfica 6). En contraparte, la primera presenta un 46 por ciento de reprobación, en tanto que la segunda un 30 por ciento y la tercera un 32 por ciento (gráfica 7). Otro resultado, es el porcentaje de alumnos con cero en evaluación: en la primera asignatura es del 9.58 por ciento, en tanto que para la segunda y tercera los indicadores son 5.83 y 5.55 por ciento respectivamente (gráfica 8).

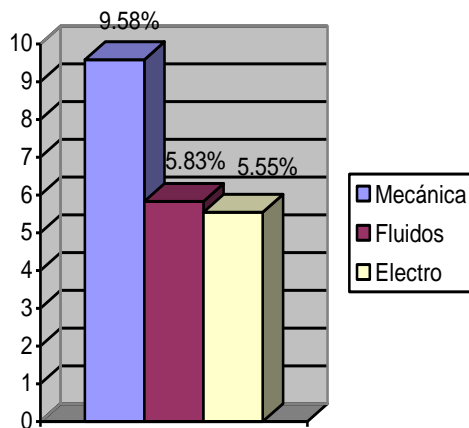
**Gráfica 6. Inscripciones por asignatura**



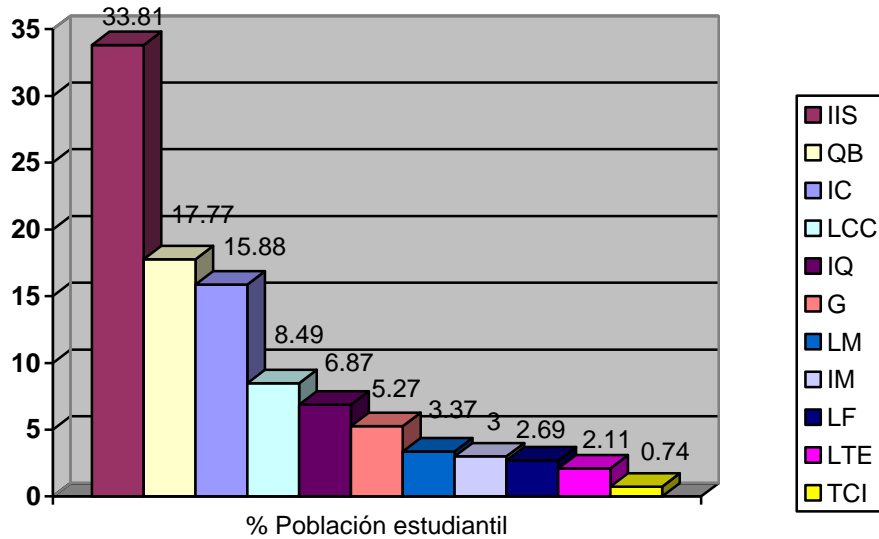
**Gráfica 7. Eficiencia por asignatura**



**Gráfica 8. Alumnos con cero en evaluación**

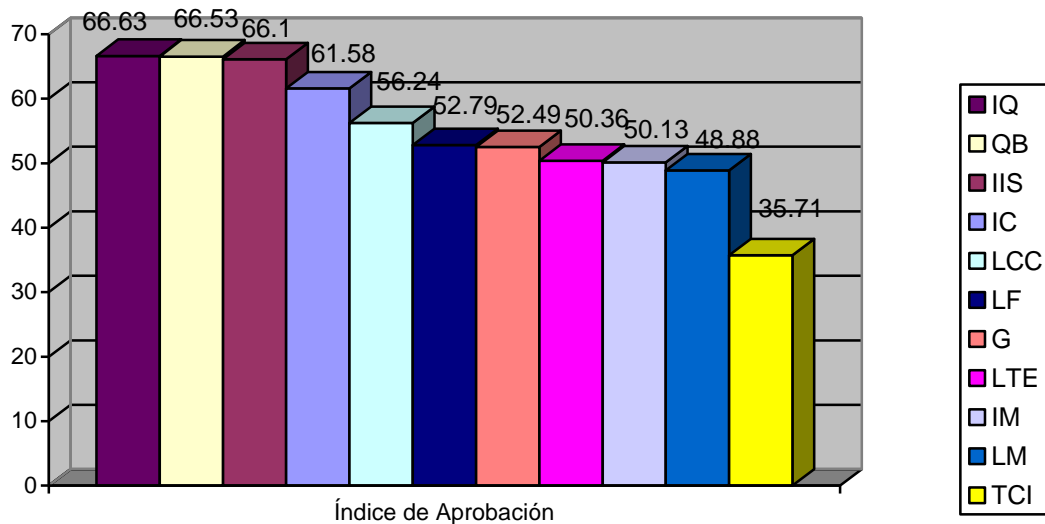


Toda vez que se identificó que el mayor problema se ubica en la primera asignatura, donde se localiza la mayor demanda de servicios y que presenta mayores índices de reprobación y deserción, se realizó un análisis comparativo por carreras, para determinar las carreras donde estos indicadores presentan mayor persistencia. En virtud de ello, en la gráfica 9 se presentan las carreras que tienen mayor demanda de servicios en la asignatura de mecánica.



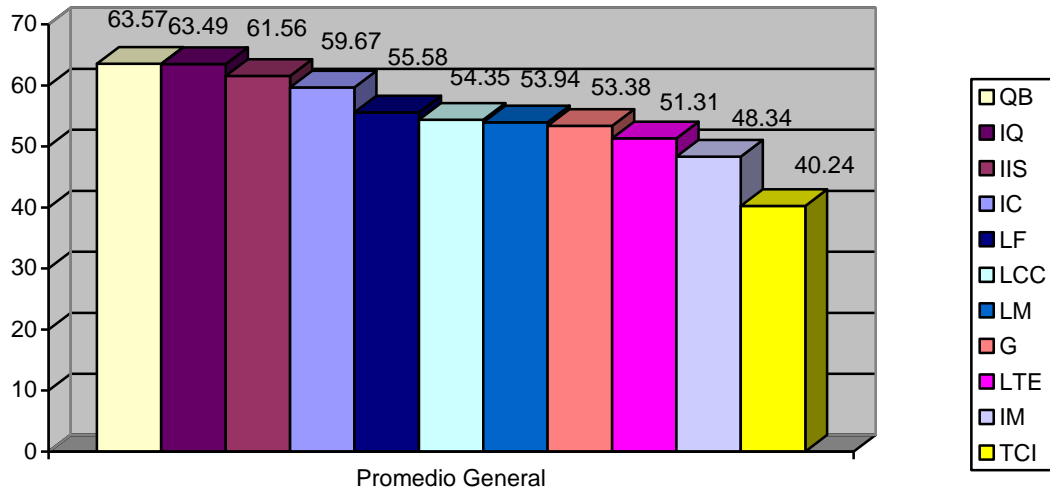
**Gráfica 9. Demanda de servicios en Mecánica**

Considerada la eficiencia de los cursos en términos del índice de aprobación (ver gráfica 10), los tres primeros lugares lo ocupan las carreras de Ingeniería Química, Químico Biológicas e Ingeniería Industrial y de Sistemas. El último lugar de esta serie, lo ocupa el área de Tronco Común de Ingenierías (TCI), donde se inscriben los alumnos que no alcanzan cuyo en las carreras de su preferencia, por la política de topes de inscripción que se implementó a partir del semestre 2002-2.



**Gráfica 10. Eficiencia en Mecánica**

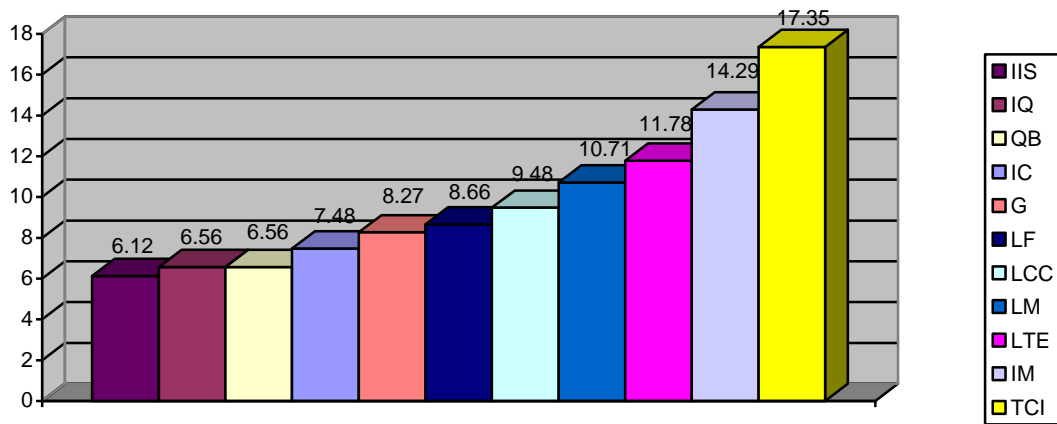
En cuanto a aprovechamiento (promedio general), los tres primeros lugares lo ocupan nuevamente las tres carreras anteriores (gráfica 11).



Gráfica 11. Promedio general en Mecánica

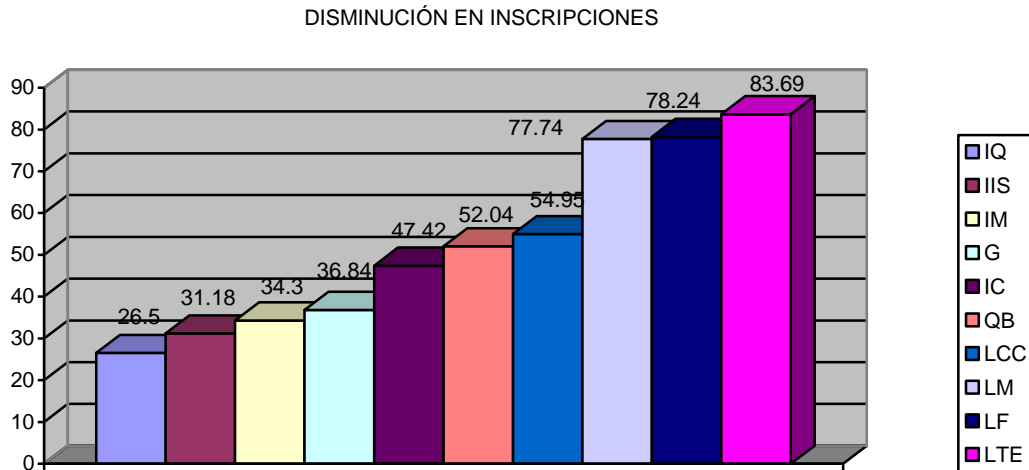
En lo referente a la deserción, considerada en función del número de alumnos que obtuvieron cero en evaluación (gráfica 12), las tres carreras antes mencionadas son las que presentan menores porcentajes. Es notorio que carreras con pequeña población estudiantil, así como el área nueva, presenten índices de deserción altos. Reflejo del desinterés y falta de motivación de los alumnos que optaron por inscribirse en disciplinas que no eran de su preferencia.

ALUMNOS QUE OBTUVIERON CERO EN EVALUACIÓN



Gráfica 12. Deserción en Mecánica

En una aproximación, para determinar el índice de deserción, éste se calculó en función de las inscripciones realizadas en la primera y última asignatura de Física Clásica (gráfica 13), es decir, mediante el cociente del número de inscripciones de la tercera, entre el número de inscripciones de la primera.



Gráfica 13. Relación porcentual de inscripciones entre Mecánica y Electromagnetismo

En carreras de Ciencias Exactas y Naturales, que son las que presentan menor demanda y dónde los aspirantes tienen la firme decisión y convicción de cursarlas, y por tanto, se esperaba mayor eficiencia y aprovechamiento. Sin embargo, estas carreras son las que presentan los mayores índices de reprobación y deserción; consecuencia del más loable propósito de una política educativa que pretendió proporcionar mayor cobertura, ofreciendo a los alumnos que no alcanzaban cupo en la carrera de su referencia, la oportunidad de inscribirse en carreras con lugares disponibles. Los resultados no pueden ser más desalentadores, tanto para los alumnos, como para las propias carreras. Para estas últimas, en caso de no diferenciar y aclarar la situación contextual en que se vieron inmersas, los indicadores de calidad referidos a reprobación, deserción, eficiencia terminal y aprovechamiento, pasarán a formar parte de sus historiales académicos, con posibles repercusiones en cuanto a evaluación y acreditación de programas por parte de organismos externos. Con el propósito de clarificar, se solicitó a la Dirección de Servicios Escolares, el listado de alumnos que solicitaron inscripción en primera y en segunda opción en la Licenciatura en Física. Del

análisis de la información, en el cuadro 2 se presentan los resultados para la asignatura de mecánica, diferenciados entre alumnos que eligieron la Licenciatura en Física como primera opción y aquéllos que la eligieron como segunda.

| Cuadro 2. Diferenciación entre alumnos de primera y segunda opción en la Licenciatura de Física (asignatura de Mecánica) |        |                           |                           |
|--|--------|---------------------------|---------------------------|
|  | Global | Alumnos de primera opción | Alumnos de segunda opción |
| Promedio   | 50.80  | 62.87                     | 46.77                     |
| Inscripciones  | 216    | 54                        | 162                       |
| Aprobados  | 98     | 33                        | 65                        |
| Reprobados   | 118    | 21                        | 97                        |
| Alumnos con cero en evaluación   | 23     | 5                         | 21                        |
| % Aprobación   | 45.37  | 61.11                     | 40.12                     |
| % Reprobación  | 54.63  | 31.48                     | 59.87                     |
| % Deserción  | 10.65  | 9.25                      | 13.96                     |

## 6.2 Definición, pregunta de investigación e intención de la propuesta.

Debido al perfil del egresado de la Licenciatura en Física, que no cuenta en su currículo con asignaturas que desarrollen competencias docentes -salvo una asignatura optativa, raras veces elegida-, el profesor se hace en la práctica educativa (Rodríguez, 2000), por lo tanto, su quehacer docente o de enseñanza adquiere un carácter empírico.

En la mayoría de los casos, aplica estrategias que le son familiares desde su etapa de formación, o porque lo vio en alguien más, o bien, porque intuye que así se debe hacer. Como consecuencia, muchas veces no comprende a ciencia cierta lo que pasa en los procesos de enseñanza aprendizaje. En algunos casos, con el tiempo, busca conocer sobre aspectos que fundamentan estos procesos y es capaz de integrar diversos enfoques teóricos como el conductismo, el humanismo, el constructivismo y el cognositivismo. Esto, aunque aparenta ser una situación buena y válida, también tiene sus riesgos, como se verá en el apartado de la fuente psicopedagógica.

En nuestro caso, dada la naturaleza de la Física Clásica, que tiene una estructuración lógica y donde los contenidos se presentan de una forma concreta, los profesores del Área de Servicios del Departamento de Física, preferentemente adoptan un enfoque



conductista en el proceso de enseñanza aprendizaje. Se abusa de la práctica expositiva, la cual no es interactiva, adaptativa, ni tampoco promueve la reflexión de los estudiantes. Sólo el profesor expresa su concepción del mundo de los fenómenos naturales y el proceso adquiere los rasgos de:

- Centrado en el profesor, no en el alumno.
- Centrado en la enseñanza, no en el aprendizaje.
- Centrado en la transmisión del conocimiento no en su construcción.
- Centrado en la memorización, no en la cognición.
- Centrado en el producto, no en el proceso.
- Centrado en objetivos conductuales, no en principios de procedimiento.
- Centrado en los contenidos, no en su significatividad.
- Centrado en la implícitación, no en su explicitación.
- Centrado en la cotidianidad, no en su planeación.
- Centrado en la práctica diaria, no en su investigación.

Lo cuál puede ser causa de la reprobación, deserción, bajo aprovechamiento y “eficiencia terminal” en los tres primeros semestres en cursos de Física Clásica en la Unidad Regional Centro de la Universidad de Sonora.

### **Pregunta de investigación**

La siguiente interrogante, orienta el trabajo de la propuesta de innovación educativa para el diseño de cursos de Física Clásica.

¿Cómo se puede diseñar un curso de Física Clásica a partir de la integración de las fuentes de Diseño Curricular, la Tecnología Educativa y la Innovación Educativa?

### **Intención de la propuesta**

Con el cambio paradigmático de la práctica del profesor hacia un enfoque centrado en el alumno, aplicando estrategias de aprendizaje apoyada con múltiples recursos didácticos, se pretende reducir el índice de deserción y mejorar significativamente la calidad de los cursos de Física Clásica que ofrece el Departamento de Física de la Universidad de Sonora, a otros Departamentos de la misma Institución.

El cambio de paradigma en los marcos teóricos de la interrogante de investigación, implica el diseño de nuevos entornos de aprendizaje de los cursos de Física Clásica, lo cual conlleva a:

- ❖ Estrategias de enseñanza y aprendizaje con enfoque cognoscitivista.
- ❖ Aprovechar el potencial de las Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación.
- ❖ Potenciar las aportaciones de la Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias.

## CAPÍTULO II

### Fundamentos teóricos de la propuesta innovadora

#### 1. Procesos de innovación educativa.

##### 1.1 Procesos de reformas e intenciones educativas.

Según el Banco Mundial (1999), las reformas al sistema educativo en la década pasada, rara vez alcanzaron el aula de clase. Entre las posibles causas se pueden mencionar:

- a) *Cambios de gobierno y continuidad.* Mendoza (2000), expone que el gobierno brindó poca importancia al principal puesto del sistema educativo, con un elevado nivel de rotación y falta de continuidad de las reformas educativas. En este sentido, Tunnermann (1999), argumenta que “El éxito de las políticas y estrategias educativas depende, entre otros factores, de la continuidad en su aplicación”. Por ello, Limón Rojas (Herrera, 2000) sugiere que el siguiente gobierno mantenga los programas educativos actuales, pues: “La eficacia y las innovaciones en educación se dan sobre la continuidad”. Por su parte, Mayor (1999), propone crear mecanismos que garanticen la continuidad y profundización de las reformas educativas por medio de un Consejo Superior de Educación, conformado por un equipo cuya contratación laboral permita: “romper inercias y garantizar cierta continuidad a los funcionarios de alta capacidad técnica y productividad, preservándolos de los avatares del clientelismo” (Braslavsky y Cosse, 1997, p. 20), concentrado en las actividades académicas, que opere en un espacio institucional propio, con autonomía y que no solo produzca decisiones, sino que también se haga cargo de la implantación.

b) *Política externa.* Toda política pública de reforma implica erogaciones, generalmente financiadas o subsidiadas, total o parcialmente, por organismos internacionales (Martínez, 2001). Corrobora lo anterior la siguiente cita:

Margarita Noriega, ha demostrado la intervención de los organismos internacionales como el Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional y el BID en la formulación y aplicación de la política educativa en nuestro país, por medio de préstamos que resultan congruentes con la aplicación de las políticas que estos organismos recomiendan. (Ulloa, 1999, 54)

c) *Imposición interna.* En aras de la modernidad, en las últimas décadas se han producido una sobrecarga de reformas, cambio e innovaciones, que al ser promovidas por la administración central, tienen un fuerte contenido político y la característica de la verticalidad. Se han introducido cambios en los currículos, en la estructura del sistema, en la forma de trabajo de los profesores, cambios para atender la diversidad e introducir la diferenciación, la formación de profesores, la gestión escolar, la evaluación, los incentivos, etcétera. Cambios que conllevan una intensa actividad académico administrativa, que cuando no tienen un impacto aparente, éstos son enmendado con un segundo cambio y después con un tercero (Hopkins, Ainscow & West, 1994, citado por Marcelo, 1997), producen un estado de zozobra, incertidumbre y frustración entre los encargados de instrumentarlos. En este sentido, Marcelo (1997) y Fernández (2003), muestran que la verticalidad de las reformas educativas es uno de los principales problemas, ya que no logran penetrar en el ámbito de quienes las van a operar, presentan la resistencia de los profesores porque no participan en el proceso de planificación (Tejeda, 1998). Aún así, toda vez puesta en operación, se encuentran problemas por su complejidad técnica-administrativa, la escasez de recursos financieros y sobre todo, por la falta de personal capacitado. Adicionalmente, a pesar de los esfuerzos, se tiene la hipertrofia, donde la línea que une a los propósitos, objetivos y metas, difieren en la mayoría de las veces de los productos obtenidos por los usuarios finales, por el enorme aparato burocrático y las complicaciones de los imprevistos.

Las reformas educativas abordan temas interesantes como: financiamiento, internacionalización, diversificación, evaluación; modernización y mejora de la infraestructura; cobro de derecho de escolaridad, bibliotecas, reglamentación y normatividad; salud estudiantil, estímulos al personal y orientación al estudiante. Temas que tienen un componente común: han sido llevados a la práctica por ser competencia de instancias administrativas y no requieren personal académico, su anuencia o participación. Sin embargo, existen temas más relevantes que verdaderamente representarían una mejora y por consiguiente, un cambio del proceso de enseñanza aprendizaje. Entre ellos se tienen: vinculación; flexibilidad, multidisciplinariedad, actualización curricular, mejorar programas de estudio, métodos y recursos pedagógicos, diseño y evaluación de estrategias didácticas, desarrollo personal y capacidades intelectuales, valores éticos y morales, educación continua, permanente y a distancia, incorporación de NTIC, nuevas modalidades educativas, formación a la carta "*just on time*", etcétera.

En todas ellas, el profesorado es el eje central, en quién tiene que propiciarse una reconversión para desarrollar una nueva profesionalidad en la que pueda aprender a enseñar de una forma diferente (Hargreaves, 2000), que le permitan al alumno aprender por cuenta propia.

## 1.2 El cambio educativo mediante las reformas

Según Fullan y Stiegelbauer (1997), un gran número de fuerzas externas e internas crean presiones para el cambio educativo. En las externas, se mencionan los avances científicos y tecnológicos, así como la importación de valores. En las internas, cuando uno o más grupos de la sociedad (Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación [INCE], 2003), perciben una discrepancia entre los valores educativos y los resultados que los afectan a ellos, u otros en quienes se interesan.

Autores como: Fullan y Stiegelbauer (1997), Fullan y Hargreaves (1999), Angulo (1994), Navarro, Carnoy & de Moura (2000), Braslavsky & Cosse (1997), Zabalza (1996), Witaker (1998), Stoll & Fink (1999), Marcelo (1997), Tejada (1998), Tojar (1999), Sáncho & Hernández (2001), Gajardo(1999), coinciden que el eje central de los

procesos de reforma, cambio e innovación educativa, sea a partir del centro o comunidad escolar. De la lectura de algunos de ellos, se infieren que los ejes de la política para la innovación educativa en general, deben contemplar cuatro aspectos: hacer conciente a la comunidad de la necesidad de cambio, lograr el consenso en política educativa, brindar autonomía al centro educativo y, establecer programas de formación de profesores ofrecido por maestros de maestros.

En la Universidad de Sonora, el proceso de reforma es el nuevo modelo curricular (Unison, 2003b). En él -aunque no se atendieron completamente los ejes anteriores-, se encuentran plasmadas las intenciones educativas en forma de lineamientos generales, que deberán contemplarse y reflejarse en los nuevos diseños curriculares. Entre estos lineamientos, se considera incorporar las fuentes de diseño curricular: sociopolítica, psicopedagógica y epistemológica, así como los cuatro aspectos de los ejes de política para la innovación.

En el nuevo modelo, prepondera la fuente psicológica, sin embargo, en vista de los resultados de la reforma española (Marchesi, 2003; Couso, 2000), que siguió este enfoque, y la contrarreforma aprobada (MECD, 2002), a la hora de elaborar los nuevos currículos, en el nivel Departamento y en la Institución, es indispensable que se complemente con las teorías de innovación y cambio educativo.

### 1.3 Definición de innovación educativa.

De las diferentes acepciones que los autores proporcionan al término innovación, éste se puede conceptualizar como: un proceso sistemático, intencional, deliberado, planificado; fundamentado en fuentes epistemológicas y psicopedagógicas, con sustento y justificación en las fuentes sociocultural y política, en función de necesidades reales, objetivas y subjetivas. Se considera como un fenómeno social y cultural, complejo y multidimensional, en donde intervienen y debe prestarse atención a las dimensiones de orden tecnológico, político, institucional y personal.

Tojar (1999), menciona la conveniencia de diferenciar entre innovación educativa e innovación tecnológica, ya que ambos términos se prestan a confusión. Una parte de la

sociedad, tiene la concepción de que una innovación es contar con mejores computadoras, nuevos y más eficientes sistemas de comunicación. Se parte del supuesto de la eficacia y la rapidez en la realización de las tareas. La introducción de computadoras, equipos y materiales, en verdad representan cambios en el ámbito educativo, ofrecen un conjunto de servicios que facilitan la comunicación (correo electrónico, transferencia de archivos, consultas bibliotecarias, conexiones desde los hogares, respaldo de información, impresión remota, acceso a Internet, almacenamiento compartido, etc.). Pero no hay que olvidar que un cambio no necesariamente implica mejora en tanto que su utilización no se ponga al servicio de un aprendizaje innovador, planificado y desarrollado de manera sistemática, orientado a la mejora de la calidad educativa. Se puede innovar en educación sin introducir tales tecnologías.

#### 1.4 Perspectivas u orientaciones teóricas de la innovación

Autores como Tejada (1995, 1998), Sánchez (1995), House (1988), Torre (1994) y Tojar (1999), aunque con diferente denominación, consideran que la innovación es un campo de estudio y de elaboración teórica que carece de una perspectiva teórica universal, comprensiva y homogénea, que permita explicar y comprender la pluralidad de dimensiones de los procesos innovadores. Hay coincidencia en torno a tres perspectivas posibles, que según House (1988), funcionan como marcos interpretativos para comprender los procesos de innovación. Tales perspectivas teóricas son: la tecnológica, la cultural y la sociopolítica.

***Perspectiva tecnológica.*** Se sustenta en la racionalidad científica, supone que las variables que afectan la realidad educativa son un conjunto susceptible de definición conceptual, objetiva y operativa, que pueden ser analizadas desde la perspectiva y aplicación rigurosa del método científico. Supone que algunas variables pueden ser manipuladas y controladas en condiciones experimentales, donde los resultados pueden extrapolarse de manera eficaz a otras situaciones, bajo condiciones de riguroso control y predicción de su comportamiento. En esta perspectiva, expertos y técnicos, observan, identifican los problemas, recogen, analizan y procesan la información,

diseñan, experimentan, reproducen y evalúan programas, materiales, estrategias y métodos instruccionales, definen los objetivos y metas educativas. Se inspira en los modelos industriales y agrícolas de la época (1965), con un enfoque sistematizado basado en la investigación empírica, desarrollo, difusión y adopción en el modelo de investigación y desarrollo (I&D), como alternativa de solución de problemas. Su base es el diseño, la experimentación y la reproducción. La innovación o solución tecnológica en la realidad educativa, se concibe como un bien por si misma, con una imagen subyacente de producción y eficiencia en un proceso mecánico controlado. La planificación es la fase principal, con un proceso de implantación lineal, en donde la teoría prevalece sobre la práctica educativa. El foco de atención es el producto final.

Es considerada reduccionista, pero con un valioso aporte en la articulación de los procedimientos, métodos y estrategias, tanto institucionales como personales, que posibilitan la innovación, alejada de la improvisación y de la ocurrencia incidental. El profesor es ejecutor (Tejada, 1998), quién sigue las pautas marcadas por los expertos diseñadores, adquiere un papel secundario como consumidor y adoptante de la innovación, dependiente y subordinado, incapaz y resistente, a quién se le atribuye el fracaso de las innovaciones por no seguir fielmente las indicaciones y pautas establecidas. Requiere capacitación y entrenamiento en las actividades y operaciones a desarrollar para la innovación. A pesar de los inconvenientes, los autores refieren que difícilmente desaparecerá, ya que su fuerza proviene de la misma sociedad tecnificada.

***Perspectiva cultural.*** Según House (1998), se empleó para estudiar los efectos de las innovaciones y ganó popularidad entre los investigadores en el estudio del proceso mismo de la innovación.

Desde su punto de vista, la extrapolación de innovaciones de una cultura a otra puede resultar complicada por las diferencias culturales que provocan efectos imprevistos. Desde esta perspectiva, la educación es un proceso complejo e impredecible, donde no existen leyes, solo tipificaciones subjetivas y flexibles, dependientes de la interpretación y del contexto en donde se desarrolla, por ello, las teorías están sujetas a cambios provenientes de la práctica. En esta perspectiva, el cambio educativo no es un proceso lineal, logístico ni tecnológicamente controlable, es complejo, inestable e impredecible,



dependiente del entorno individual, escolar y social. La innovación está sujeta a variaciones, adecuaciones y modificaciones, de acuerdo al contexto donde se implementará. Percibe la enseñanza, no como una tecnología que se aprende en un proceso de instrucción formal, sino como un arte que requiere experiencia y conocimiento del proceso de aprendizaje.

La escuela es una organización social compleja, con cultura propia, aunque con rasgos diferenciados y variados al interior de la misma, en donde sus agentes sociales presentan resistencias a todo cambio educativo proveniente del exterior, ya que afecta sus prácticas escolares y organizativas. En tal caso, la escuela sirve de mediadora de la innovación, la cual es percibida como un fenómeno de relaciones culturales diferentes, entre los expertos diseñadores y los profesores implementadores, por lo que es indispensable establecer el diálogo y la comunicación entre ambos agentes, a fin de buscar estrategias que posibiliten la adecuación e implementación.

De esta forma, las propuestas de innovación, en las cuales subyacen los valores y significatividad cultural del grupo de diseñadores, quedan sujetas al modo en que se interprete la innovación por parte del conjunto de profesores, que la retoman y la hacen suya, difiriendo de la concepción original al incorporar los nuevos valores y significados de un contexto cultural diferente. En esta subjetividad, se realizan modificaciones y adecuaciones, incorporando las particularidades socio culturales y de valores del contexto.

Desde esta perspectiva, se privilegia la tolerancia, la estructuración y división del trabajo, así como el respeto a la autonomía multicultural e ideológica, de los distintos participantes en el proceso de innovación, puesto que, diseñadores e instrumentadores, poseen culturas diferentes y fragmentadas, existiendo más cohesión y valores entre los miembros de un mismo grupo que entre distintos grupos.

El profesor adquiere una labor activa, en donde filtra, transforma, redefine y adapta las innovaciones de acuerdo a sus conocimientos, estructuras de pensamiento, creencias e ideologías.

**Perspectiva sociopolítica.** Desde la perspectiva cultural, toda innovación educativa requiere del diálogo y comunicación entre los diferentes actores involucrados en el proceso innovador. Desde la tecnológica, la verticalidad y la división del trabajo en la implementación, son factores restrictivos por parte de los profesores, que pueden apreciarla como una carga docente adicional sin beneficio propio. La perspectiva sociopolítica, parte de esas bases, donde nada es armonioso, existe insatisfacción social, ausencia de consenso, diferencias entre generaciones y conflicto de intereses. El cambio se concibe como algo problemático, que trasciende las propias prácticas sociales y educativas, que requiere de consenso, cooperación y compromisos, lo que implica, negociación entre diseñadores e implementadores. En esta negociación, se establecen mecanismos y estrategias de implementación, de tal suerte que la innovación se vuelve una cuestión política e ideológica, en donde ya no es el cambio por el cambio, sino el cambio sujeto a los intereses y metas de las diferentes culturas y grupos de presión, según Popkewitz (citado en Tojar, 1999), una interrelación entre la práctica de enseñanza, ideologías de los profesionales e intereses sociales y culturales.

En esta perspectiva, lo importante son las razones de la innovación. Presta atención a las condiciones culturales, sociopolíticas, económicas y organizativas, tanto del contexto de surgimiento como el de implementación. La preocupación fundamental son las metas e intereses de las personas y grupos. Antes de introducir la innovación y con el supuesto de que existe consenso de valores, es imprescindible lograr el consentimiento de las partes afectadas, asegurar su aprobación mediante la persuasión, el estímulo y la coacción.

**Perspectiva integradora o estratégica.** De acuerdo a House (1988), no puede demostrarse cual de las tres perspectivas es la correcta, ya que cada una se centra en aspectos diferentes de la realidad, valoran los mismos aspectos pero de modo distinto, de acuerdo a los intereses personales, colectivos, departamentales, institucionales, regionales o nacionales. Tejada (1998), indica que ninguna perspectiva es capaz de explicar toda la complejidad del fenómeno de la innovación, que más bien son intentos de concebir el cambio, que en la actualidad es insuficiente circunscribirse a cualquiera de ellas. Coincide con House (1988) y Torre (1994), en que hay que buscar una

perspectiva en donde los procesos de innovación contemplen la integración de ellas, es decir, que se circunscriba tanto a los productos como a las prácticas institucionales y personales, que sea un proyecto social de cambio, ideológico, cultural y políticamente definido y legitimado. En este sentido, Torre (1994), propone la perspectiva estratégica, en la que se atiende al proyecto en sí mismo, pero considera a los agentes de la innovación y al contexto donde se aplicará.

De las cuatro perspectivas anteriores, la tecnológica es la preponderante, por su enfoque hacia el cambio e incorporación de nuevos productos. Sin embargo, se observa un menor énfasis en el uso de las orientaciones tecnológicas iniciales, por la modificación de los esquemas de pensamiento que proporciona la reflexión, y el desarrollo de nuevos puntos de vista de las otras perspectivas.

### 1.5 Modelos o estrategias de innovación

Las estrategias, en una primera aproximación, de Sánchez (1995), las secciona en dos categorías: por reflejo simple y la intencional planificada. La primera de ellas, por reflejo simple, la denomina de ensayo y error, con un procedimiento cíclico corto, no planificado y que surge de una necesidad inmediata. Los resultados pueden ser satisfactorios o no. De serlo, el inconveniente que presenta es que el sistema no puede mejorar, por no existir un control de la historia del cambio ni de los efectos que estos producen. Son de las más utilizadas por el grueso de los profesores, donde los logros alcanzados, en su gran mayoría, no pueden difundirse por carecer de un marco teórico que la justifique y valide.

La segunda categoría, la intencional planificada, al igual que la innovación misma, tiene un carácter dinámico, procedual, conceptual y multidimensional. *Dinámico*, en tanto que está en continuo desarrollo, se ajusta continuamente, cambia adaptándose a las situaciones y necesidades contextuales, se retroalimenta de todas y cada una de las etapas. *Procedual*, al concebirse como un proceso racional y controlado que contiene un procedimiento adaptativo, no existiendo un modelo único y universal, que contemple la inmensidad de situaciones contextuales en donde se aplicará, no son universales, generalizables, ni lineales, no son aplicables por igual a todos los centros ni en todos

los contextos, son contextualizables (Torre, 2000). *Conceptual*, al tender un puente mediador entre la teoría y la práctica, con bases teóricas que legitiman y justifican las acciones y pautas de actuación; una finalidad, concretada en objetivos orientados a la mejora y superación continua de las actividades académicas y profesionales de profesores, alumnos o centro educativo, finalidad que sirve de guía y faro de la estrategia de innovación; una planificación secuencial de las acciones, tendientes al logro de los objetivos y finalidades educativas. *Multidimensional*, por contemplar los elementos estructurales, estratégicos, personales y de entorno, en los que se incluyen: normas, metas, creencias, roles, relaciones, funcionamiento, toma de decisiones, profesores, alumnos, técnicos, expertos, recursos, orientaciones y tendencias socioculturales y políticas.

En síntesis, esta categoría contiene: una base teórica que legitima y justifica a la innovación; una finalidad que se expresa en los objetivos; una secuencia organizada de la acción y su etapa calendarizada; los agentes o personas que intervienen, especifican los roles que desempeñarán y las relaciones que se establecerán entre ellos. Finalmente, se contempla la eficacia o utilidad del logro de los objetivos, ya que estos servirán como criterio de validación de la propia estrategia.

La estrategia, Torre (1994, 2000a, 2000b) la define como un “procedimiento adaptativo, o conjunto de ellos, por el que organizamos secuencialmente la acción-es en orden a conseguir los cambios previstos” (1994, p. 307).

En su esquema general, la estrategia se inicia con un diagnóstico, la definición del problema, la planeación de opciones de solución, selección de la más conveniente y apropiada y finalmente la evaluación. Este procedimiento metodológico, sirve de vía para alcanzar los objetivos y finalidades de la organización secuencial de la acción.

Las estrategias, al igual que las perspectivas, tienen un carácter multidimensional. Las dimensiones que se aborden en el proceso de innovación, dependerán del punto de vista de quien las diseñe. Sin embargo, la literatura reporta que los aspectos más relevantes que ellas atienden son: *el enfoque*, que define la posición ideológica, desde la cual se sustentarán los fundamentos teóricos que condicionarán los métodos a

seguir, así como la misma estrategia que se seguirá para la innovación, ya sea desde la perspectiva tecnológica, hermenéutica, sociocrítica o la integradora; *la finalidad*, si va orientada hacia el currículo, a los profesores, a los alumnos, al departamento, al cambio de valores, etcétera; *la fuente* de donde proviene la innovación, si es personal, institucional, política o administrativa; *las fases*, si las acciones se centran en la planificación, la instrumentación o la evaluación. Finalmente, se tiene la que atiende *los tipos de obstáculos* que se han de remover, si ha de dirigirse al ámbito institucional, departamental, usuario o de la propia innovación en si misma.

Havelock (1979), propone tres tipos de modelos estratégicos de innovación, los cuales de la Torre (1994), recomienda que se tomen como pautas orientativas más que prescriptivas. Dichos modelos son:

- 1.- *Modelo de Investigación, Desarrollo y Difusión (ID&D)*. Con las características y enfoque mencionados en la perspectiva tecnológica.
- 2.- *Modelo de Solución de Problemas (SP)*. Centrado en el usuario. Es él, el que confronta problemas y se encuentra suficientemente motivado para encontrar soluciones que suponen algún tipo de innovación. Se le considera con: conocimientos y experiencia suficiente para: realizar un proceso estructurado de diagnóstico, o identificación de necesidades; capacidad de definir el problema, buscar ideas y recolectar información; seleccionar o formular la innovación ya sea mediante el diseño, adaptación o adopción de una ya existente. Al ser centrado en el usuario y por consiguiente, en el centro educativo, el diagnóstico que antecede a la identificación de las posibles soluciones, permite prever los posibles obstáculos y dificultades en las interacciones interpersonales, las cuales se pueden minimizar al incorporar profesores del mismo centro, e incluso, la de asesores externos, como agentes de cambio que participen en todas y cada una de las fases.
- 3.- *Modelo de Interacción Social (IS)*. Su referente teórico es la perspectiva cultural. Se fundamenta en la estructura social del centro, parte del supuesto de las relaciones interpersonales que se desarrollan en el seno del grupo u organización educativa. Considera varios momentos en la adopción por parte de los miembros del grupo, al

inicio se tiene al innovador, con la puesta en operación a manera de prueba de ensayo y evaluación. Después de demostrar el valor y utilidad mediante la difusión y toma de conciencia de la innovación, hace que surja un pequeño grupo de adherentes, los cuales crecen hasta convertirse en mayoría. Este modelo estratégico, considera que no todos aceptaran y serán renuentes al cambio.

## 1.6 Fases del proceso de innovación

De acuerdo con Fullan y Stiegelbauer (2000); Stoll y Fink (1999); Miles (1987, citado por Tejada, 1998), la mayoría de los investigadores ven tres fases amplias para el proceso del cambio:

Fase I.- *Iniciación.*

Fase II.- *Implementación.*

Fase III.- *Institucionalización*

***Iniciación.*** Fullan y Stiegelbauer (2000), distinguen ocho elementos que pueden afectar o influir en esta fase, entre estos, se encuentran aspectos referidos a la existencia y calidad de innovaciones que se han desarrollado en nuestro contexto; las facilidades o restricciones de acceso a ellas para poder conocerlas mejor, adaptarlas o adoptarlas de acuerdo a nuestra problemática particular; el apoyo por parte de las autoridades institucionales, ya sea para la adopción, adaptación o diseño de innovaciones; el refuerzo y ayuda por parte de compañeros maestros, o de otros departamentos y disciplinas; la presión o apoyo de la comunidad en general; los cambios de política educativa en relación a recursos; finalmente los autores citan, los problemas que se intentan solucionar con las propuestas.

Todos estos elementos, se refieren a la relevancia, disponibilidad y recursos de la propuesta de innovación. En la primera, se aglutina la necesidad y pertinencia del cambio que se espera obtener; su factibilidad, expresada en la clarificación de los objetivos y metas que se pretenden alcanzar. La segunda de ellas, se refiere a la capacidad, tanto práctica como conceptual, de los individuos y del Departamento para desarrollar o adoptar la innovación; disponibilidad, que se manifiesta en términos de conocimientos, actitudes, percepciones, motivación e inversión de tiempo de los

agentes del cambio, así como la infraestructura física del Departamento, que se relaciona con equipos, materiales y suministros. El tercer elemento, es considerado como un proceso inmerso en otro, que inicia con una planificación de necesidades para desarrollar la innovación. En esta subfase, se acumulan y acopian los apoyos que se requieren, así como los medios que se utilizarán para tal fin.

En la etapa de iniciación, es difícil prever y planificar todos los requerimientos de una innovación, ya que uno de los supuestos del cambio, es que es evolutivo (Marcelo, 1997), y en su evolución, “no existe nunca el grado de conocimiento necesario para saber con exactitud la acción que deben emprenderse” (Stoll y Fink, 1999, p. 92). Constantemente se debe realizar una retroalimentación, ante las dificultades que presenta conjugar los tres elementos básicos de esta fase. Esta etapa, de acuerdo con Fullan y Stiegelbauer (2000), Stoll y Fink (1999), Miles (1992, citado por Marcelo, 1997), es necesario empezar las innovaciones a pequeña escala, sin complejidad, iniciar con lo más sencillo y fácil, sin trazar planes precisos. Comenzarlas y usarlas como puntal para las acciones ulteriores.

**Implementación.** De acuerdo con Marcelo (1997, p. 17), “es el proceso por el cual las innovaciones son asumidas, adoptadas por los profesores, y éstos deciden ponerlas en práctica, experimentarlas”. De las tres fases, es la más difícil y problemática, comprende los primeros intentos de poner en práctica las intenciones educativas. Se ve influida por las características del mismo cambio que se intenta introducir, así como por factores tanto externos como internos. Entre estos factores, Miles (1986, citado por Stoll y Fink, 1999, p. 90), señala la importancia de:

- La responsabilidad clara de instrumentación.
- El control compartido de la puesta en marcha.
- Una combinación de presión y apoyo.
- Un continuo desarrollo del personal y compensaciones para los profesores desde el comienzo.

De estos factores, Marcelo (1997), recomienda que el foco de atención se centre en la dimensión personal o biográfica, y asumir uno de los principios del cambio: el que

establece que éste “es un viaje hacia un destino desconocido” (Fullan, 1993, citado por Marcelo, 1997, p. 15), en el que se encuentran múltiples vicisitudes o factores restrictores. Torre (1994), menciona cuatro: los obstáculos que se manifestarán por una resistencia pasiva, ante elementos que no se reflexionaron o planificaron; resistencias de las personas, que asumirán una actitud más activa y conciente, dirigida a frenar la innovación; el rechazo u oposición explícita y abierta, por no compartir ideas; finalmente, el autor refiere la más contundente, los bloqueos o intento de paralización de la innovación debido a fuerzas superiores, que conlleva necesariamente a redefinir y clarificar la primera de las dimensiones, es decir, la explicativa, que contiene los valores ideológicos, axiológicos y políticos.

Para vencer el fenómeno de la resistencia, Tejada (1998), recomienda conocerlos y diseñar estrategias destinadas a superarlos. Este autor, hace una tipología de ellos, según sus orígenes y razones. Por el carácter multidimensional, elige como criterio clasificador, a los mismos agentes del cambio: al individuo, el grupo, el sistema educativo, el contexto escolar y el macro de contexto social. Así por ejemplo, destaca en el individuo: el hábito, o preferencia a lo familiar y cotidiano, por lo extraño y desconocido; la primacía o tendencia a resolver los problemas o situaciones, de la misma forma en que siempre los ha intentado resolver; el superego o aceptación ciega de lo existente, arraigado en la tradición, en los usos y costumbres; inseguridad, que manifiesta a través del temor y angustia de los cambios, con regresión a lo que le es normal y familiar; ignorancia, por no conocer los procesos de innovación, así como, las nuevas tareas y exigencias que requiere el proceso; el dogmatismo, como rasgo de su personalidad, que conlleva a la rigidez e inflexibilidad. En relación a los grupos, Tejada (1998), menciona: la homeostasis o tendencia a continuar en el mismo estado de seguridad y permanencia; status, que le brinda posición y prestigio, que puede perder ante un fracaso; relaciones interpersonales, aunque existe compañerismo, se tienen estructuras de poder, que ocasionan fricción en las relaciones de comunicación. Otros aspectos importantes a considerar, se refieren al proceso mismo de innovación: los objetivos y su clarificación; la desconexión entre teoría y práctica; así como los planteamientos multidisciplinares por sobre los interdisciplinares.



**Institucionalización.** Es el resultado, o producto del éxito de una innovación. De acuerdo con lo anterior, Torre (1998, p. 69), menciona que “el cambio institucional es el mejor indicador de que la innovación ha resultado un éxito”. Por su parte Tójar (1999), al hacer referencia a las innovaciones horizontales, explicita que:

Las experiencias desarrolladas a nivel de aula, Departamento o de Institución educativa, van creando núcleos de innovación que pueden transferirse o generalizarse a otros niveles, afianzando su adopción en contextos cada vez más amplios, donde tales cambios desde abajo no deben minusvalorarse puesto que pueden suponer a la larga cambios relevantes en el sistema y pueden llegar a institucionalizarse. (p. 4)

## 1.7 Evaluación de innovaciones.

La evaluación de innovaciones, es un proceso que se encuentra implícito en cada una de las fases del proceso de innovación. Al ser un proceso, se deben contemplar de igual forma, las dimensiones mismas del proceso de innovación, respondiendo a QUÉ, POR QUÉ Y PARA QUÉ se va a evaluar (dimensión constitutiva, axiológica, ideológica y política), DÓNDE se va a evaluar (dimensión contexto cultural), CÓMO se va a evaluar, que técnicas, instrumentos y estrategias se van a utilizar (dimensión estratégica) y QUIÉN va a practicar la evaluación (dimensión biográfica o personal).

Como se puede apreciar, la evaluación misma, al igual que los modelos de innovación, así como las estrategias de innovación, pueden orientarse y alcanzar la categoría de una innovación. Sin embargo, el propósito de la presente propuesta no es tal, por lo que se recurrirá a instrumentos de evaluación de innovaciones que ya han sido validados, en la concepción de que los resultados, no son para calificar, sino para retroalimentar y mejorar todas y cada una de las fases o subfases del proceso de innovación, es decir, se practicará una evaluación crítica (Fullan y Stiegelbauer, 2000), que Stenhouse (1991) define como una actividad que pone claramente de manifiesto los puntos fuertes y débiles, que persigue una comprensión más clara del proceso, donde su valor central, es el conocimiento que de ella se obtenga para mejorar el diseño de la propuesta. Las reflexiones anteriores, obligadamente conducen hacia un modelo de proceso o de

principios de procedimiento (Stenhouse, 1991), donde los objetivos se enuncian de forma expresiva, heurística o principios de procedimiento, como alternativa a los objetivos tradicionales o conductuales. En los objetivos expresivos: lo importante no es la meta, sino cómo se llegar a ella; no se pueden anticipar resultados; la innovación, es un proceso producto del pensamiento del hombre y como tal, en constante construcción y transformación; el diseño, es una guía que orienta la práctica, no es algo acabado y prescriptivo, finalmente, los objetivos expresan la finalidad e intenciones educativas, no el producto final.

En relación al instrumento de evaluación, se utilizará el *checklist* de A. Nicholls (1983), que reproduce de la Torre (1994) y que nos permitimos retomar en el Anexo 2, para fines totalmente académicos.

## **2. Tecnología educativa.**

### **2.1 Digitalización, NTIC y Tecnología Educativa.**

El lenguaje, además de ser un medio de comunicación, es el recurso pedagógico más utilizado y eficiente, para la transmisión generacional del conocimiento. Con él, en sus diferentes modalidades, se resguarda el conocimiento cultural de la humanidad, donde aprender el proceso de codificación y decodificación simbólica, es el más importante de los aprendizajes. Sin embargo, uno de los problemas de la información codificada, es su dependencia del medio de transporte. Problema que fue superado con la aparición de los medios electrónicos y la aparición de un nuevo código: la digitalización. Esta nueva forma de representar el conocimiento, es más abstracta y artificial que el lenguaje normal, ya que requiere de aparatos para producirlo y descifrarlo.

Con la digitalización, no solo se tienen textos, imágenes y sonidos que se pueden almacenar y reproducir, sino que, de acuerdo a los objetivos y metas, también se pueden generar y socializar empleando los recursos de las NTIC.

La digitalización, permite almacenar la historia de la humanidad en objetos pequeños, accesibles desde cualquier lugar del mundo en tiempo real, con lo cual, también se

posibilita cambiar hábitos y costumbres, formas de analizar y procesar la información, es decir, las formas de pensar y proceder.

Este es el entorno de los niños y jóvenes de hoy, el mundo para el cual, se deben formar en las instituciones educativas, el mundo de las NTIC. Sin embargo, para hacer uso de estos recursos, no se debe olvidar el contexto social donde se aplicará. Todos los avances tecnológicos, han tenido lugar dentro de un determinado marco social, político y económico, que hace posible no solo su producción y desarrollo, sino también su transferencia a la sociedad, función, que le ha sido delegada a los docentes, por lo que es indispensable redefinir las nuevas labores, iniciar con la alfabetización computacional, no limitar la utilización de las NTIC, a un recurso pedagógico más, a una moda. Es necesario aprender sus alcances y limitaciones, sustentar su funcionalidad y uso, en el campo de la Tecnología Educativa.

Bautista y Alba (1997), se dieron a la tarea de investigar entre especialistas que se entiende por Tecnología Educativa. Llegaron a la conclusión de que los significados son diversos, encontraron diferencias en: el objeto de estudio; las líneas de investigación y el campo de aplicación, así como dilemas y contradicciones que suscita la reflexión conceptual sobre ella.

Para algunos, significa un proceso sistemático de diseño, desarrollo y evaluación del proceso de enseñanza aprendizaje. Para otros, es un campo de conocimiento, otros la consideran una disciplina de intervención pedagógica dentro del campo de la didáctica.

Ante la divergencia de opiniones, se optó por recurrir a la definición que realizan Seels y Richey (1994), en su libro auspiciado por la ACTE (Asociación par las comunicaciones y la Tecnología Educativa), donde mencionan que indistintamente se utilizan los términos Tecnología Educativa o Tecnología Instruccional, definiéndola como: “La Tecnología Instruccional es la teoría y práctica del diseño, desarrollo, utilización, administración y evaluación de los procesos y recursos del aprendizaje” (p. 9). En esta definición, los ejes principales son la teoría y práctica, en torno a los cuales giran los restantes dominios, que la propia definición incluye. Vargas (1996), hace la siguiente representación visual (figura 2), de los dominios que abarca la definición.

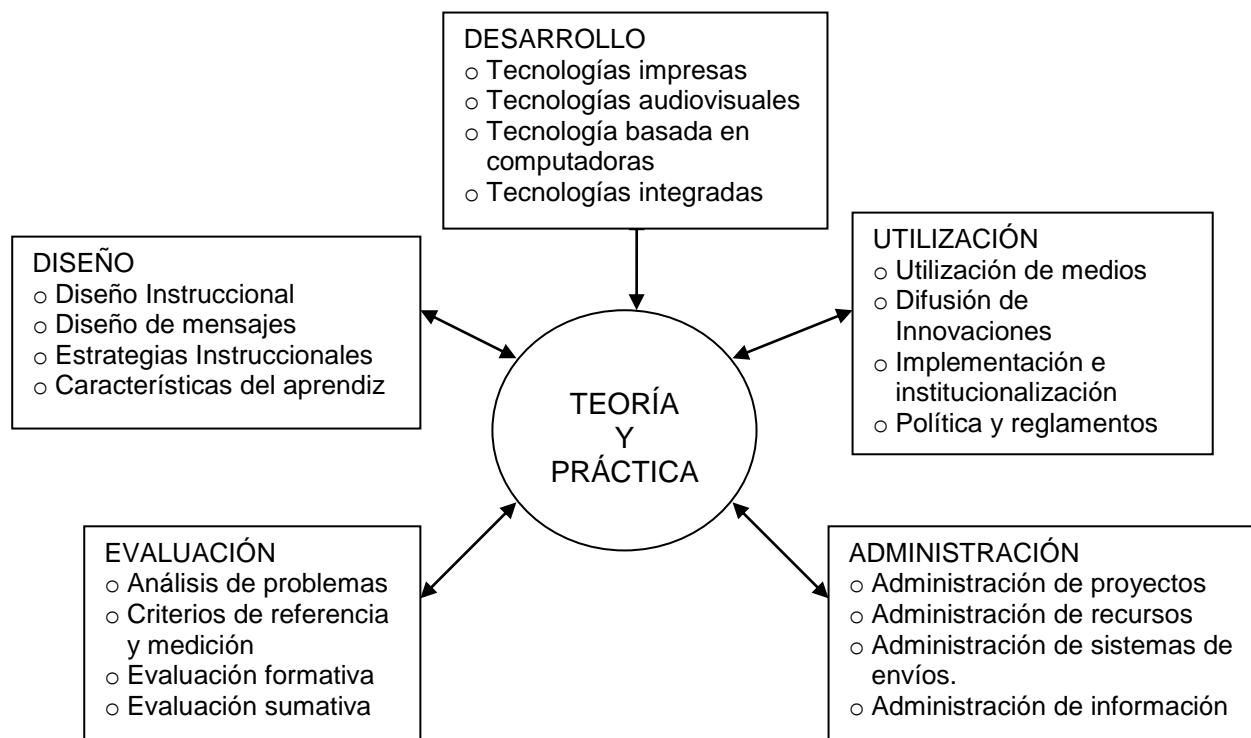


Figura 2. Dimensiones de la Tecnología Educativa

### 2.3 Educación, Internet y aprendizaje.

Expertos e influyentes (Schwartzman, 2001), coinciden en que los estratos sociales más bajos, perciben la educación como medio de movilidad social, crean presión por obtener un grado de educación superior. Coinciden también, en que la incorporación de las NTIC, tienen un impacto positivo en el funcionamiento de las escuelas y desempeñan una función transformadora, aunque no esperan una reducción de las diferencias sociales, ni que elimine la brecha educacional. En su opinión, es poco probable que los sistemas masivos de educación superior, proporcionen el tipo de educación integral que se espera de ellos, como tampoco esperan que la formación y organización profesional docente, experimente transformaciones sustanciales en el futuro.

En esa transformación, según Bruner (2000), los sistemas educativos tendrán dos grandes retos: los problemas no resueltos del siglo XX y los retos emergentes de la revolución tecnológica y la globalización del siglo XXI. Estos retos, obliga a los responsables de operar los sistemas, a invertir y usar las NTIC ante el riesgo del

abismo digital. En el contexto de la globalización, este autor sostiene una serie de tesis para la transformación: acceso a la información; acervo de conocimientos; mercado laboral y disponibilidad de NTIC para la educación. Desde su punto de vista, “el problema para la educación en la actualidad no es dónde encontrar la información sino como ofrecer acceso sin exclusiones a ella y, a la vez, enseñar / aprender a seleccionarla, a evaluarla, a interpretarla, a clasificarla y a usarla” (p. 12), es decir, enseñar las funciones cognitivas superiores, para convivir, comprender e interpretar, un medio saturado de información. Con respecto a su segunda tesis, ante los cambios vertiginosos del conocimiento, plantea las siguientes interrogantes: ¿Quiénes serán los encargados de elaborar las síntesis del conocimiento en el futuro? ¿Cómo organizar curricularmente un conocimiento global en permanente cambio y expansión? En el tercer desafío, menciona que el sector servicios presenta una inestabilidad laboral, que demanda niveles de escolarización cada vez mayores y destrezas interpersonales, con puestos, donde las personas requieren leer y entender información técnica; que le exigen actualización permanente en alfabetización computacional. En el contexto del aprendizaje, hace referencia a que éste permita al alumno transitar de lo analógico a lo digital, de la transmisión del texto por parte de los profesores, a la interactividad de los medios digitales controlados por el alumno en cursos hipermedia. A pesar de que muestra escepticismo en la velocidad con que las instituciones están enfrentando el reto de transición, reconoce que la educación superior esta cambiando rápidamente con las NTIC.

Aplicadas a la educación a distancia y al aprendizaje distribuido, Bruner (2000, p.25-26) le asigna los siguientes usos y funcionalidad:

- Recurso de información (contenidos digitales).- Proporcionar acceso e información para apoyar procesos de aprendizaje (WWW—sitios y portales especializados), CD Roms interactivos, hipermedia, (próximamente libros electrónicos)
- Instrumento de comunicación.- Facilitar el aprendizaje colaborativo, interactivo y distribuido (conferencias asincrónicas y sincrónicas, teleaprendizaje, formación de comunidades de aprendizaje y redes de conocimiento). (Comunicación

mediante lenguaje natural en dominios restringidos y con vocabulario determinado).

- Contextualización de contenidos.- Situar el material de aprendizaje en contextos educacionalmente ricos (que operen como “anclas”, por ejemplo, situaciones de *problem based learning* (aprendizaje basado en problemas) estilo sala de clase de la NASA o “simulaciones” del estilo CGVR, es decir, donde se genera una realidad virtual que envuelve al alumno y lo hace operar como si estuviese en una situación real. Se estima que en 5 a 7 años estarán accesibles “microworlds”).
- Kit de construcción.- Proporcionar herramientas—como editores HTML o VRML—que permitan al alumno construir / entender fenómenos complejos (*software* para modelación tridimensional, diseños arquitectónicos).
- Instrumentos de visualización / manipulación.- Presentar fenómenos para su análisis y manipulación (instrumentos de visualización como mapas, presentación gráfica de grandes cantidades de datos y de manipulación como simulaciones -basadas - en -modelos, del estilo de SimCity).
- Funciones de apoyo tutoría virtual para alumnos.- Identificar patrones de rendimiento subóptimo mediante “cognitive audit trails” (mecanismos de auditorías cognitivas) y prestación de apoyo tutorial “inteligente” para mejorar el desempeño en dominios delimitados. En 5 a 7 años: agentes computacionales semi-inteligentes instalados en aplicaciones que apoyan acciones definidas por el usuario. En 7 a 10 años: “sensores de conciencia” que operan con input de *biofeedback* (bioretroalimentación) del usuario a la computadora, facilitando un monitoreo de estados de ánimo.

Entre los cuales se encuentra implícito el uso de la red de redes que más ha impactado a la sociedad: Internet.

Internet representa:

- Espacios para la comunicación sincrónica y asincrónica individuo-individuo o individuo-grupo.
- Espacios para la interacción y la actividad social.
- Protagonismo, control y mayor participación activa y constructiva del estudiante en la construcción del conocimiento.
- Espacios actualizados para la información, distribución, búsqueda y recuperación de información digital.
- Espacios aquí y ahora, para la educación y la formación en cualquier momento.

Además de ser la biblioteca virtual, con la mayor base de datos e información disponible en toda la historia de la humanidad, es el medio y recurso pedagógico más valioso con que se cuenta para proporcionar formación docente, mediante cursos en línea o a distancia e iniciar con la alfabetización computacional.

Como recurso pedagógico, el aprendizaje con Internet, puede tener como referente teórico cualquiera de las teorías del aprendizaje que se revisarán en la siguiente sección, destacan las de enfoque cognitivo: aprendizaje significativo, aprendizaje por descubrimiento y aprendizaje social de Vygostky. En esta última corriente, se enmarca el aprendizaje colaborativo, definido como:

Un proceso de aprendizaje que enfatiza el grupo o los esfuerzos colaborativos entre profesores y estudiantes. Destaca la participación activa y la interacción tanto de estudiantes como profesores. El conocimiento es visto como un constructo social, y por tanto el proceso educativo es facilitado por la interacción social en un entorno que facilita la interacción, la evaluación y la cooperación entre iguales (Hiltz y Turoff, 1993, Collaborative learning, 2)

## 2.4 Educación en línea, relevancia y factibilidad.

En la sociedad de la información, el sistema educativo se puede entender desde dos vertientes, la primera de ella es la educación escolarizada tradicional, en tanto que la segunda se refiere a las nuevas tendencias educativas internacionales: el reto del siglo XXI, lo cual se ilustra con el siguiente esquema (figura 3).

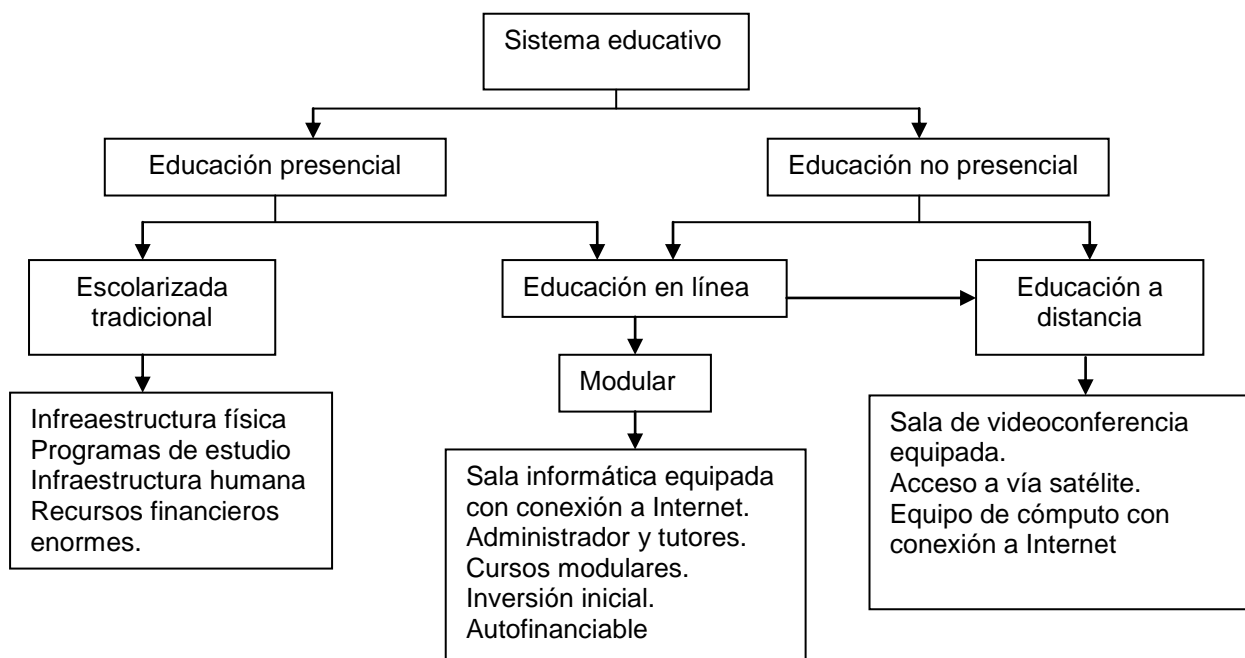


Figura 3. Modalidades de los sistemas educativos

En el marco de las tendencias educativas, se ha discutido en secciones anteriores, que éstas son recomendadas por Instituciones y organismos nacionales e internacionales que conlleven a la igualdad, la cobertura, la pertinencia e internacionalización de la educación. Como estrategia para alcanzar tan altos fines, se sugiere la flexibilidad del sistema educativo a través de nuevas modalidades de educación, entre las que se pueden mencionar: la educación permanente, continua y a distancia, en sus diferentes acepciones:

La educación en línea, es una nueva modalidad de educación que conjuga la presencial y la no presencial, puede ser tan efectiva como una tradicional cuando el método y los recursos son apropiadas. Sus ejes centrales son el autoaprendizaje y la autogestión basados en módulos interactivos. Presenta muchas más ventajas que otras formas de educación. Dentro de éstas, se tienen ventajas económicas, de desarrollo humano sostenible, rapidez, interacción, multimedia, el World Wide Web, que conecta escuelas, universidades, institutos, compañías, sitios privados, organismos gubernamentales y no gubernamentales,

En lo que respecta a la factibilidad, existe interés (SEP, 2001; ANUIES, 2000a; SEC, 2004; Unison, 2003b) de: privilegiar el carácter formativo de la educación, modernizar



los métodos, contenidos y recursos de la enseñanza; fomentar la superación y valoración del maestro; incorporar la innovación educativa mediante las NTIC; propiciar la participación social en apoyo a la educación y atender, a través de ésta, problemas de equidad y justicia social; finalmente, se tiene el propósito de incrementar la infraestructura para el desarrollo educativo.

Algunos datos relevantes para la educación en línea en México se presentan en el siguiente cuadro (cuadro 3).

| Cuadro 3. Datos relevantes para la educación en línea                       |            |
|---|------------|
| Población total al año 2000   | 97 483 412 |
| Población entre 15 y 24 años de edad en el año 2000                         | 19 063 269 |
| Población entre 15 y 24 años de edad que asiste a la escuela en el año 2000 | 59.1 %     |
| Población que usa computadora (mayor 5 años)                                | 16.6 %     |
| Total de viviendas  | 24 682 492 |
| Hogares con línea telefónica al 2002  | 45.3 %     |
| Hogares con computadora al 2002   | 15.2 %     |
| Computadoras conectadas a Internet en el hogar (2002) <sup>1</sup>          | 53 %       |
| Uso de Internet para educación  | 14.1 %     |

<sup>1</sup> Porcentaje del total de hogares que cuentan con computadora al 2002

Fuente: extraído de la página de INEGI (2004) en <http://www.inegi.gob.mx/inegi/default.asp>

Como se puede observar, el porcentaje de la población que usa computadora es bajo, sin embargo, de acuerdo a la misma fuente, los usuarios de Internet en México, han crecido en un 53 por ciento en dos años. Otra cifra alentadora, es el crecimiento del número de páginas en español, ya que según Martínez y del Castillo (1999), en 1998 el idioma era una barrera para la educación en línea, ya que el 70 por ciento de las páginas eran en inglés y únicamente el 1.78 por ciento eran en español. Datos recientes proporcionados por Valzacchi (2003), indican que en el 2002 las páginas en inglés representaban un 40.2 por ciento, en tanto que el español se ubicó en un 7.2 por ciento.

### 3 Fuente psicopedagógica

#### 3.1 Enfoque del nuevo modelo curricular de la Universidad de Sonora.

En la historia de la Universidad de Sonora, han ocurrido entre otras, dos transformaciones cuyo carácter es de importancia fundamental, la primera se dio en 1978, cuando se adoptó el Modelo Departamental y la segunda, en 1991 con la reforma legislativa. Consecuente con las intenciones educativas revisadas en la fuente sociopolítica, la Universidad se encuentra en otra de las etapas más relevantes de su historia, camina a pasos agigantados hacia la implementación de un nuevo modelo curricular de enseñanza aprendizaje, que centra la atención en el alumno, en el aprendizaje independiente, en la generación del conocimiento y la incorporación en la práctica educativa de las NTIC.

En virtud de lo anterior, el Colegio Académico, aprueba lineamientos generales (Unison, 2003b) que permita desarrollar la capacidad de autoaprendizaje del alumno. Para hacerlo responsable y participe de su propio aprendizaje, entre los lineamientos se contempla una disminución de horas aula, con la aclaración de que tal disminución, no implica eliminar materias o contenidos temáticos, pero que se reflejará en los planes y programas de estudio, los cuales tendrán un valor mínimo de 300 y un máximo de 400 créditos.

En contraposición a la disminución de horas, y con el propósito de formar profesionistas conscientes de sus responsabilidades sociales, que sean capaces de integrar conocimientos para el proceso de la toma de decisiones, así como sentar las bases para el autoaprendizaje independiente, la disposición va acompañada con incorporar al menos un 10 por ciento de asignaturas del Área de Ciencias Sociales, Humanidades y NTIC, en todos los currículos.

Otro lineamiento que se relaciona con la presente propuesta, se orienta al diseño de nuevas modalidades de enseñanza–aprendizaje, donde las asignaturas podrán ser ofrecidas en forma presencial, abierta o mixta.

El objetivo estratégico, es generar un estudiante con nuevo perfil, dotado con contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, que le permitan desarrollar su capacidad de aprender por si mismo, de localizar, evaluar críticamente, organizar, acomodar, integrar y transformar la información, en un mundo de relaciones sociales de

producción con economía abierta. Un mundo, donde el principal activo será la calidad del conocimiento del individuo, su capacidad de adaptación y actuación sobre la realidad social para transformarla y transformarse a sí mismo.

Para alcanzar este objetivo, se introduce como innovación ejes formativos (formación básica, común, profesional, especializante e integrador). El foco de atención de cada uno de ellos, especialmente el eje de formación básica (Unison, 2003c), contempla las nuevas asignaturas, como detonadores para desarrollar habilidades de pensamiento y estrategias de aprendizaje que le permitan aprender a aprender.

Con los cinco ejes, se aspira que el alumno alcance el pleno desarrollo de su personalidad, en el ámbito intelectual, psicosocial y profesional, de tal forma que al egresar, los recursos intelectuales y métodos de aprendizaje, le brinden la oportunidad de continuar educándose por sí mismo, de la forma y en los espacios que considere más convenientes.

El enfoque cognitivo que se introduce, empuja los aspectos cognitivos de la Psicología Educativa por sobre los disciplinares. En algunas áreas, puede presentar una serie de tensiones al momento de modificar o reestructurar los planes de estudio.

Tensión originada por diferencias interdisciplinares, ya que por un lado, se tienen a los que brindan prioridad a las aportaciones que se han realizado desde el campo de la didáctica de las ciencias (Feynman, 2000; Furió, 1997; Sokal, 1996; Gil, 1993, 1999, 2002; Campanario, 1999; Oliva, 2001), que sustentan la construcción y desarrollo histórico-social de la estructura actual y vigente de los currículos, que elaborados con fundamento en la lógica y estructura misma de las disciplinas, que enfatiza lo epistemológico como eje de organización curricular, que centra la atención en los conocimientos disciplinares y además, que sustentan que a partir de ellos es posible que el alumno desarrolle su inteligencia. Por el otro lado, se tienen los científicos de las Ciencias de la Educación que se avocan al estudio de las condiciones generales y locales de la educación (Sociología de la educación, Economía de la educación, Antropología de la educación, Historia de la educación); al estudio de la situación educativa y los hechos educativos (Psicología de la educación y Comunicación

educativa) y finalmente en esta clasificación que hace Mialaret (citado por Hernández, 1998), las que estudian el desarrollo de la educación y el análisis en torno a ella (Filosofía de la educación y Planeación educativa), quiénes, desde sus respectivas disciplinas, presentan las orientaciones y recomendaciones que se han de seguir para el diseño curricular.

En síntesis, la discrepancia se origina entre los que defienden el plan curricular centrado en el valor intrínseco de los conocimientos, a partir de los cuales es posible que el alumno desarrolle su capacidad de realizar operaciones intelectuales, inherentes a la enseñanza aprendizaje de las ciencias, y los que sostienen, que es más importante que los alumnos desarrollen habilidades de pensamiento y adquieran estrategias de resolución de problemas (Casarini, 2001).

Sin el ánimo de entrar en debate, con respeto a razones, posturas e intereses de los actores sociales, que desde sus respectivas disciplinas buscan mejorar la calidad del proceso educativo, a la hora de elaborar los currículos, es menester tener presente las palabras de Coll (1997), al referirse a las aportaciones de la Psicología al currículo:

La alternativa consiste en huir tanto de un eclecticismo fácil, en el que pueden encontrar justificación prácticas pedagógicas contradictorias, como de un purismo excesivo que, al centrarse en una única teoría psicológica, ignore aportaciones sustantivas y pertinentes de la investigación psicoeducativa contemporánea. (p. 36)

Manifestación que hace en virtud de que

La Psicología de la Educación no dispone todavía de un marco teórico unificado y coherente que permita dar cuenta de los múltiples y complejos aspectos implicados en los procesos de crecimiento personal y de la influencia que sobre ellos ejercen las actividades educativas escolares. (p. 35)

Para dirimir la divergencia de intereses, y superar la carencia de ese marco teórico que brinde sustento a las múltiples teorías del aprendizaje, en el marco del diseño

instruccional (Castañeda & Acuña, 1996), al momento de diseñar actividades de aprendizaje que propicien la cognición y metacognición, es conveniente considerar que ningún contenido tiene valor por sí mismo, sino en función de lo que aporta a la formación integral del estudiante, por lo que es imprescindible conciliar ambos enfoques, recurriendo a criterios basados en la pertinencia, en la utilidad y en la significación tanto social como personal.

La razón de conciliar y reorientar el enfoque del modelo curricular, nuevamente la proporciona Coll (1997), al referirse a la concreción de una intención educativa (como lo es el desarrollar la capacidad para el autoaprendizaje) mediante una serie de objetivos cognitivos: “no disponemos de una taxonomía de destrezas cognitivas suficientemente rica y precisa para ser utilizada como fuente de objetivos cognitivos” (p. 56). Por lo que en su propuesta de marco teórico unificador mediante el constructivismo, señala que: “una manera de superar esta dificultad consiste en referir a contenidos particulares las destrezas cognitivas que contemplan los objetivos” (p. 37), al citar a Peterssen, Coll, clarifica que por contenidos debe entenderse “las materias concretas y los conocimientos con los que entra en contacto el alumno” (p. 37).

En este contexto, no es lo mismo adquirir habilidades de pensamiento y estrategias de aprendizaje generales a partir de una o varias teorías del aprendizaje, que adquirirlas a partir de su conciliación, con contenidos sólidamente cimentados durante siglos en el marco disciplinar de la enseñanza de las ciencias.

A esta altura, es pertinente retomar -y justificar en parte, la razón de incluir el diagnóstico y las intenciones educativas en la fuente sociopolítica- y remarcar las deficiencias e insuficiencias de conocimientos, con que ingresan los estudiantes a la Universidad, para lo cual se cita a Macedo, especialista regional de UNESCO, que en el prólogo del libro de Zilberstein y Portela (2002), al referirse a las propuestas curriculares, menciona:

Este cambio se debe a algunas razones fundamentales, entre las que podemos citar: una mayor presión por la mala formación científica de ingreso de los estudiantes en las carreras científicas universitarias, lo que trajo como

consecuencia una mayor preocupación por los malos aprendizajes de los conocimientos científicos (p. 3).

En la misma fuente, Ziberstein y Portela (2002) mencionan que:

Miguel De Zubiría refiere que en un estudio realizado a “alumnos en su último año de bachillerato, entre 16 y 17 años. Estudiamos en qué porcentaje aparecían las operaciones formales del pensamiento, que de acuerdo a Piaget, deberían estar presentes en todos los adolescentes desde los quince años. ¡Únicamente el 5 por ciento de nuestros adolescentes las dominaban! (p. 13)

En el mismo sentido se manifiesta Pozo (1996), al mencionar: “el escaso porcentaje de adolescentes escolarizados e incluso adultos que utilizan formas de pensamiento formal” (Implicaciones de este modelo, 7), aclara que por pensamiento formal debe entenderse el pensamiento científico.

La posición que sostiene el autor del presente trabajo, es que a nivel superior, la Universidad no está para iniciar el desarrollo de las operaciones formales, que competen a otros niveles o etapas del desarrollo del alumno. En todo caso, es a partir de la concienciación y capacitación de los profesores responsables de impartir las materias o asignaturas de cada profesión y en cada nivel, como se deben de cultivar y desarrollar las habilidades de pensamiento, proporcionándoles formación en teorías y estrategias de aprendizaje.

En Ciencias Exactas y Naturales, las habilidades de pensamiento se desarrollan de forma implícita, mediante el planteamiento de situaciones problemáticas. Pero su enseñanza aprendizaje es de manera inconsciente, ya que los profesores, en su tradicionalismo y por desconocer la fuente psicopedagógica, no reflexionan ni analizan su propia práctica docente, como tampoco se dan a la tarea de investigar, para aprender como aprenden los alumnos y en consecuencia, enseñarles a aprender.

Como lo menciona Duhalde (1997), es el mismo docente el que debe convertirse en transformador de su propia práctica, desapareciendo la dicotomía del campo educativo,

con la integración de la enseñanza (currículo, alumno y aula) y la investigación (objeto, método y condiciones), mediante un proceso de investigación de la misma. Preferentemente, como lo mencionan Frezán y Vera (2000), organizados en grupos colegiados interdisciplinarios, que incorpore la opinión de expertos en metodología didáctica, quiénes podrán proporcionar juicios más imparciales, centrados en aspectos metodológicos, asumiendo los riesgos que conlleva la intervención de docentes de otras áreas.

En las intenciones educativas, se encuentra implícito como objetivo final que el alumno alcance la metacognición para su propia transformación y entorno. Según Pozo (1999), las investigaciones del proceso de enseñanza aprendizaje sobre las concepciones implícitas, indican que tanto profesores como alumnos, a pesar de tener concepciones estables, la metacognición se realiza de forma implícita, proponiendo para el aprendizaje de la ciencia, que los profesores utilicen procesos explícitos o deliberados a lo largo del continuo cognición implícita–explícita. Ante esta situación, en opinión de este autor, “aprender ciencia es, de nuevo, una tarea meramente acumulativa, que requiere como máximo unos ciertos ajustes” (p. 517).

Concordamos con Pozo en que la cognición y metacognición se practican de forma implícita, sin estar consciente de los procesos que se utilizan para enseñarlas. Sin embargo, en el contexto de la Universidad de Sonora, los pequeños ajustes se magnifican y hacen que la tarea de incorporarlos al modelo curricular no sea tan sencilla. El primer contratiempo, es la falta de formación pedagógica de la gran mayoría de los profesores y su resistencia al cambio.

Para enseñar explícitamente la cognición y la metacognición, se desprende como primera tarea, convencerlos de la necesidad del cambio. Superada esta meta, la siguiente es incorporarlos a cursos de formación y actualización en las nuevas teorías del aprendizaje e innovación curricular, para que conozcan, valoren limitaciones, construyan su propio marco de referencia y fundamenten científicamente sus respectivos modelos didácticos, con las aportaciones de los diferentes paradigmas: psicopedagógicos, epistemológicos, fuentes de innovación y tecnología educativa. En resumen, capacitarlos para que respondan a las interrogantes de todo proyecto de

innovación educativa y de diseño curricular: *¿Por qué, para qué enseñar–aprender? ¿En qué se fundamenta el nuevo proceso de enseñanza-aprendizaje? ¿Qué enseñar–aprender? ¿Cuándo enseñar–aprender? ¿Cómo enseñar–aprender? ¿Qué obstáculos hay que superar? y ¿Qué, cuándo y cómo evaluar?*

Las respuestas a las preguntas anteriores, se encuentran en los paradigmas de la Psicología Educativa, la Enseñanza de las Ciencias y en los procesos de innovación. Aunque no está al alcance hacer un extenso tratado de los paradigmas de la Psicología, ni es el propósito del presente trabajo, se tiene el compromiso y obligación como docente, de intentar aprender y comprender lo más relevante y significativo de ellos, para evitar como dice Coll (1997), caer en prácticas pedagógicas contradictorias, y que en nuestra ignorancia, dejemos a un lado las aportaciones sustantivas y pertinentes para el diseño de la propuesta.

### 3.2 Paradigmas en psicología de la educación.

Thomas Kuhn (1971), en su intento de describir el desarrollo y evolución científica de las ciencias, sustenta la idea de que las disciplinas pasan por tres momentos en su desarrollo: un período precientífico, uno posterior clasificado como período normal, y un tercero de ciencia revolucionaria. En el primero de ellos, considera que se da una serie de convivencias entre enfoques y teorías que buscan la hegemonía. El siguiente, se caracteriza por la aparición y desarrollo de varios paradigmas que al enfrentarse entre sí, proporciona la hegemonía de uno de ellos, siendo adoptado por la comunidad científica, que para preservarlo, forma nuevas generaciones en los aspectos teóricos y metodológicos. En la tercera etapa, durante el desarrollo del paradigma, surgen incoherencias que al acumularse crean un clima de desconfianza y crisis, que se agudiza con la aparición de uno nuevo, sustentado por unos cuantos científicos y que al promoverlo, ganan adeptos hasta que desplaza al anterior, iniciándose el proceso de ciencia normal.

La concepción kuhniana, deja a un lado las ciencias sociales, en donde, en virtud de su objeto de estudio, coexisten una multitud de paradigmas y dentro de cada uno, proliferan diferentes teorías con criterios epistemológicos, teóricos y metodológicos,



defendidos por científicos que compiten, comparten y defienden sus puntos de vista. Éste es el contexto multiparadigmático de la Psicología Educativa, donde autores como Feyerabend (1974, 1981), Merton (1975), Shulman (1989), Caparrós (1978), Peiró y Salvador (1987), citados por Hernández (1997), coinciden en que la proliferación de teorías dentro de una disciplina, determina su desarrollo posterior y que de ninguna manera su pluralismo teórico debe verse como una etapa de inmadurez, sino por lo contrario, puesto que, en función de la competencia heurística y racional, se promueve el desarrollo de distintas metodologías y estrategias en la solución de un mismo problema, que en contraparte, éstas se verían limitadas con la existencia de un solo paradigma.

En Psicología Educativa, coexisten los paradigmas conductista, humanista, cognoscitivo, psicogenético y sociocultural (Gutiérrez, 2003; Mergel, 1998; Hernández, 1998; Nieda & Macedo, 1997), cada uno con su propio sustento epistemológico, supuesto teórico, prescripciones metodológicas, campo y problemática de estudio, aplicación en el contexto educativo, metas y objetivos, estrategias y técnicas de enseñanza. Una síntesis, que contempla lo más relevante de ellos por sus aportaciones al aprendizaje es la que se describe a continuación:

**Conductismo.** Surge en 1930, a partir de investigaciones sobre análisis conductual en escenarios artificiales de laboratorio que pueden ser extrapolados – traducidos a escenarios sociales. Su campo de estudio es la Psicología General aplicada al campo educativo y clínico. Mediante estudios y análisis experimental, describe la conducta observable determinada por estímulos ambientales. Su fundamento epistemológico es el empirismo y positivismo. En el primero, el conocimiento está compuesto de sensaciones, ideas y asociaciones, es acumulativo y una copia de la realidad, existiendo una relación unidireccional entre Objeto–Sujeto. En el segundo, los hechos están libres de teorías, son observables, objetivos, donde los métodos son aplicables a cualquier fenómeno que puede reducirse a sus elementos constitutivos, regido por leyes universales basadas en la observación. Su supuesto teórico es que todas las conductas pueden ser analizadas en sus partes constitutivas a través de estímulos y respuestas. Su metodología es atomista con métodos objetivos como la observación y la

experimentación donde se aplican técnicas y estrategias inductistas. Conceptúa a la enseñanza como instrumento que prepara a los individuos para el desempeño de papeles sociales de acuerdo a aptitudes individuales, proponiendo una educación programada, centrada en la eficiencia, acumulación, registro de información y fomento de la capacidad de adaptación al medio. En el proceso instruccional, se proporcionan los contenidos en función del análisis detallado de las respuestas de los alumnos y la forma como será reforzada. Se tiene como meta que el alumno adquiera o incremente su repertorio conductual observable, quién es considerado un consumidor pasivo de información programada desde el exterior, en un proceso orientado hacia la reproducción y comprensión, privado de intencionalidad, propositividad y de autoelaboración. La función del profesor es guiar y hacerse obedecer, asumiendo la autoridad que le fue conferida, en virtud de lo cual decide, otorga, concede y define la situación en el aula. La principal estrategia es la enseñanza programada que se evalúa con instrumento objetivo que mide el grado de ejecución de los conocimientos y habilidades plasmados en los objetivos instruccionales. Su foco de atención son los productos.

**Humanista.** Surge en 1961, para desarrollar una nueva orientación con planteamiento antirreduccionista que atienda los estudios socio afectivo, las relaciones interpersonales y los valores. Concibe al hombre como seres humanos dinámicos que se actualizan. Sus fundamentos epistemológicos son:

- ❖ *Existencialismo*, donde el hombre es un ser juicioso, libre que moldea su personalidad a través de las elecciones que realiza.
- ❖ *Fenomenología*, subjetiva e interpretativa, en que los humanos se conducen por su actividad cognoscente.
- ❖ *Estructuralismo psicológico*. debido a que su interés se centran en la investigación de las funciones de las estructuras cognoscitivas

El supuesto teórico, es que el ser humano debe ser estudiado como una totalidad, de forma holística, en el contexto social en que se desenvuelve, donde estructura su propia identidad y personalidad, con su actuar volitivo a través de la elección libre y consciente. Utiliza el método holista para el estudio de los procesos psicológicos, así

como la interpretación subjetiva para la práctica e investigación clínica. La enseñanza se conceptúa como un proceso flexible y abierto, de tipo indirecto a partir de condiciones vivenciales. Entre sus metas se encuentra la educación integral para el pleno desarrollo de la personalidad, que propicia ser más como ellos mismos y menos como los demás. Al alumno lo concibe como personas totales e individuales, únicos y diferentes de los demás, con iniciativa y necesidades personales de crecimiento, que poseen afectos, intereses y valores particulares. El maestro adquiere un papel de facilitador, que potencia la autorrealización de acuerdo a sus necesidades individuales, que fomenta el autoaprendizaje en un clima social propicio. El aprendizaje es un proceso activo, experiencial y significativo, donde la estrategia para aprender los contenidos es a partir de problemas reales. Para cumplir con los objetivos educacionales, se elaboran contratos individuales, se respeta la libre elección y se sugieren temas o problemas de investigación autodirigida. Otra estrategia, es auxiliarse de compañeros avanzados. La evaluación del aprendizaje, es mediante la autoevaluación, acorde a criterios personales establecidos en el contrato. Este paradigma ha contribuido a enriquecer a los demás, con experiencias como la educación abierta y el rol de los profesores como facilitadores del aprendizaje.

**Cognoscitivo.** Surge en 1956 ante las críticas y desconfianza al conductivismo, así como por el avance tecnológico en el campo de las comunicaciones, la informática y la cibernética. Concibe al hombre como un agente activo de su propio conocimiento, con intenciones, metas, emociones y memoria que le permite: seleccionar y dar significado a los estímulos y obtener nuevos conocimientos, en virtud de su capacidad de discernimiento, la que a su vez, le permite ejercer una influencia activa sobre el medio que lo rodea y sobre si mismo. El campo de estudio es la Psicología Instruccional, que estudia la naturaleza de las representaciones mentales, describe y explica como se elaboran, generan y estructuran. Su fundamento epistemológico es el:

- ❖ *Racionalismo*, donde las acciones de los sujetos son elaboradas y controladas por las representaciones mentales y entidades internas, producto de las relaciones con su entorno físico y social.

El supuesto teórico se sustenta en que todo cambio de conducta tiene un trasfondo interno al sujeto. El modelo cognoscitivista, surge de la analogía entre el funcionamiento del cerebro y la computadora. Con este modelo de procesamiento de la información, se trata de explicar los mecanismos de la mente humana, de cómo la información es procesada desde que ingresa al sistema cognitivo hasta que se ejecuta una conducta determinada. Las prescripciones metodológicas se realizan mediante inferencia, observación de los comportamientos del sujeto y la realización de análisis deductivos sistemáticos, que utilizan como estrategias la investigación empírica, la entrevista y la simulación. En este paradigma, la educación es un proceso mediante el cual, una generación transmite a otras saberes y contenidos valorados culturalmente en los currículos. Para el logro de aprendizajes significativos, los contenidos se presentan y organizan con sentido, orientándose al desarrollo de habilidades estratégicas generales y específicas, para que el alumno intervenga activamente en sus dimensiones cognitivas, afectiva y motivacional. Como metas y objetivos, se tiene la búsqueda del equilibrio del estudiante, promoviendo el autoaprendizaje; el aprender a aprender, pensar, procesar y emplear la información; estimular desde el currículo la duda, la curiosidad, la creatividad, la imaginación y la reflexión. Al alumno se le considera como un sujeto, que tienen diferentes estilos cognitivos; activo procesador de información, que poseen competencias para aprender y solucionar problemas, competencia que debe ser desarrollada con nuevos aprendizajes y habilidades estratégicas. El maestro es un promotor, diseñador, constructor y organizador de experiencias didácticas, que permitan al alumno aprender a aprender y a pensar. El aprendizaje se define como la reestructuración cualitativa de ideas, esquemas, percepciones o conceptos. Las estrategias y técnicas de enseñanza, son las que se relacionan con la activación de los conocimientos previos y la organización de la nueva información. La evaluación, es la valoración del producto que se obtiene del proceso de construcción, mide la significatividad de los aprendizajes logrados por los alumnos. Su foco de atención, son los procesos cognitivos que realiza el alumno durante la situación instruccional, evalúa el aprendizaje de contenidos declarativos (datos, hechos, conceptos y principios); procedimentales (destrezas, habilidades, estrategias cognitivas) y actitudinales.

**Psicogenético.** Surge en 1960 ante el vacío que presentaba la psicología general, al no contar con elementos teóricos metodológicos para un planteamiento genético evolutivo, que permitiera abordar el estudio de las funciones psicológicas y la forma en que se construye el conocimiento. El hombre se concibe como un sujeto epistémico (abstracto) cognoscente, que pasa por diferentes estadios o etapas en su desarrollo intelectual. Un sujeto, que está en continuas situaciones de desequilibrio – equilibrio – desequilibrio. El campo de estudio es la epistemología genética, la psicología infantil y la psicología evolutiva, en las que se realizan estudios epistémicos sobre la adquisición del conocimiento, y cómo a partir de la perspectiva genética, el sujeto pasa de un estado de conocimiento inferior a uno superior. Sus fundamentos epistemológicos son: a partir del constructivismo psicogenético, donde el conocimiento se construye cuando el sujeto interactúa con el objeto, en una indisolubilidad entre ambos; y del interaccionismo, donde el sujeto interactúa con el objeto, lo transforma y a la vez se estructura a si mismo, construyendo marcos conceptuales (esquemas) y estructuras interpretativas, reconstruyendo el conocimiento sobre el conocimiento previo (nivel inferior) del objeto. Por supuesto teórico, tiene dos teorías

- ❖ *Teoría de la equilibración.* El sujeto organiza el conocimiento en unidades o esquemas que a su vez forman estructuras dinámicas que se reestructuran mediante los procesos de asimilación y acomodación de la nueva información en busca del equilibrio entre las estructuras del medio y el sujeto.
- ❖ *Teoría de los estadios.* El desarrollo cognitivo es producto del equilibrio progresivo que se da en las etapas del desarrollo intelectual (sesoriomotora, operaciones concretas y operaciones formales), en las cuales el sujeto modifica sus esquemas de acción progresivamente en cantidad y complejidad, para el conocimiento físico, logico-matemático y social.

Su prescripción metodológica, es el método clínico crítico, que consiste en la realización de una entrevista o interrogatorio flexible aplicado de forma individual, con la intención de conocerlo a profundidad, utiliza el análisis cualitativo de respuestas, con base en un modelo de interpretación genético y estructural. La educación se centra en métodos activos basados en el alumno, para una reconstrucción de los contenidos a partir del

planteamiento de situaciones problemáticas, proveyéndole de información necesaria para lograr el dominio del objeto de conocimiento lo más próximo al socialmente establecido. Enseñar, es promover y orientar la discusión cooperativa, sobre los problemas planteados y extrapolados fuera del contexto escolar. Entre las metas y objetivos que se persiguen, se encuentra, favorecer y potenciar el desarrollo general de los alumnos, para que sean capaces de pensar críticamente y hacer cosas nuevas, fomentar la autonomía intelectual y moral. El alumno, es un sujeto que posee un determinado nivel de desarrollo cognitivo, que le permite ser un constructor activo de su propio conocimiento y reconstructor de los contenidos escolares a los que se enfrenta. El profesor, es un promotor e informante cualificado del desarrollo psicológico y la autonomía de los educandos, abierto a nuevas formas de pensar en la enseñanza. El aprendizaje contribuye a lograr avances y acelerar el desarrollo cognitivo, deja que el alumno, con sus propios recursos e intereses, se aproximen a los contenidos que se pretenden enseñar, para posteriormente, introducir los conceptos y explicaciones formales, a fin de demostrar su potencialidad y validez científica formal. Entre las estrategias y técnicas de enseñanza, se tiene el diseño y planteamiento de actividades y situaciones problemáticas significativas de desajuste de las estructuras cognitivas, que favorezcan el diálogo, intercambio de puntos de vista y el trabajo grupal reconstructivo, para la mejora de las interpretaciones o reconstrucciones de los contenidos escolares. La evaluación, es una orientación que valora la eficacia de las estrategias didácticas propuestas, para ver en que medida los alumnos se han aproximado a los saberes aceptados socialmente, a la vez, sirve para que los propios alumnos reflexionen sobre sus propios procesos y avances logrados.

***Sociocultural.*** Surge en 1920, ante el interés para relacionar de una forma integrada el aprendizaje, el desarrollo psicológico, la educación y la cultura, mediante una nueva psicología. El hombre es una construcción social, un sujeto que se relaciona activamente con la realidad, comprendiéndola, transformándola y humanizándola. Su campo de estudio, es la Psicología evolutiva y la Psicolinguística, encargándose de los estudios sobre los procesos psicológicos de naturaleza socio histórica y cultural, que expliquen el origen y el desarrollo de las funciones psicológicas superiores como el lenguaje, el pensamiento y el intelecto, las cuales se tienen que estudiar concatenadas

con la conciencia, concebida como un elemento integrador de los procesos psicológicos. Su fundamento epistemológico, es el materialismo dialéctico, donde el sujeto, a través de la actividad mediada por artefactos (instrumentos socioculturales como las herramientas y los signos), en interacción con su contexto sociocultural (objeto) y participación con otros en prácticas socioculturalmente constituidas, reconstruye el mundo en que vive, al mismo tiempo que tiene lugar su desarrollo cultural, en el que se constituyen progresivamente las funciones psicológicas superiores y la conciencia. Su supuesto teórico, es la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), donde las funciones psicológicas de orden superior, sólo pueden entenderse a través del estudio de la actividad instrumental mediada en contextos sociales, La ZDP, tiene su origen y desarrollo, en el contexto de las relaciones socioculturalmente organizadas. La enseñanza aprendizaje, se concibe como un proceso social antes que personal, que permite el análisis de los procesos de transición y cambio. Para describir objetivamente el desarrollo del psiquismo humano de los dominios evolutivos (histórico, filogenético, ontogénico y microgenético), por su perspectiva genética, se utilizan diversas estrategias metodológica, tales como: análisis experimental–evolutivo; genético–comparativo. Concibe la educación como una instancia social desde donde se puede construir un nuevo proyecto de educación y sociedad, considera que la relación maestro – alumno, es solo uno de los elementos terminales de toda una estructura educativa que se articula con lo económico, lo político, lo social, lo cultural, etc. Como metas y objetivos, se tiene la promoción del desarrollo de las funciones psicológicas superiores, y con ello, el uso funcional, reflexivo y descontextualizado de instrumentos y tecnologías de mediación sociocultural. El alumno, se concibe como un ser social, producto y protagonista de las múltiples interacciones sociales en las que se involucra, reconstructor y coconstructor de los saberes, en actividades colaborativas con otros de similares competencias cognitivas y tutores. El maestro, es un agente social en un contexto de prácticas y medios socioculturalmente determinados, un mediador entre el saber sociocultural y los procesos de apropiación de los alumnos; creador y constructor conjunto de la ZDP, por medio de la estructuración de sistemas de andamiaje flexibles y estratégicos. El aprendizaje, es la modificación de pautas de conducta, que constituyen modos de comportamiento, que en su conjunto, caracterizan la personalidad. Las

pautas de conducta son culturales y tienen su origen no en el individuo, sino en el sistema social. Los cambios se operan en el sujeto como totalidad, mente, cuerpo y medio ambiente. Entre las estrategias y técnicas de enseñanza, destaca el aprendizaje colaborativo y la interactividad entre maestro–alumno-alumno, estableciendo las relaciones entre lo que ya saben los alumnos y los nuevos conocimientos. Al igual que en otros paradigmas, se insertan actividades contextuales, haciendo uso explícito del lenguaje. La evaluación, se conceptúa como dinámica, formativa y constante, dirigida a determinar el nivel de desarrollo en proceso y en contexto. También valora el potencial de aprendizaje, o la amplitud de las zonas de desarrollo próximo. Se evalúan los productos, pero especialmente, los procesos, mediante una situación interactiva entre el evaluador, el examinado y la tarea.

### 3.3 Investigaciones de la Psicología Cognitiva: ideas previas.

Las investigaciones, se han orientado a conocer los esquemas de los alumnos y sus ideas previas, en un intento por explicar como se produce el almacenamiento y procesamiento de la información en la mente del aprendiz. También se han enfocado a conocer el papel que juegan los conocimientos previos en la adquisición de nuevas informaciones. Se ha profundizado en esta línea de trabajo, que se ha dado a llamar ideas previas, errores conceptuales o actualmente denominadas concepciones alternativas, para determinar sus posibles causas y facilitar el cambio conceptual mediante la sustitución de las teorías personales por las científicas (Pozo, 2002). En esta línea de investigación, se encontró que los errores que cometen los estudiantes al resolver situaciones problemáticas, se deben a la persistencia de sus preconcepciones (Mazzitelli et al., 2001), las cuales están tan arraigadas que son difíciles de erradicar y compiten con ventaja con el conocimiento científico que se intenta aprendan los alumnos. Lo más problemático, es que retornan, incluso después de la instrucción (Pozo, Gómez y Gutiérrez, 2002; Gil, 1993; Cotignola, 1999).

De acuerdo con Gil (1993), la investigación de los errores conceptuales o preconcepciones, se estudian desde la década de los setentas en todos los ámbitos de



la ciencia, especialmente en mecánica. Desde su punto de vista, es en esta asignatura donde se dan con mayor persistencia. Como ejemplo, menciona lo siguiente:

Una sencilla pregunta cualitativa del tipo "una piedra cae desde cierta altura en un segundo ¿cuánto tiempo tardará en caer desde la misma altura otra piedra de doble masa?" mostraba que un porcentaje muy alto de alumnos al final de su educación secundaria (e incluso de estudiantes universitarios) consideraba que una masa doble se traduciría en mitad de tiempo de caída. Y ello después de haber resuelto decenas de ejercicios numéricos sobre caída de graves e incluso después de haber hecho un estudio experimental (...), los alumnos no sólo terminaban sus estudios sin saber resolver problemas y sin una imagen correcta del trabajo científico, sino que la inmensa mayoría de ellos ni siquiera había logrado comprender el significado de los conceptos científicos más básicos, a pesar de una enseñanza reiterada. Particularmente relevante era el hecho de que esos errores no constituían simples olvidos o equivocaciones momentáneas, sino que se expresaban como ideas muy seguras y persistentes, afectando de forma similar a alumnos de distintos países y niveles (incluyendo a un porcentaje significativo de profesores). (El modelo constructivista en la enseñanza/aprendizaje de las ciencias, 3, 4).

De las investigaciones, también se desprende que la comprensión de los conocimientos científicos depende no solo de la cognición que realiza el alumno, sino que también intervienen los esquemas no cognitivos relacionados con aspectos afectivos, sociales, motivacionales y axiológicos (Nieda y Macedo, 1997; Séré, 2002)

Sustituir las preconcepciones previas por el conocimiento científico; enseñar actitudes; motivar al alumno; enseñar que los alumnos aprendan a aprender; incorporar investigaciones tanto de la Psicología Cognitiva como de la Enseñanza de las Ciencias vía contextualización; adoptar el paradigma dominante o retomar lo pertinente de cada uno de ellos, no es tarea fácil. Remitiéndonos a estos últimos, las dificultades se originan por su complejidad, las divergencias en su epistemología (relación sujeto–objeto), en sus supuestos filosóficos (empirismo, racionalismo, interaccionismo), en sus prescripciones metodológicas, en la gran variedad de corrientes, líneas de investigación

y multiplicidad de posiciones. Estudiosos del tema, recomiendan valorar críticamente las aportaciones y limitaciones de cada uno de ellos, antes de considerarlos adecuados para construir los modelos didácticos innovadores, y sobre todo, que al momento de aplicarlos, sea de manera consciente. Sin embargo, la principal limitante para un profesor ajeno al área, es su situación biográfica personal.

### 3.4 Constructivismo.

De la teoría y los nuevos diseños curriculares (Coll, 1997; Hernández & Sancho, 1996; Casarini, 2001; Niedo & Macedo, 1997), que se relaciona con la fuente Psicológica, se infiere que el nuevo paradigma de la Psicología Educativa -con las reservas del caso-, es integrar los paradigmas de enfoque cognitivo. En esta dirección, surge el modelo constructivista con diferentes corrientes: constructivismo radical, social, humano y piagetiano (Marín, 2003). Para autores como Carretero (1997), el constructivismo es:

la idea de que el individuo —tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos— no es un mero producto del ambiente ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción entre esos dos factores. (La noción de esquema, 1)

De acuerdo con Sancho y Hernández (2001), en las reformas curriculares que se implementaron en la década de los noventa, en España, se incorporaron dos visiones constructivistas: una visión psicológica (interna) o programa intelectual de los aprendices guiado por el constructivismo, y una visión de la realidad (externa) que incorpora los conocimientos disciplinares, con una selección de materias y contenidos secuenciados de manera ordenada y estable. Estas dos visiones, también se encuentran en los lineamientos del nuevo modelo curricular. Sin embargo, en la introducción de su artículo, mencionan que se viene una contrarreforma para solucionar problemas de la educación escolar y que si algo han aprendido de la anterior, es que:

La educación escolar no se puede reducir a cuestiones de enseñanza y aprendizaje de contenidos. O a cambiar una concepción conductista del

aprendizaje por una constructivista. O a pensar que si se planeaba de forma adecuada las macro y las microsecuencias de contenidos y se dotaba al profesorado de materiales curriculares que reflejaran actividades para poder aprenderlas, la acogida y el aprendizaje de todos los alumnos mejoraría. (Sancho & Hernández, 2001. Para situar el punto de partida, 1)

A la vista de los resultados que se infieren de: “después de todo lo que ha llovido sobre nosotros”, Sancho y Hernández (2001), mencionan que bajo el constructivismo, se pueden encontrar teorías diferentes de la construcción del conocimiento, además del constructivismo cognitivo por ellos adoptado. Al citar a Bransford y colaboradores (1999), refieren que estos autores realizaron un detallado estudio del estado del conocimiento, y que llegaron a la conclusión de que está emergiendo una nueva teoría del aprendizaje, que va a conducir a unas perspectivas sobre diseño curricular, enseñanza y evaluación diferentes a las que se pueden encontrar en la actualidad.

Aún no se tienen datos sobre esa nueva teoría del aprendizaje, ni los nuevos diseños curriculares, lo que si es actual en el Sistema Educativo Español, en virtud del fracaso escolar (Marchesi, 2003), es que:

Los diferentes análisis del sistema educativo llevados a cabo en los últimos años, la experiencia de los profesionales de la educación y múltiples evidencias empíricas, han venido a coincidir en la necesidad de acometer una reforma educativa que permita subsanar los fallos y deficiencias del actual modelo; mejorar la calidad del sistema educativo; reducir y prevenir el índice de fracaso escolar curricular (MECD, 2002, Líneas generales, 1)

Sancho y Hernández (2001), en su propuesta mencionan que se deben diseñar entornos de aprendizaje centrados en el alumno, en el conocimiento, en la evaluación y en la comunidad, en virtud de que: “la teoría sobre el aprendizaje no proporciona una simple receta para diseñar entornos de enseñanza efectiva, de la misma forma que la física limita pero no dicta cómo construir un puente” (Quién es el centro del aprendizaje, 4)

Estos autores, refieren que los nuevos desarrollos de la ciencia del aprendizaje indican que se favorecen mejores condiciones de aprendizaje, si estos se centran en la comunidad escolar. Tal es el caso de la nueva reforma española, que contempla entre sus novedades una mayor autonomía a los centros educativos y refuerzo a las competencias de sus respectivos directores (MECD, 2002).

En el prologo de la obra de Coll (1997), se encuentra que fue escrito por encargo y para responder a una necesidad, se desprende un modelo integrador, homogeneizador y cohesionador en la elaboración de propuestas curriculares, que integra informaciones que provienen del análisis socio-antropológico, disciplinar, psicológico y de la práctica pedagógica. A juicio del autor, sin soslayar las otras fuentes, la fuente psicológica reviste una importancia crucial. Se menciona que: “el modelo se ha convertido en punto de referencia del debate curricular provocado por el anterior proceso de reforma” (p. 9), y perdura en la actualidad, ya que este mismo enfoque es el predominante del modelo curricular de la Universidad de Sonora.

Lo anterior, se expone a manera de experiencia de una reforma curricular que no cumplió en su totalidad con las expectativas esperadas. Las intenciones educativas y un buen diseño curricular como el que se elaboró en España, no es suficiente para mejorar la calidad de la educación. A la luz de los resultados, se aprueba una nueva ley (MECD, 2002), que entre sus novedades, como ya se mencionó, se encuentra la inclusión de la autonomía de la comunidad escolar como uno de sus ejes principales.

Se reitera, que el modelo curricular contempla únicamente lineamientos generales y unos ejes de formación, en torno a los cuales se rediseñarán los nuevos currículos. A la par de que se realicen sus diseños, debería de acompañarse de una fase de capacitación de profesores en teorías y estrategias de enseñanza aprendizaje, habilidades de pensamiento, diseño de materiales y actividades de aprendizaje, y sobre todo, incorporarlos en proyectos de investigación orientados a conocer como aprenden los alumnos, para aprender de ellos y poder estar en condiciones de enseñarlos a que aprendan a aprender.

### 3.5 Teorías y estrategias de aprendizaje.

Entendiendo el aprendizaje como el proceso evolutivo del cambio de conducta, como resultado de la experiencia o la práctica en la adquisición de habilidades, conocimientos, actitudes, sentimientos, valores y patrones de pensamiento; que esta conducta es adquirida no solo del medio ambiente formal y escolarizado, sino del contacto y la interacción del medio ambiente en su expresión más general, en donde el individuo no solo se limita a recibir información sino que la procesa, modifica y es un activo constructor de su propio conocimiento confiriéndole estructura y significado, la enseñanza centrada en el aprendizaje, tiene su referencial teórico en el constructivismo y en el cognositivismo, siendo sus máximos exponentes Piaget, Vygostky, Gestalt, Ausubel y Bruner entre otros. Según estas teorías del comportamiento humano, “el individuo se volverá más inteligente en la medida en que los caminos entre el sujeto y los objetos sobre los que actúa dejen de ser simples y se vuelvan progresivamente más complejos” (Almaguer, 1999, p.16). Dentro de éstas dos grandes teorías del comportamiento humano, se tienen los modelos de *aprendizaje significativo* de Ausubel (1981); *procesamiento de información* de Eggen (1992); *aprendizaje por asociación* de Garza (1998); *aprendizaje por reestructuración* de Pozo (1993); *aprendizaje por descubrimiento* de Bruner; y la *teoría del aprendizaje social* de Vygostky, (citados por Garza & Leventhal, 1998)

En función de estas teorías del aprendizaje e investigaciones que de ellas emanan, se infiere que en los nuevos planteamientos curriculares se tomen en cuenta estilos, ritmos de aprendizaje, así como necesidades, predisposiciones e intereses, iniciar con la presentación de situaciones problemáticas significativas, que permitan el desequilibrio y restauración mediante la discusión grupal. Es decir, que la construcción resulte de la presentación inicial de la información por parte del mediador, facilitador o guía, acompañada de actividades externas e internas que desarrollarán los alumnos.

En las propuestas, el aprendizaje debe ser concebido como un proceso dinámico, activo, proveniente de la experiencia previa (estructura), de la nueva información que se proporcionará (acomodación) y a la que se llegue (reestructuración). Con estos diseños,

se espera que el alumno como individuo y de su interacción social con los demás, logre ensamblar, organizar, interiorizar y extrapolar los significados.

Mediante el diseño y planteamiento de una situación problemática y significativa, así como la selección y uso adecuado de una estrategia didáctica (Gutiérrez, 2003; Estévez, 1999; Díaz & Hernández, 1998; Pozo, 1997), se integraran las mejores aportaciones de los paradigmas antes citados de la corriente constructivista. Así por ejemplo, Piaget planteó que para que un alumno aprenda, requiere de un estado de desequilibrio que lo estimule a aprender. Crear este desequilibrio es una tarea que tiene que enfrentar el profesor, la cual puede realizar a partir de los conocimientos previos, concepciones erróneas o conocimientos empíricos, de cómo perciben la realidad los alumnos, para a partir de ellos, reestablecer el equilibrio y aproximarse lo más cerca posible al conocimiento científico culturalmente aceptado. Como estrategia, puede usar dispositivos experimentales o simulaciones y solicitar a los alumnos que interactúen y manipulen el objeto de conocimiento. Se estima que cuando el alumno empieza a interactuar con el objeto, es cuando verdaderamente ocurre el crecimiento personal. Si algo tiene la Física, es la gran cantidad de recursos pedagógicos que le proporciona el hecho de ser una ciencia natural, donde abundan una gran variedad de fenómenos que pueden estimular la motivación del estudiante, para que, por si mismo y como agente activo de su propio aprendizaje, descubra las leyes que gobiernan el mundo de los fenómenos naturales. Con la realización o reproducción de experimentos y simulaciones cualitativas o cuantitativas, a nivel aula o laboratorio, a la vez que se le motiva y se le involucra como un sujeto activo, se le hace partícipe de la construcción de su propio aprendizaje.

La estrategia experimental, permite el aprendizaje por descubrimiento, entendiendo éste como algo nuevo, no en el sentido de descubrir las leyes de la Física como algo nuevo, sino en el sentido de que ellos mismos descubran sus ideas erróneas, lo cual les obligará a restaurar su equilibrio cognoscitivo y acercarse más al conocimiento científico. Se estima que, cuando se proveen las condiciones y el ambiente propicio para que el alumno interactúe directamente con el objeto de conocimiento, lo analice, lo descomponga en sus partes y lo socialice, le será más fácil recordar y difícil de olvidar.

Esta es la propuesta del aprendizaje por descubrimiento de Bruner, donde la principal preocupación es que el alumno sea un sujeto activo. Según este autor, la facilitación por parte del profesor de ambientes de aprendizaje propicios, con variedad de alternativas, que involucren la participación y acción directa e individual, favorecen el desarrollo mental, a partir de la solución de problemas y la percepción de las relaciones y similitudes de los conceptos básicos que ha de aprender.

Para hacer partícipe de su propio aprendizaje al alumno, Ausubel, en su teoría del Aprendizaje Significativo, propone que los conocimientos nuevos se deben relacionar con los conocimientos previos, así como con experiencias que le sean familiares, es decir, abordarlos a partir de situaciones contextuales que le sean significativas, con la finalidad de establecer una predisposición positiva para el aprendizaje de nuevos conceptos, o bien, para corregir posibles deficiencias sobre concepciones que ya poseen y que se consideran erróneas. Otra condicionante de la teoría del Aprendizaje Significativo, se refiere a la estructuración de los materiales. Éstos deben estar lógicamente estructurados, lo cual implica que el profesor presente la información procesada, ya sea en forma verbal o visual, iniciar con una breve introducción al tema, que vaya de lo general a lo particular y, en el cierre, propiciar la motivación para su estudio, y especificar su aplicabilidad o transferencia a hechos reales.

Otra de las teorías, la teoría del aprendizaje social de Vigotsky, hace referencia a la reducción de la distancia entre la zona de desarrollo real (ZDR), determinada por la capacidad de resolver de forma independiente un problema y, la zona de desarrollo potencial (ZDP), determinada a través de la resolución de un problema bajo la guía de un experto, o en colaboración con un compañero más capaz. Según esta teoría, los procesos psicológicos de orden superior se adquieren primero en un contexto social, si son significativos (experiencia previa), se internalizan, es decir, las funciones se adquieren primero en escala social y posteriormente en lo individual (escalas interpsicológicas e intrapsicológicas). Para Vigostky, es más importante la interacción social y el uso de mediadores como el lenguaje o el mismo profesor, quién se encargará de diseñar actividades de aprendizaje que consideren las discrepancias entre las habilidades reales y potenciales.

Las aportaciones de las teorías del aprendizaje, así como investigaciones de la Psicología Cognitiva, muestran que para potenciar la cognición del alumno y propiciar el desarrollo de procesos psicológicos de orden superior, se deben tomar en consideración aspectos y características propias del alumno que influyen en el aprendizaje de los conocimientos. Entre estos se mencionan la:

- Atención
- Percepción
- Representación
- Reconocimiento de patrones
- Memoria a corto y a largo plazo y
- El procesamiento de la información

Destacan en los primeros lugares y como punto de partida del aprendizaje, la atención y percepción que brinda el estudiante cuando se utilizan los canales visual y auditivo. Mediante el diseño de actividades de aprendizaje visuales, como la experimentación y simulación de problemas, es posible provocar el desequilibrio mental cognoscitivo del alumno, poniendo en tela de juicio sus conocimientos previos. Experimentación y simulación, son ejemplos que se pueden retomar para un aprendizaje con las siguientes características:

- Aprendizaje por descubrimiento,
- Aprendizaje significativo.
- Aprendizaje colaborativo.
- Aprendizaje individualizado.
- Aprendizaje basado en problemas.

## **4. Fuente epistemológica.**

### **4.1 Introducción.**

En las anteriores fuentes del currículo, se abordaron las intenciones educativas referidas a que los alumnos: aprendan en lo general, aprendan a emprender, aprendan a tomar iniciativas y que no sean meros recipientes de la ciencia (UNESCO, 1998a),



con enfoques centrados en el alumno para que desarrollen habilidades para aprender a lo largo de la vida (SEP, 2001); incorporar la innovación en métodos de enseñanza aprendizaje, que incluyan por un lado las NTIC, con espacios para un aprendizaje continuo e independiente, por el otro, los avances de las ciencias cognitivas, para el desarrollo de habilidades de pensamiento y niveles de dominio elevados, conjugados en el diseño y diversificación de actividades de aprendizaje. De igual forma, se abordó la innovación en los procesos de enseñanza aprendizaje que se resumen en:

una nueva visión y un nuevo paradigma de formación de los estudiantes; el abordaje interdisciplinario de los problemas, la actualización permanente de los programas educativos, la incorporación de nuevos métodos que propicien una adecuada relación entre teoría y práctica; la formación permanente y el aprender a aprender, a emprender y a ser; el fomento de la creatividad y del espíritu de iniciativa; el desarrollo integral de las capacidades cognoscitivas y afectivas; el fomento del espíritu crítico y del sentido de responsabilidad social; y la formación del más alto nivel de calidad, tanto en el plano técnico, profesional y científico, como en el plano de la formación de la nueva ciudadanía. Las IES deberán aprovechar plenamente las tecnologías de la información y la comunicación, que hoy impulsan el desarrollo de nuevas experiencias de aprendizaje. (ANUIES, 2000a, p. 121)

Intenciones educativas que han sido retomadas en nuestra Institución, desprendiéndose como tarea:

Desarrollar en los planes de estudio enfoques centrados en el aprendizaje, en la perspectiva de aprender a lo largo de toda la vida, en ambientes de aprendizaje innovadores que faciliten el acceso al conocimiento... Incrementar el número de programas educativos innovadores, de presencia parcial, no presenciales y de educación a distancia (UNISON, 2002a, Programa de actualización, flexibilización e innovación educativa, 6)

En dichas intenciones, se encuentra explícito que en el desarrollo de los nuevos planes de estudio se deben considerar la fuente psicológica y la incorporación de las NTIC. En

la primera de ellas, las investigaciones de la Psicología Cognitiva se han orientado a cómo aprenden los alumnos, desprendiéndose una serie de orientaciones y recomendaciones, que se ven reflejados en los lineamientos generales del nuevo modelo curricular, el cuál tiene como eje central, el paradigma cognoscitivo y dentro de él, la teoría constructivista del aprendizaje significativo, con un marcado enfoque hacia el desarrollo de estrategias de aprendizaje metodológicas, para potenciar en los alumnos la adquisición de habilidades de pensamiento que los capacite para aprender a aprender.

Las recomendaciones de la fuente psicológica, son orientaciones generales que guían la práctica docente de cualquier disciplina para enseñar y que sean aprendidos los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, es decir, la forma de enseñar y aprender la cultura socialmente aceptada. Sin embargo, la cultura es muy amplia, tan amplia que ninguna persona es capaz de aprenderla, mucho menos de transmitirla. El profesor no se encuentra en una isla aislada con sus alumnos, se cuenta con el apoyo social y la división del trabajo, para facilitar la labor de preservar y generar nuevo conocimiento. La sociedad ha delegado a las Instituciones educativas esa misión, quién a su vez, elaboró proyectos educativos específicos, seleccionó, organizó y clasificó una parte de los contenidos que se han generados a lo largo de los siglos, bajo criterios que toman en cuenta tanto su naturaleza como prescripciones metodológicas y técnicas.

#### 4.2 Estado del conocimiento.

En nuestro país, en el nivel básico, se encuentran algunas experiencias y propuestas de innovación, que se están llevando a cabo y que sirven de referencia para la elaboración de nuevas propuestas como la presente. Algunas consisten en la elaboración e introducción de nuevos materiales (Block y Fuenlabrada 1999; Waldegg, Villaseñor y García, 1999; Ribeiro da Luz y Alvarenga, 1999), otras introducen NTIC (<http://sec21.ilce.edu.mx/menu.html>), con nuevas formas de aprendizaje a partir de estrategias de solución de problemas.

Su sustento teórico son las teorías del aprendizaje de la corriente constructivista, así como el marco de las innovaciones, con un modelo de ID&D en la perspectiva

integradora, que considera las dimensiones sustantiva, política, situacional, personal y estratégica o instrumental, con una fuerte orientación tecnológica aunque flexible. Tecnológica, ya que refleja la elaboración eficaz de materiales curriculares sometidos a experimentación, prescripción metodológica, estratégica y evaluación del proceso. Flexible, ya que el eje central de la innovación no es el producto, sino el proceso, que se retroalimenta de cómo aprenden los alumnos e integra conocimientos extraescolares del contexto cultural.

Así por ejemplo, se tiene: Dialogar y Descubrir (Block y Fuenlabrada 1999), que consiste en un desarrollo curricular de secuencias didácticas en espiral, donde se recopilan y sistematizan experiencias de materiales anteriores, con una selección de los que convenía conservar. En el nuevo diseño, se contempla que el subsistema forma parte de uno más general y complejo, atiende la congruencia de los contenidos y toma en consideración la situación contextual, así como las características de los profesores. En esta innovación, los contenidos problemáticos se posponen en su ubicación temporal y se atienden en el momento que se considera el más adecuado para iniciar su aprendizaje. También se realiza una selección de actividades curriculares escolares y extraescolares, que integran conocimientos culturales de la región y el uso de recursos disponibles del entorno.

En la innovación, se considera que los resultados de investigaciones no son directamente transferibles a cualquier contexto, por lo que los nuevos diseños son sometidos a experimentación y retroalimentación, con ajustes en su reelaboración. Esta innovación, a diferencia de otras que se revisan, contempla la capacitación de los instructores, tanto en contenidos curriculares como en las tendencias actuales de los procesos de enseñanza aprendizaje, que centran la atención en los procesos y no en los productos finales o en el lenguaje simbólico, complejo y sin significación para el estudiante..

Otra innovación que se revisó, versa sobre como aprender matemáticas a través de la estrategia de resolución de problemas (Waldegg, Villaseñor y García, 1999). También tiene como premisa que es más importante el proceso de aprendizaje que la enseñanza disciplinar en si misma. Se parte de la construcción de un conocimiento razonado y

significativo, el cual ha sido probado y validada en investigaciones anteriores en diferentes contextos, por lo cual se ubica también en el modelo de Investigación, Desarrollo y Difusión.

Al igual que la innovación anterior, el enfoque constructivista juega un papel central y factor que propicia la construcción de los conocimientos, donde las actividades didácticas inician con el planteamiento y resolución de una situación problemática contextual, para que los alumnos, en base a sus preconcepciones y experiencia previa, se aproximen con sus propios recursos y de manera informal a los conceptos. De esta forma, se posterga la formalización teórico conceptual para dar lugar al discernimiento, la construcción y reconstrucción de técnicas de solución, en las que resuelven el problema a su manera, se recuperan algunos planteamientos procedimentales y ponen en práctica, para ampliar conocimientos. Los problemas se plantean oralmente, permitiendo la construcción visual del concepto con procedimientos de solución de ensayo–error, elaboración de conjeturas, puesta a prueba e identificación de errores, hasta que se adquieren conocimientos más complejos.

Ambas innovaciones de enfoque constructivista, incorporan conocimientos previos y experiencias cotidianas, mediante planteamientos de situaciones que despierten su interés, propician un aprendizaje efectivo a largo plazo, susceptible de extender y aplicar a otras situaciones, minimiza la tendencia a la memorización, a la vez que se introduce como estrategia la discusión colectiva, con preguntas guiadas y crecientes en complejidad por parte del maestro. Toda vez que se han discutido las diferentes técnicas y se ha resuelto el problema, se procede a la formalización del tema mediante definiciones, algoritmos o explicaciones breves, que contribuyen a incrementar el conocimiento científico. Posteriormente, se presentan situaciones más generales. extraídas de contextos diversificados para que mediante la extrapolación, los alumnos transfieran y apliquen los contenidos temáticos a otras áreas del saber y que le resulten significativos. Para reforzar los contenidos, se proporcionan lecturas complementarias, para que el estudiante tenga una visión global del conocimiento.

Ya sea desde las innovaciones o desde las teorías del aprendizaje, se aprecia que la tendencia en la enseñanza, se centra en el proceso de aprendizaje de los alumnos a

partir de la construcción de su propio conocimiento. Como estrategia didáctica, se utiliza la solución de problemas, con una instrumentación, que le permite al profesor conocer las preconcepciones y experiencias previas de sus alumnos, a partir de las cuales se abordan los contenidos. Otro aspecto importante que se debe resaltar, es que no se enseñan las técnicas para después aplicarlas a los problemas, sino que estos, los problemas, se plantean desde un principio y propician que la formalidad aparezca al final del proceso. En cuanto a los contenidos, los conocimientos se van adquiriendo en forma espiral, de lo sencillo a lo complejo y de lo particular a lo general.

En otro tipo de innovaciones (Ribeiro da Luz y Alvarenga, 1999), se estimula el desarrollo de la capacidad de observación sistemática de fenómenos físicos, la reflexión sobre su naturaleza y las formas en que se genera y aplica el conocimiento científico, pero alejado de la formulación rígida de un supuesto método científico, único e invariable, que resulta difícil de asimilar en las nuevas generaciones. Se incorporan recomendaciones de la psicología educativa, que consideran más valioso que los alumnos combinen el carácter sistemático y riguroso de los procedimientos disciplinares, con la flexibilidad intelectual y el desarrollo de sus capacidades para cuestionar y buscar explicaciones de los fenómenos naturales. Este cambio de enfoque en la corriente constructivista, propicia que la enseñanza de la Física pase de lo teórico y abstracto, al fomento de la observación sistemática, la realización de actividades experimentales, la reflexión y el análisis individual y colectivo. Con esta metodología y estrategia de aprendizaje, se introducen los conceptos y la formalización de la disciplina, permitiendo el aprendizaje significativo, la creatividad y el desarrollo de habilidades consideradas indispensables para el estudio y la comprensión de las ciencias.

Uno de los fracasos de las propuestas de innovación, se atribuye a que no se atienden completamente las dimensiones constitutivas de todo proceso de cambio (Torre, 1994). En la mayoría de las propuestas revisadas, se atiende con propiedad la dimensión sustantiva que da respuesta al *qué*, *porqué*, *para qué* y la *finalidad*. También abordan la dimensión situacional o contextual que da respuesta al *donde*. Sin embargo, dejan sin

tocar la estratégica, así como la personal o biográfica, que atienden al *cómo* y *quién*, es decir, se desatiende a los principales agentes de la innovación, los profesores.

Una innovación que rompe la regla anterior y que merece especial atención, es el Proyecto Secundaria Siglo XXI (<http://sec21.ilce.edu.mx/menu.html>), que es una adaptación del modelo canadiense Technology Enhanced Secondary Science Instruction (TESSI por sus siglas en inglés) para la enseñanza de la Física (EFIT) y las Matemáticas (EMAT), que introduce las NTIC en salones y laboratorios, destacándose el uso de herramientas y equipos de comunicación, cómputo, multimedia, software educativo e interactivo, simulación y reproducción de experimentos, interfases para la adquisición automatizada de datos, etcétera. Con este tipo de innovaciones, piloto en sus primeras etapas, se pretende: impulsar el uso de nuevas tecnologías; mejorar, fortalecer y ampliar la enseñanza y el aprendizaje de la física; facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la adquisición y análisis automatizado de datos; mejorar la comprensión de los fenómenos naturales con simulaciones experimentales interactivas; permitir el acceso a información científica actualizada, y principalmente, motivar el estudio científico de las ciencias naturales.

En esta innovación que incorpora las NTIC, además de los alumnos, los profesores son los más beneficiados, ya que además de comunicarse entre sí, pueden hacerlo con cualquier agente de cambio del proyecto, desde expertos diseñadores del proyecto, expertos en educación y uso de nuevas tecnologías, así como con el mismo coordinador general. El principal beneficio, es que permite la capacitación en el sitio de trabajo.

Además de las innovaciones revisadas a nivel nacional, que nos dan una idea de la pauta que se está siguiendo para la enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales y exactas, también se revisaron experiencias, estudios, investigaciones y propuestas a nivel internacional. El común denominador que prevalece en ellas, es que adolecen de un marco teórico desde la perspectiva de las innovaciones.

Como ejemplo y por citar algunas, se tienen propuestas que intentan integrar el paradigma humanista y constructivista (Osses, 1999), con diseños curriculares que

integran Ciencia, Tecnología y Sociedad, mediante el planteamiento de problemas que enfrenta la humanidad como son: crisis energética, explosión demográfica, agotamiento de los recursos, contaminación ambiental, hambre, enfermedades.

También se encuentran experiencias que aplican la investigación como estrategia de aprendizaje para la solución de problemas de la vida real (Concari, S. B. & Pozzo, R. L., 1998), en donde a los alumnos, se les asigna actividades extra clase para que en forma grupal se avoquen a la consulta bibliográfica y con especialistas; indaguen en el mercado local e internacional y usen las NTIC, formulen hipótesis, acotan el problema y realizan ensayos cuantitativos y cualitativos en el laboratorio para obtener un producto. Con este tipo de actividades, se pretende desarrollar en los alumnos las tres esferas de conocimientos: conceptuales, procedimentales y actitudinales, que se refleja en la aplicación de contenidos y su transferencia a otras disciplinas; el desarrollo de habilidades de investigación; diseño de estrategias; experimentación; adquisición y procesamiento de datos; selección y valoración de estrategias de aprendizaje; creatividad y pensamiento crítico; adquisición de valores, como el trabajo en equipo, responsabilidad, uso adecuado del lenguaje y comunicación de resultados, entre otros muchos aspectos. Las dificultades que se presentan en este tipo de actividades, se relaciona con el profesor, quién debe estar capacitado para diseñar, planificar, conducir y evaluar esta nueva modalidad de enseñanza aprendizaje, además, debe poseer un mayor conocimiento de su asignatura.

Otro tipo de propuestas, que se relacionan con la que en este trabajo se presenta, se encuentra la simulación de modelos físicos que usan las NTIC como estrategia didáctica (Cotignola, 1998; Becerra, Villegas & Venegas, 2000). A los alumnos se les presentan problemas para que experimenten, observen, analicen, cambien parámetros, simulen, discutan colectivamente, emitan valoraciones y juicios de valor, retroalimenten y saquen sus propias conclusiones. Con estos diseños, a la vez que se introducen metodologías opcionales, integran las teorías de aprendizaje significativo de Ausubel, por descubrimiento de Bruner, social de Vygostky, desarrollo cognoscitivo de Piaget y las teorías implícitas de Pozo.

En la literatura, se encuentran investigaciones que apoyan la presente propuesta, como la de Villegas y Benegas (2000), quienes, aplicaron una evaluación prediagnóstica a los alumnos cuando ingresaron al nivel superior, y una evaluación post diagnóstica al finalizar el curso. Encontraron que el nivel de conocimientos de los alumnos es inadecuado. Ante esta situación, la estrategia de aprendizaje que implementan, consiste en reducir al mínimo el formulismo matemático, y abordan los conceptos gráficamente, mediante el planteamiento de situaciones físicas, en sesiones teóricas, de problemas, experimentales y de simulación. Los resultados que obtienen son favorables, por lo que recomiendan destinar mayor tiempo a la solución de problemas en sesiones extra clase. González, Ordóñez y Díaz (2000), comparten ésta última recomendación, y sostienen que para desarrollar las habilidades del pensamiento físico lógico, es necesaria la ejercitación y enseñanza prolongada. Estos últimos autores, subrayan la importancia de cuatro pasos a seguir en el proceso de solución de problemas. En el primero, se inicia con la lectura del enunciado, su análisis, comprensión semántica e interpretación simbólica, el modelado de la situación física presentada, el análisis de la tarea a realizar y la aplicación del marco teórico. En el segundo, se estimula la valoración y habilidad que debe poseer el alumno para elegir una estrategia adecuada, la búsqueda de relaciones entre variables y el registro de ecuaciones. El tercer momento, se relaciona con la ejecución de la estrategia seleccionada, para lo cual deben de aplicar y operar conocimientos de matemáticas, con la finalidad de llegar a la solución del problema. En el último momento, se analiza el resultado obtenido.

La solución de problemas es uno de los ejes centrales para el aprendizaje de la Física, a partir de ellos, se pueden emitir juicios para valorar el grado de conocimientos conceptuales y procedimentales. Sin embargo, en las evaluaciones que practica el profesor, no se toman en cuenta los procesos internos que lleva a cabo el alumno para dar las respuestas adecuadas, ya sea por que se infiere, o se sobreentiende que en las mismas se encuentran implícitos dichos procesos. En dicha solución, la comprensión del texto es vital para modelar o plantear el problema. Un grupo de investigadores (Massa et al, 1997), se dieron a la tarea de investigar el significado que los alumnos le atribuyen a los enunciados de problemas, encontraron que en el lingüístico, los alumnos



manifestaron comprender el enunciado, sin embargo, tienen dificultades para definir el contexto de resolución, por lo que recurren a activar sus ideas de sentido común e interpretan el enunciado a su conveniencia. También encuentran que realizan adecuaciones al modelo físico que se desprende del lenguaje literal, a fin de que la situación problemática pueda ser posible, sin remitirse a lo que estrictamente le indica el lenguaje textual. Esto es frecuente, cuando el problema queda abierto y sujeto a interpretación del individuo, que ante una falta de clarificación y en aras de llegar a una solución, activa esas ideas de sentido común, que pueden ser erróneas y en ningún momento, les surge la duda o cuestionan la parte académica. De acuerdo a los investigadores, la operación cognitiva de activar sus ideas, les impide razonar el problema dentro del marco teórico correspondiente, que lo guiaría a aplicar correctamente la teoría y encontrar las contradicciones mediante el razonamiento lógico científico, concluyendo la imposibilidad de la situación planteada.

Con respecto al razonamiento científico, otro grupo de investigadores (Guisasola, Furió, Ceberio & Subimendi, 2003; Guisasola, Ceberio & Subimendi, 2003), se han dado a la tarea de investigar si es necesario enseñar contenidos procedimentales de la ciencia en la resolución de problemas. Desde su punto de vista, las habilidades generales y los conocimientos conceptuales, se intercomplementan entre sí, son insolubles y determinantes para el proceder de los alumnos. Mencionan que

Se podrá objetar que aunque los estudiantes no expliciten los procedimientos cuando resuelven problemas sí dominan de una manera implícita muchas de estas destrezas. Es decir, los estudiantes al resolver problemas economizan tiempo y esfuerzo y no sienten la necesidad de explicitar el conocimiento procedimental, simplemente buscan el resultado correcto (p. 20).

Esto ha abierto una línea de investigación (Guisasola, Furió, Ceberio & Subimendi, 2003), en la cual se cuestiona si es necesaria la enseñanza de tales contenidos en cursos introductorios de Física, encontrando que:

- La mayoría de los estudiantes no tiene en cuenta las condiciones en que se desarrolla la situación problemática, ni discute las diferentes posibilidades que se podrían dar.
- Una parte importante de estudiantes, presenta deficiencias al reconocer el marco teórico en el que sitúa el análisis cualitativo del problema.
- En cuanto a la identificación de las variables que influyen en la magnitud pedida, el fracaso aumenta conforme se aumenta el número de variables que intervienen en el problema.
- Los resultados empeoran cuando se pide la emisión de hipótesis sobre las relaciones de dependencia entre las variables previamente identificadas, así como cuando se analizan casos límite de especial relevancia física.

Recomiendan que los profesores que imparten ciencia: dediquen mayor tiempo a trabajar de forma explícita los contenidos procedimentales relacionados con los conceptuales que se enseñan, así como escuchar los razonamientos alternativos de los estudiantes; asumir una actitud menos instrumental sobre los pasos que conducen a la resolución del problema, poner mayor énfasis a los procedimientos de análisis cualitativo y la consiguiente emisión de hipótesis, y orientar a los alumnos a que piensen más en términos de ellas, que de certezas al comenzar a resolver el problema. Finalmente, los autores recomiendan el diseño de materiales didácticos que estimulen a los estudiantes a realizar aproximaciones cualitativas a los problemas.

En función de esas recomendaciones, se aprecia que no se enseñan los conocimientos procedimentales de la ciencia, por que muchos profesores, no tienen una idea clara y explícita de las taxonomías (Insausti & Merino, 2000).

A manera de síntesis, se puede decir que los referentes teóricos del estado del conocimiento, se dan en función de las teorías del aprendizaje y del uso de las NTIC. En su gran mayoría, son experiencias que se desprenden de proyectos de investigación, por lo que se podrían clasificar dentro del modelo de Investigación y Desarrollo en la perspectiva tecnológica. Tales experiencias, se pueden clasificar en una categoría intermedia entre la que cita de Sánchez (1995), es decir, entre las que se dan por reflejo simple y las que son intencionales y planificadas, debido a que carecen

de un marco teórico en términos de las innovaciones, aunque se producen cambios y se difunden.

Finalmente, en cuanto a las tendencias actuales de la enseñanza de la Física, se refiere una cita del Grupo de Investigaciones Orión de Óptica y Didáctica de la Física, que aparece en <http://www.unex.es/~optica/> y que por su pertinencia se reproduce textualmente.

Toda investigación relacionada con la enseñanza debe llevarse a cabo bajo el marco teórico proporcionado por la psicología educacional, que es la que sugiere al investigador los aspectos a ser estudiados, los métodos apropiados y las soluciones aceptables.

De entre todas las corrientes de la psicología educacional orientadas a la enseñanza de las ciencias, la corriente cognitiva es la que mejor se adapta a los requerimientos actuales de enseñanza de la física.

El modelo que mejor se adapta a la corriente cognitiva del aprendizaje es el constructivismo, basado en promover un cambio en las ideas intuitivas del alumno (preconcepciones) y acercarlas al conocimiento científico.

### 4.3. Enseñanza de la física

La Física es la disciplina que cuenta para su aprendizaje con el más grande laboratorio del mundo: la naturaleza, el medio ambiente. Este enorme laboratorio la hace la más rica en cuanto a matices didácticos. La dificultad, es conocer la amplia gama de posibilidades que ofrece para el diseño de actividades de aprendizaje encaminadas a la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes.

En la Universidad de Sonora, al igual que en otras Instituciones de Educación Superior, los espacios que se disponen para enseñar, son las clases teóricas, las clases de problemas y las de laboratorio. Como complemento a esos espacios educativos, se tienen las evaluaciones, las asesorías, las tutorías y talleres extracurriculares. Los métodos didácticos, dependen de los objetivos y los conocimientos que se espera

adquieran los alumnos, derivados de los planes de estudio, el número de alumnos, el tipo de aula, el número de horas, disponibilidad de materiales y equipos, etcétera.

Para avanzar en el cumplimiento de las intenciones educativas, es indispensable una buena planificación, organización y programación de cada capítulo, tema e inclusive sesión, donde se analizan conceptos, se resuelven problemas o se realiza experimentación, estimándose conveniente diseñar e introducir un conjunto de actividades a realizar por los alumnos bajo la guía del profesor.

Dichas actividades, además de poseer la característica de ser significativas, deben permitir que el alumno exponga sus ideas previas, construya o refuerce las tres esferas del conocimiento, mediante la exploración de alternativas y familiarización con la metodología científica, y evitar la asimilación de conocimientos ya elaborados y la práctica centrada en el discurso del profesor. Lo esencial es privilegiar la actividad de los estudiantes, sin la cual, no se produce el aprendizaje significativo.

El éxito de las intenciones educativas, depende del profesor y de la motivación que logre inculcar en el alumno para que participe activamente en las actividades. El principal obstáculo a superar, es conseguir un alumno emocionalmente sereno y tranquilo. Para que los contenidos sean aprendidos con eficacia, se necesita de un ambiente y situaciones educativas propicias.

En relación a los espacios educativos, por razones contractuales y organizativas se tiene una separación entre las sesiones de teoría y práctica, lo cual es didácticamente poco aconsejable y se aleja de la estructura de la Física, que es un cuerpo de conocimiento que conjuga ambos aspectos. La separación es discriminatoria para la experimentación, ya que en los currículos, tiene un peso inferior frente a la teoría. Por otra parte, los problemas cuantitativos son por lo general el factor determinante para evaluar el rendimiento académico teórico-conceptual. Ante ello, es importante que el alumno vea y comprenda la estructura lógico-deductiva de la Física, analice los fenómenos físicos tanto en su versión cuantitativa como cualitativa.

Si algo ha enseñado la experiencia y el estado del conocimiento, es que las definiciones o el nuevo conocimiento, no se debe proporcionar con el rigor absoluto y el formulismo matemático en el primer encuentro, ante las deficiencias que presentan en el uso y manejo de herramienta matemática. Se recomienda iniciar a partir de sus ideas previas y guiados por el profesor, acercarlos a la científicamente aceptada. Esta estrategia es importante, sobre todo en ese primer contacto del alumno con un curso de nivel superior, siendo deseable un reencuentro con líneas de razonamiento en contextos distintos que le resulten familiares, como pueden ser observaciones cotidianas de fenómenos físicos que ocurren a su alrededor, o bien, motivar la discusión grupal con preguntas sobre alguna aplicación tecnológica relacionada con el concepto.

Dentro de los matices didácticos de la física, en los ejercicios de problemas e incluso en la parte de teoría, es posible incorporar actividades que ellos mismos pueden hacer en forma colectiva para incentivar la motivación, que extraigan datos, que los representen gráficamente, que los analicen, que modelen la situación física, e inclusive, que describan la relación existente entre el concepto y el modelo matemático que se usa para representar el modelo físico. Es decir, que ellos mismos construyan esas fórmulas que tantos problemas y aberración les causan. Para ayudar al estudiante a asimilar conceptos abstractos, no es suficiente con una exposición oral, en la que muchas veces no prestan atención, es necesario ponerlos a trabajar en el uso de los conceptos y en los más variados contextos. El aprendizaje de las ideas abstractas, es un proceso lento que requiere tiempo, más cuando los alumnos no han alcanzado el nivel de las operaciones formales.

De las investigaciones, se desprende como regla general que los estudiantes tienen grandes dificultades en la resolución de problemas. Muchos lo intentan pero pocos son capaces de obtener la solución a partir del enunciado. Existen muchos factores que influyen en este fracaso. El principal es el aspecto lingüístico o de comprensión verbal así como su interpretación simbólica. Otro de los inconvenientes de los problemas de lápiz y papel, es que deben de presentarse ordenados por dificultad creciente, primero los que corresponden a una aplicación inmediata, de un único concepto, después los

que precisan de dos o más conceptos, y por último, problemas adicionales de nivel elevado que normalmente sólo serán resueltos por un número pequeño de estudiantes.

Las tareas que realiza el alumno, están directamente relacionadas con su participación activa y con su motivación, para motivarlo, o mejor dicho, para no desmotivarlo, deben ser corregidos lo más pronto posible ya que es un elemento para la autoevaluación y retroalimentación, además, es un factor para la motivación y puente a la vez para propiciar la comunicación con el profesor.

Cabe mencionar en esta sección, lo que está sucediendo en las Instituciones de Educación Superior, que debería formar parte del diagnóstico, pero que por su pertinencia se menciona aquí. Un estudio de ANUIES (2000a) revela que el 30 por ciento de los estudiantes encuestados manifiesta que casi nunca preguntan al profesor, el 31 por ciento casi nunca debate los puntos de vista del profesor, el 43 por ciento nunca prepara sus clases. ¿Cuál es la causa de que casi una tercera parte del alumnado no participe y que además no realice su tarea? Posiblemente el 33 por ciento de los alumnos que manifestaron que sus profesores nunca, o casi nunca regresan los trabajos escolares con correcciones y que tampoco promueven las asesorías, tengan la respuesta.

# CAPÍTULO III

## Propuesta de modelo

*“Cuando más ambiciosos son los cambios, menos posibilidad de lograrlos o más exposición al fracaso”*  
Havelock y Huberman (1980)

### 1. Descripción del modelo

Conjugando los aspectos contemplados en el marco teórico, tales como la comunicación y el lenguaje, los modelos y estilos de aprendizaje así como el manejo de módulos interactivos por Internet o en computadora, se propone el siguiente modelo (figura 4), que consideramos es uno centrado en el aprendizaje, en el alumno, en la construcción de conocimientos y en la comunicación social.

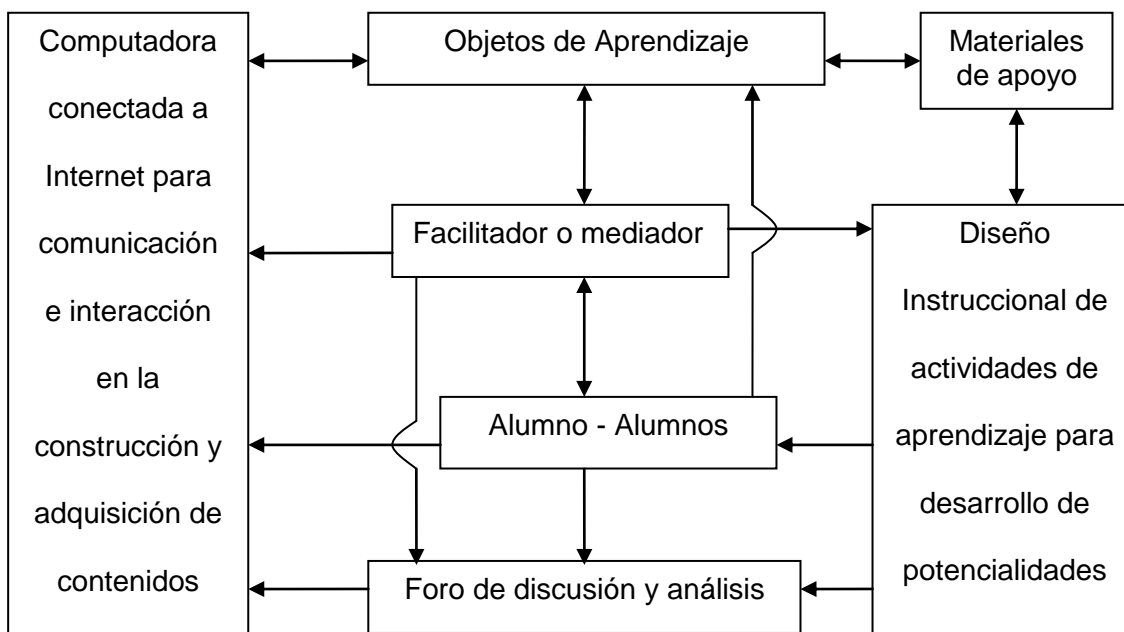


Figura 4. Propuesta de modelo para rediseño de cursos de Física Clásica

### 2. Discusión de la propuesta.

El eje central, son las interrelaciones sociales que se establecen entre los propios alumnos en su interacción con el objeto de aprendizaje. El profesor juega un rol de mediador, entre los sujetos que aprenden y el objeto de aprendizaje, que intenta

aprendan sus alumnos. Entre sus nuevas funciones, se encuentra su propia capacitación, recurriendo para ello a cursos de formación y materiales de apoyo, que le brinden las herramientas necesarias para cumplir con las intenciones educativas, plasmadas en el nuevo modelo curricular de la Universidad de Sonora. Entre esos materiales se encuentran las políticas educativas, los procesos de innovación, las teorías y estrategias de aprendizaje, la enseñanza de las ciencias, etcétera. También, entre sus nuevas funciones, se encuentra tanto el diseño de actividades de aprendizaje como la elaboración de módulos interactivos. Con este recurso e independiente de su desempeño y labor presencial, será medidor y guía para la construcción del conocimiento, poniendo a disposición de los alumnos su curso en línea para que pueda ser consultado desde cualquier lugar y en cualquier tiempo. Puede establecer horarios, en donde, de una forma sincrónica, tanto él como sus alumnos, puedan interactuar con el objeto de aprendizaje, en un aprendizaje mediado y guiado, haciendo uso de los foros de discusión y análisis colectivo, permaneciendo como espectador cuando la situación lo amerite, para ver los avances que efectúan los alumnos. Esto, independientemente de que los alumnos puedan hacerlo en cualquier momento.

De todos los elementos que componen la propuesta para el rediseño de un curso de Física en el marco del modelo curricular, reviste especial atención, el diseño de actividades de aprendizaje significativas que potencien el desarrollo integral del alumno y que le permitan adquirir conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales, para que aprenda a ser, conocer, hacer, convivir y emprender, a partir de la teoría y práctica de la Física.

Estas actividades son el foco de atención, por lo que centramos la discusión en los elementos que se deben considerar para su elaboración, siendo estos:

- Uso adecuado del lenguaje en Física y tutorías.
- Solución de problemas.
- Actividades áulicas y extra áulicas y su evaluación.
- Experimentación en el aula.
- Simulación en la enseñanza de la Física.
- Investigación.



- Curso de Física en Internet.
- Laboratorio de Física, real, virtual y simulación.

## 2.1 El uso adecuado del lenguaje en física

El principal problema de la didáctica de la física, es el aspecto lingüístico o códigos, que se relacionan con el nivel de operaciones mentales de los alumnos cuando ingresan al nivel superior. Esta insuficiencia, tiene implicaciones para los objetivos y metas que orientan la presente propuesta: mejorar la calidad de los servicios que presta el Departamento de Física. Ante esta situación, aquéllos alumnos que presenten insuficientes habilidades de lectura y comprensión, además de los programas académicos de asesorías, la propuesta contempla instrumentar talleres extracurriculares de lectura y comprensión, como un espacio adicional, a donde pueden acudir para suplir sus deficiencias. La propuesta también contempla la utilización de estrategias específicas de aprendizaje, como el uso de mapas conceptuales y redes semánticas, la UVE de Gowin, la técnica de la lectura, etcétera. De igual forma, se presenta la oportunidad del Programa Institucional de Tutorías (PIT) y los espacios creados en éste, hacia donde es posible canalizar a los alumnos, como por ejemplo, los talleres de aprender a aprender. Adicionalmente, en el nuevo modelo curricular de la Universidad de Sonora, en la reestructuración de los planes y programas de estudio, se tiene contemplado impartir las asignaturas de Física Clásica a partir del segundo semestre, en el eje de formación común, posterior al de formación básica, donde se impartirán asignaturas que impactarán positivamente en el objetivo de la propuesta.

Aún así, en las exposiciones y en todos los ámbitos de comunicación entre el profesor y los alumnos, se debe utilizar un lenguaje claro, preciso y explícito, haciendo la aclaración de la diferencia entre un lenguaje cotidiano (ideas previas) y uno científico. Por ejemplo, para el alumno es lo mismo velocidad y rapidez. Para el científico son conceptos diferentes. Otro ejemplo es peso y masa. Cuando se le pregunta al alumno cuanto pesa, éste dice: peso 69 kilogramos. Para el científico el peso es una fuerza que se mide en Newton y la masa en kilogramos.

El escaso vocabulario que posee el alumno, es otro problema para el aprendizaje de la Física. El número de palabras, que los estudiantes tienen que saber definir, explicar, identificar, y sobre todo, asignarle significado científico, es muy numeroso. El alumno, debe comprender y asignarle significado operativo a: dejar caer, parte del reposo, se lanza, se arroja, asciende, desciende, se detiene, llega al reposo, pasa por el origen, se mueve con velocidad constante, incrementa o disminuye su rapidez, se mueve hacia la izquierda con rapidez constante, se mueve a la derecha, sube, baja, frena, acelera, invierte su dirección, etc.

En algunos problemas, debe relacionar lo que implica que la velocidad sea constante. El problema no se lo da explícitamente, por lo que él, debe de inferir o sacar en conclusión que la aceleración es cero, ya que ésta, se relaciona con los cambios de velocidad. En otros tipos de problemas, tiene que diferenciar e integrar la teoría. Es común en ellos, relacionar una desaceleración (cuerpo frenado) con un signo negativo de la aceleración y una aceleración (cuerpo acelerando) con un signo positivo. Tales aseveraciones, no son correctas cuando existe un cambio de dirección del movimiento, así por ejemplo, se tiene el caso de caída libre, donde el cuerpo al ir ascendiendo disminuye su rapidez y al ir descendiendo aumenta, y sin embargo, el signo de la aceleración es único.

En Física, se tienen situaciones problemáticas que requieren procedimientos específicos y de contexto para poder resolverse. Se tienen planteamientos como: “*una bala es disparada por una pistola...*” en otro problema se menciona: “*un cohete sale disparado desde el suelo y asciende con aceleración constante de....*”, en ambas situaciones, algunos alumnos relaciona la palabra disparo con una velocidad inicial diferente de cero.

En esas mismas afirmaciones contextuales se pueden encontrar conceptos que se encuentran “perdidos”, como por ejemplo: *una caja de masa  $m$  descansa sobre el piso de un camión. El camión arranca con una aceleración, si la caja está a una distancia del borde trasero del camión cuando este arranca, ¿Cuánto tarda la caja en caerse por atrás del camión?* (Sears, Zemansky et al., 1999), En este problema, se encuentra implícito el concepto de fuerza de rozamiento, que generalmente se afirma se opone al

movimiento, que es correcto, pero que por simplificar y no profundizar en la teoría, dicha fuerza de rozamiento es la que hace que la caja caiga del camión, es decir, favorece el movimiento.

## 2.2 Solución de problemas.

Los problemas, como se ha discutido, además de su valor instrumental de contribuir al aprendizaje de los conceptos físicos y sus relaciones, tienen un valor pedagógico intrínseco, ya que obligan a los estudiantes a tomar la iniciativa; realizar análisis; elaborar hipótesis; plantear una cierta estrategia; analizar la situación, descomponer el sistema en partes y establecer la relación que guardan entre si; indagar qué principios o leyes deben aplicar a cada parte; ubicar el problema en uno o varios marcos teóricos; modelar o escribir las ecuaciones y despejar las incógnitas; valorar la consistencia del resultado. En síntesis, se le forma para que logren adquirir conocimientos procedimentales de solución de problemas, sean estos de lápiz y papel o de investigación y acercarlo cada vez más a la metodología científica como la que sugiere Guisasola et. al (2003), la cual se reproduce con fines académicos en el anexo 4, y que se debe de enseñar explícitamente.

Como ejemplo de las operaciones intelectuales (verbos subrayados) que tiene que desarrollar el alumno al plantearle un problema se tiene:

Dos pequeñas esferas idénticas de igual masa y carga, penden de hilos de seda de longitud  $L$ . Si la distancia de separación entre las esferas es  $x$ , encuentre:

- a) El ángulo que forman las cuerdas con respecto a la vertical
- b) Las cargas de las esferas.
- c) Calcule la carga de las esferas si  $L = 15 \text{ cm}$ ,  $m = 3 \text{ gr}$  y  $x = 0.013 \text{ m}$

¿Que operaciones intelectuales o infralógicas debe realizar el alumno para resolver el problema?

1. Saber leer: Realizar una primera lectura del enunciado completo, con la finalidad de darse una idea e imaginar la situación física del problema planteado. Una segunda lectura más cuidadosa y poner atención a las palabras escritas. Una tercera lectura,

palabra por palabra, renglón por renglón, párrafo por párrafo, y respetar la puntuación.

2. Identificar y comprender todas y cada una de las palabras escritas y asignar significado ya sea mediante sinónimos, antónimos o de contexto.
3. Traducir las expresiones verbales a simbología matemática.
4. Interpretar y dar un mismo significado (en estas situaciones, en ciencias duras no se permite que cada alumno dé su propio significado, todos deben llegar al mismo resultado, es decir, plantear y modelar la situación física. Si el alumno no sabe leer y comprender no podrá elaborar el modelo (dibujo). De igual forma, si un alumno tiene mal el modelo (un dibujo dice mas que mil palabras) no podrá resolver el problema.
5. Para el modelo, requiere conocer las propiedades de las cargas (iguales se repelen, diferentes se atraen), es decir, aplicar los conocimientos nuevos

Ya que se realizaron todas las operaciones anteriores, los alumnos deben llegar al siguiente modelo (figura 5).

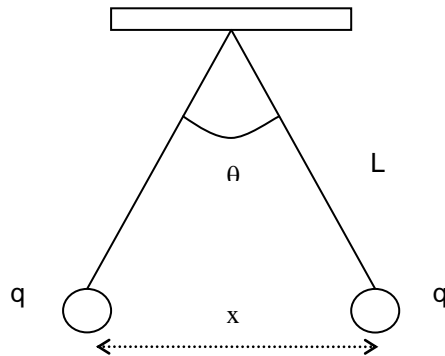


Figura 5. Modelo físico de un problema de cargas eléctricas

Las siguientes operaciones que tiene que realizar son:

Calcular el ángulo  $\theta$ :

6. Transferir conocimientos y aplicar conocimientos previos: Conocer las funciones trigonométricas (seno  $\theta$ , coseno  $\theta$ , tangente  $\theta$ ), decidir que función aplicar, para lo

cual tiene que identificar los lados de un triángulo rectángulo, extrapolar sus conocimientos a otra disciplina para realizar analogías, sustituir valores (letras), despejar, calcular y obtener resultado analítico.

7. Aplicar conocimientos previos de asignaturas anteriores (Mecánica), para lo cual tiene que diseñar el diagrama de cuerpo libre o aislado, analizar e identificar las fuerzas que actúan sobre la esfera (si le falta una fuerza al diagrama, el problema va estar incorrecto).
8. Decidir en función de la simetría del problema y elegir una sola esfera para su diagrama.
9. Conocer y aplicar el marco teórico donde se ubica el problema, descomponer un sistema en sus partes o componentes (los vectores fuerzas en sus componentes rectangulares). Realizar los siguientes cálculos y seguir procedimientos:

$$\Sigma F_x = ma_x$$

10. Inferir que si el sistema está en equilibrio, concluir que no existen cambios de velocidad y que estos a su vez se relacionan con la aceleración ( $\bar{a} = 0$ ). De igual forma, inferir que si la aceleración es nula, luego entonces, las componentes del vector aceleración también lo serán ( $a_x = 0$  y  $a_y = 0$ ).

$$\Sigma F_x = 0$$

$$T_x - F_E = 0$$

$$T \text{sen} \theta - F_E = 0$$

$$T \text{sen} \theta = F_E$$

11. Decidir que ya no puede hacer nada más (salvo **despejar**), por lo cual tiene que analizar lo que ocurre en el eje vertical.

$$\Sigma F_y = 0$$

$$T_y - mg = 0$$

$$T \cos \theta - mg = 0$$

12. A esta altura, tiene que resolver un sistema de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas (2 x 2), transfiriendo conocimientos para aplicar el método de sustitución, igualación, suma y resta o determinantes.

Aplicar el método de igualación (para lo cual tiene que saber despejar)

$$T = \frac{F_E}{\operatorname{sen} \theta}$$

$$T = \frac{mg}{\cos \theta}$$

13. Comparar

$$\frac{F_E}{\operatorname{sen} \theta} = \frac{mg}{\cos \theta}$$

14. Despejar

$$F_E = \frac{\operatorname{sen} \theta mg}{\cos \theta}$$

15. Conocer la función trigonométrica tangente del Ángulo para llegar al siguiente resultado

$$F_E = mg \tan \theta$$

16. Para calcular la carga de la esfera, aplicar los conocimientos nuevos de la Ley de Coulomb (notación vectorial).

$$F_E = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \vec{r}$$

17. Relacionar y comparar (notación escalar)

$$mg \tan \theta = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} r$$

18. Relacionar variables e inferir que si las cargas son iguales, entonces:

$$mg \tan \theta = k \frac{q^2}{x^2}$$

Despejar

$$q = \sqrt{\frac{x^2 mg \tan \theta}{k}}$$

19. Resultado analítico que puede analizar al variar la distancia de separación para generalizar sus resultados.

20. Resolver numéricamente para los datos proporcionados.

Al comparar los verbos anteriores con los verbos de acción de acuerdo a los diferentes niveles taxonómicos de Bloom (Fowler, 2002):

- Conocimientos (identificar, recordar)
- Comprensión (lee, traducir, inferir, concluir, extrapolar, interpretar).
- Aplicación (Aplicar, generalizar, elegir, realizar, resolver, modelar).
- Síntesis (analizar, relacionar, inferir, concluir).
- Evaluación (comparar, decidir, escoger, diseñar, imaginar, resolver, elaborar)

En base a la comparación anterior, donde el alumno resuelve un problema con un grado de dificultad mínimo, se tiene que su campo cognoscitivo se ubica preferentemente en el último de los dominios de Bloom.

### 2.3 Actividades áulicas, extra áulicas y su evaluación.

Actividades bien planeadas y organizadas por parte del profesor, pueden conllevar al razonamiento científico por parte del alumno y al aprendizaje significativo, en la medida de lo posible, evitar que la resolución de problemas se convierta en un mero ejercicio de memorizar soluciones y manipular ecuaciones.

Otro aspecto importante a desarrollar en los alumnos, es su autoevaluación. Como ejemplo para practicarla, se diseña una actividad de construcción del aprendizaje, del movimiento rectilíneo uniforme, consistente en que un alumno camine a su propio ritmo

por el pasillo, sobre el cual se ha tendido una cinta métrica y se han colocado estratégicamente, otros compañeros con cronómetro en mano y separados por una distancia. Se le pide al compañero que inicie su movimiento y todos los cronómetros se ponen a funcionar, cuando el alumno que camina pasa por enfrente del primer compañero, éste detiene su cronómetro y registra el tiempo que tardó en llegar a su posición, lo mismo sucede con el resto de los compañeros que registran el tiempo que tarda en pasar por enfrente de ellos.

La actividad puede tener diferentes variantes como por ejemplo:

- Una persona moviéndose hacia la derecha y partiendo del origen del sistema de referencia.
- Una persona moviéndose hacia la izquierda y partiendo del origen del sistema de referencia
- Una persona moviéndose hacia derecha o izquierda pero partiendo de una posición diferente a la del origen
- Dos personas moviéndose simultáneamente.
  - Una a la derecha otra a la izquierda
  - Las dos en la misma dirección pero partiendo de diferentes posiciones y moviéndose con diferentes velocidades.

Finalizada la experiencia, se les pide que ingresen nuevamente al salón, se realiza la tabulación de posición y tiempo para que todos la tengan. Se les dan las indicaciones y la herramienta mínima e indispensable de matemáticas para que en equipos de cinco alumnos hagan una presentación en rotafolio para la siguiente sesión (en vez de proporcionarles la herramienta matemática, una alternativa consiste en colocarla en línea o recomendarles una página Web). Dicha presentación puede servir para practicar una evaluación de pares, donde un equipo evalúa a todos los equipos y dentro del mismo equipo, cada integrante evalúa a los demás.

En las indicaciones, se les dan a conocer los criterios y aspectos que se van a evaluar, tanto de la presentación, como de la participación en la elaboración de la misma. Por mencionar algunos aspectos a evaluar y que se relacionan con los alumnos, se



encuentra el trabajo en equipo, la competitividad, dedicación, responsabilidad, comunicación, participación activa, cooperación, compañerismo, capacidad de síntesis, originalidad, iniciativa, uso de lenguaje, dicción, gestos, expresión corporal, participación de todos los integrantes del equipo, manejo del pizarrón, soltura, tiempo de exposición, claridad, motivación al grupo, seguridad en las respuestas, presentación personal, honestidad, etc. Un ejemplo para asentar la evaluación de pares es la siguiente:

| Evaluación de pares       |  |       |       |       |       |       |       |      |      |             |
|---------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------------|
| Actividad: _____          |  |       |       |       |       |       |       |      |      |             |
| Fecha: _____ Grupo: _____ |  |       |       |       |       |       |       |      |      |             |
| Quien evalúa              | Evaluaciones otorgadas por los otros equipos |       |       |       |       |       |       |      |      | Como evaluó |
|                           | Eq. 1  | Eq. 2 | Eq. 3 | Eq. 4 | Eq. 5 | Eq. 6 | Eq. 7 | Eq.8 | Eq.9 |             |
| Eq. 1                     | X  |       |       |       |       |       |       |      |      |             |
| Eq. 2                     |  | X     |       |       |       |       |       |      |      |             |
| Eq. 3                     |  |       | X     |       |       |       |       |      |      |             |
| Eq. 4                     |  |       |       | X     |       |       |       |      |      |             |
| Eq. 5                     |  |       |       |       | X     |       |       |      |      |             |
| Eq. 6                     |  |       |       |       |       | X     |       |      |      |             |
| Eq. 7                     |  |       |       |       |       |       | X     |      |      |             |
| Eq. 8                     |  |       |       |       |       |       |       | X    |      |             |
| Eq.9                      |  |       |       |       |       |       |       |      | X    |             |
| Prom                      |  |       |       |       |       |       |       |      |      |             |

El profesor solicita a los equipos que en una hoja registren sus evaluaciones y se la hagan llegar para calculara promedios. Este resultado, es el que da a conocer a los alumnos con el fin de evitar conflictos o herir susceptibilidades. Además, el profesor también hace su propio registro, a fin de contrastar su apreciación con respecto a la emitida por los equipos

| Evaluación del profesor   |       |       |       |       |       |       |      |      |  |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|--|
| Actividad: _____          |       |       |       |       |       |       |      |      |  |
| Fecha: _____ Grupo: _____ |       |       |       |       |       |       |      |      |  |
| Eq. 1                     | Eq. 2 | Eq. 3 | Eq. 4 | Eq. 5 | Eq. 6 | Eq. 7 | Eq.8 | Eq.9 |  |
|                           |       |       |       |       |       |       |      |      |  |

Puede decirse que la evaluación anterior es una evaluación del proceso, de los equipos, que igualmente requiere una autoevaluación individual, lo mismo que una constatación del grado de aprendizaje obtenido por los alumnos. En el primer caso, el profesor diseña un instrumento que contenga las tres esferas del conocimiento,

conceptuales, procedimentales y actitudinales, que de acuerdo al tema y a los objetivos, puede hacerse si en las preguntas se emplean los siguientes verbos

| Hechos, Conceptos y Principios |             | Habilidades, Destrezas y Procedimientos |              | Actitudes, Normas y Valores |                   |
|--------------------------------|-------------|---|--------------|-----------------------------|-------------------|
| Identificar                    | Comentar    | Manejar                                 | Demostrar    | Reaccionar                  | Comportarse       |
| Analizar                       | Distinguir  | Observar                                | Recoger      | Respetar                    | Darse cuenta      |
| Señalar                        | Comparar    | Diseñar                                 | Reconstruir  | Actuar                      | Inclinarse por    |
| Inferir                        | Interpretar | Probar                                  | Presentar    | Aceptar                     | Prestar atención  |
| Resumir                        | Relacionar  | Utilizar                                | Planificar   | Obedecer                    | Interesarse por   |
| Clasificar                     | Conocer     | Elaborar                                | Experimentar | Permitir                    | Ser consciente de |
| Generalizar                    | Indicar     | Construir                               | Ejecutar     | Valorar                     | Preocuparse por   |
| Aplicar                        | Explicar    | Simular                                 | Componer     | Tolerar                     | Acceder a         |
| Describir                      | Enumerar    | Aplicar                                 |              | Apreciar                    | Conformarse con   |

En el segundo caso, se puede aplicar una evaluación individual, colectiva o representativa elegida al azar, siguiendo las mismas orientaciones anteriores, pero enfocada a la solución de problemas

## 2.4 La experimentación en el aula

Llevar dispositivos experimentales a las aulas para la realización de experimentos cualitativos o cuantitativos, representa un recurso pedagógico y metodológico, que ayudan a potenciar la formación integral del alumno en la adquisición de conocimientos, a partir de la observación y experimentación, retomándose aspectos propios del alumno como la percepción, atención, representación, reconocimiento de patrones y estructuras, memoria a corto y largo plazo y procesamiento de la información. Entre las ventajas pedagógicas de este recurso, Márquez (1996) cita las siguientes:

- Ponen de manifiesto el carácter experimental de las ciencias físicas y sus métodos, y evitan el uso excesivo del formulismo matemático.
- Ayudan a los estudiantes a la comprensión de los conceptos científicos, que son los pilares de la Física, y para su adquisición, en la medida de lo posible hay que enseñarlos significativamente mediante la experimentación.

- Ilustran el método inductivo, que permite desarrollar la imaginación e intuición del alumno que lo conduce a la deducción y formulación de hipótesis de un caso particular y concreto para llegar a la formulación de las leyes generales, e integrar de esta forma las metodologías inductivas y deductivas de la enseñanza aprendizaje de la Física.
- Ayudan a establecer conexiones entre el formalismo de la Física y los fenómenos del mundo real. En la formación antecedente del alumno, se ha privilegiado el producto (fórmula matemática) y no el proceso (razonamiento), lo cual se ve reflejado a la hora de resolver problemas de lápiz y papel, en donde el alumno siempre trata de buscar una ecuación que lo ayude a resolver el problema, en lugar de analizarlo para aplicar el razonamiento cualitativo de la metodología científica. En la enseñanza tradicional, se parte del producto para describir el proceso, para revertir esta metodología, es conveniente utilizar estrategias instruccionales de comprensión cualitativa y no de aplicación de fórmulas, para poder establecer la conexión de los fenómenos del mundo real con el formalismo científico. No es lo mismo, describir lo que acontece a nuestro alrededor a partir del formalismo, que llegar al formalismo a partir del análisis de los fenómenos naturales.
- Permiten mantener una conexión cronológica entre teoría y experimentación. En nuestra Institución, impartir teoría diariamente y el laboratorio una vez a la semana, origina una separación, a pesar de que en algunas ocasiones es el mismo profesor el que las imparte. Esta organización curricular, produce que se desfasen los contenidos y consecuentemente, los procedimientos y actitudes que se pretenden desarrollar a partir de los conceptos, percibiéndose como asignaturas separadas, cada una con sus propios objetivos. Las demostraciones en el aula y su inserción en el momento adecuado, permite su integración. Lo ideal sería que la enseñanza de la Física se diera en un laboratorio, o que cada aula fuese un laboratorio.

Como un ejemplo de lo anterior, se pueden diseñar actividades para promover un aprendizaje significativo, a partir de la experiencia de los propios alumnos y el trabajo en equipo. Un ejemplo, consiste en dejar rodar un balón sobre una mesa horizontal, observar la trayectoria que describe el cuerpo (parábola), medir la altura de la mesa y la distancia horizontal a la que cae el balón, marcado en un pliego de papel, encima del

cual se puso papel carbón. Aplicar ecuaciones de movimiento, visibles en rotafolio. Determinar el tiempo que tardó en caer, la velocidad con que salió disparado, las componentes rectangulares al momento de pegar en el piso, la magnitud y dirección de la velocidad.

Una idea previa que tienen los alumnos para esta situación problemática y difícil de erradicar, es que los cuerpos que son proyectados horizontalmente, entre mayor velocidad se le imprima menor será el tiempo que tarde en caer. Por tal motivo, se les solicita que construyan su propio conocimiento repitiendo el experimento pero que al balón le impriman mayor velocidad, que apliquen el mismo modelo matemático del caso anterior y que saquen sus propias conclusiones.

Como variantes a la actividad, se les solicita que repitan el experimento en una mesa inclinada hacia abajo y luego hacia arriba y que de igual forma, realicen sus propias conclusiones. Con este tipo de recurso pedagógico, se motiva al alumno, aprenden a hacer ciencia haciéndola, se promueven las relaciones interpersonales, se enriquece el ambiente para el aprendizaje, se genera la discusión colectiva entre el profesor y los alumnos y de estos entre sí, se propicia la comunicación de resultados científicos, etc.

## 2.5 La simulación en la enseñanza de la física

A partir de la mitad de la década de los ochentas, cuando las computadoras empiezan a aparecer en las Universidades, se empiezan a diseñar programas que demuestran algún concepto o fenómeno físico. Se ha discutido que el ser humano transforma su entorno pero termina transformándose a si mismo, en un proceso evolutivo que lo habilita para seguir transformando el entorno. De igual forma, los programas de computadora han evolucionado creándose programas cada vez más sofisticados, hasta llegar al entorno Windows, donde los programas, además de su atractivo visual, son mucho más fáciles de manejar y propician la interactividad entre el objeto de aprendizaje y el sujeto que aprende. Estos objetos de aprendizaje, gracias a Internet, se pueden encontrar en una infinidad de páginas Web, que sin necesidad de conocer como se elaboraron o como funcionan facilitan la labor docente, siempre y cuando se haga un uso adecuado y planificado.

En la actualidad, se encuentra una gran cantidad de páginas relacionadas con contenidos, videos y simulaciones de fenómenos físicos en forma de applets o pequeños programas animados e interactivos, que permiten cambiar parámetros, controlar y visualizar la evolución del sistema físico, así como analizar la situación problemática a partir de su representación gráfica. El material objeto de aprendizaje está ahí, a disposición de profesores y alumnos, y dependerá de los propósitos hacer uso de él, ya sea para complementar, documentar, reforzar o retroalimentar el proceso de enseñanza aprendizaje. Para ejemplificar lo anterior, se ha seleccionado la página Web del Departamento de Física y Astronomía de la Universidad del Estado de Georgia (figura 6), que se puede consultar en la dirección electrónica: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html>. Su elección es por la forma en que se estructuraron los objetos de aprendizaje, la estrategia para abordarlos en forma de mapas conceptuales que facilitan la navegación hacia el y otros objetos de aprendizaje; por contener situaciones problemáticas interactivas en las cuales los alumnos introducen datos que pueden variar a libre elección y donde, el mismo programa les da la solución.



Figura 6. Pagina principal de hyperphysics, con ligas a objetos de aprendizaje

Al seleccionar mecánica en el mapa conceptual de la página anterior, se despliega una nueva ventana, que contiene de igual forma otro mapa conceptual, con los principales objetos de aprendizaje de esta asignatura (figura 7).

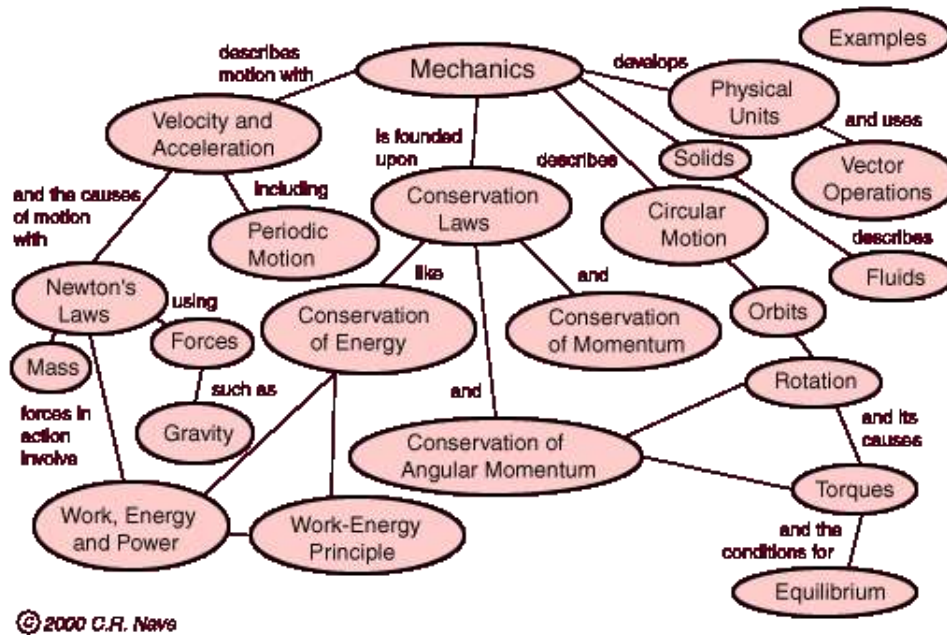


Figura 7. Mapa conceptual de mecánica, conteniendo objetos de aprendizaje

La resolución de problemas, constituye uno de los aspectos esenciales de la enseñanza de la Física, la interpretación de enunciados, la principal dificultad. Por encontrarse los alumnos inmersos en una cultura audiovisual, muchas veces alejados de los textos, el profesor debe facilitar el aprendizaje, y apoyarse en la forma de cómo aprenden, presentándoles situaciones problemáticas en forma de imágenes.

En el presente trabajo y como material de apoyo al curso, con el programa de Física Interactiva 2000, se simulan problemas de lápiz y papel, se archivan en formato de video y se colocan en página Web como recurso pedagógico. Los alumnos puedan acceder a ellos desde cualquier computadora conectada a Internet, como alternativa al proceso de enseñanza aprendizaje, sacado de su contexto y momento áulico, con el beneficio adicional de que el diseño de materiales se puede sistematizar y actualizar rápidamente.

Los problemas no están resueltos, el propósito es que el alumno analice la simulación así como la representación gráfica de la evolución del sistema. En dicha evolución, se visualiza como cambian las variables involucradas, por lo que al final de la presentación se tienen los resultados a los que debe llegar. Con esto se intenta que analice el proceso y que llegue al producto. Por citar un ejemplo, se presenta la simulación (figura 8) del problema 45 de la Sección 2-6 de Resnick, Halliday & Krane (1998), cuya redacción es:

En el instante en que un semáforo cambia a luz verde, un automóvil arranca con una aceleración constante de  $2.2 \text{ m/s}^2$ . En el mismo instante un camión, que viaja a una velocidad constante de  $9.5 \text{ m/s}$ , alcanza y pasa al automóvil.

- ¿A qué distancia del punto de arranque el automóvil alcanzaría al camión?
- ¿A qué velocidad está viajando el automóvil en ese instante?

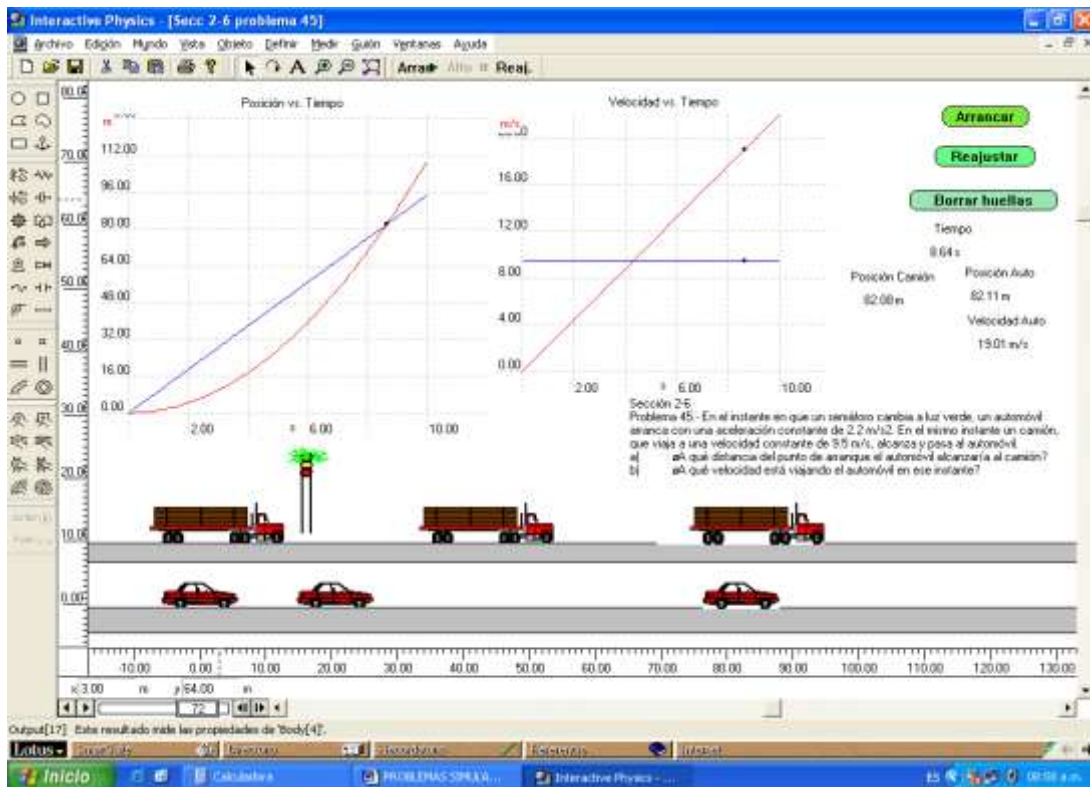


Figura 8. Simulación de problemas con Física Interactiva 2000

En la Figura 9, se presenta el mismo problema pero en reproducción Windows Media.

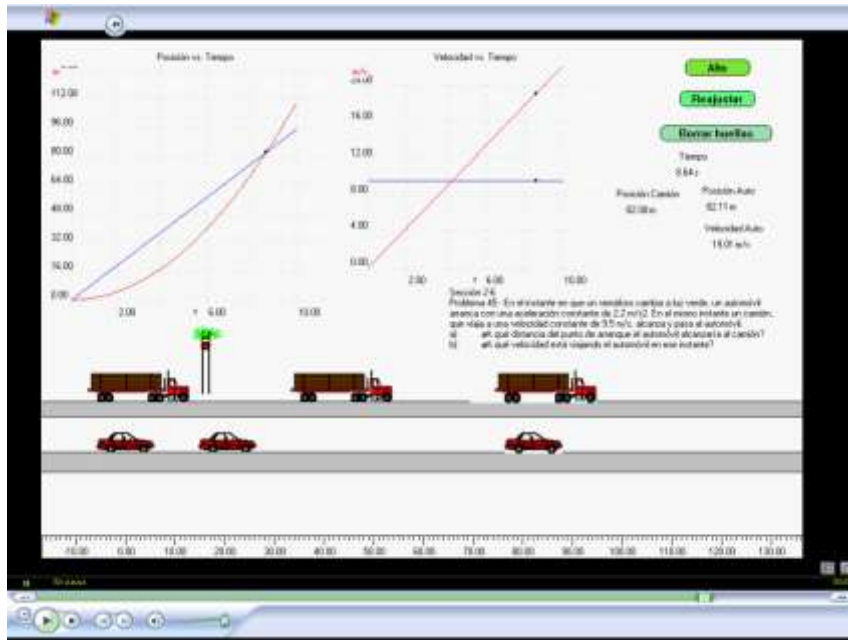


Figura 9. Reproducción de problemas simulados en Windows Media

Con el mismo programa se han diseñado prácticas virtuales de laboratorio (figura 10), que muestran los equipos que se utilizan en los laboratorios. Al igual que los problemas, también se pueden presentar en formato de video, el cual puede ser controlado por el alumno para adquirir datos en la pantalla y procesarlos con la guía correspondiente.

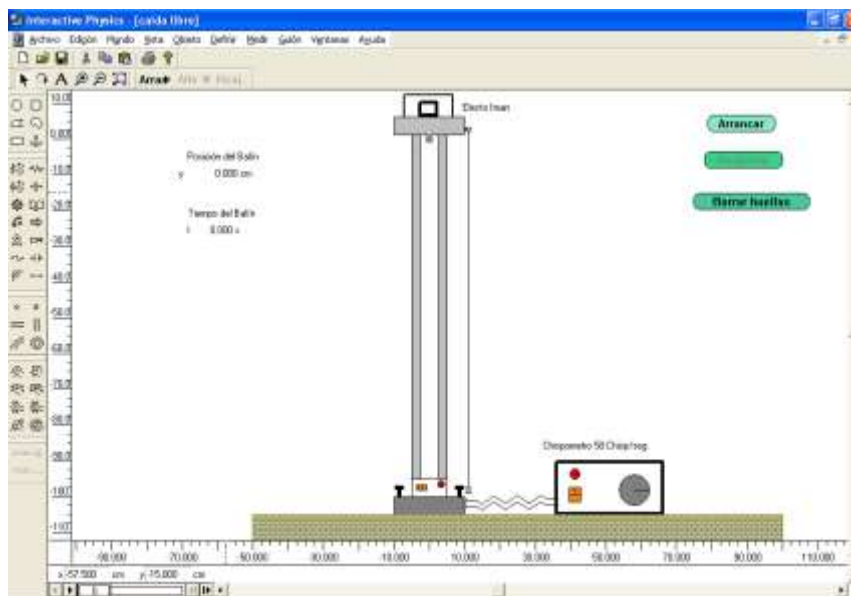


Figura 10. Simulación de práctica de laboratorio de caída libre con Física Interactiva

2000



Ambos diseños, ya sea de problemas o prácticas, se pueden presentar en el aula o en el laboratorio, adquiriendo las licencias respectivas. De esta forma, los programas adquieren la modalidad de interactivos ya que permiten variar o fijar parámetros, e incluso, plantear nuevas situaciones problemáticas y realizar sus respectivos diseños.

## 2.6 La investigación

Las tres esferas del conocimiento, se pueden lograr si se aprende a hacer ciencia, si se aprende a enfrentar a hacer cosas nuevas, la mejor forma de aprender ciencia es con la investigación. Se pueden asignar trabajos de investigación, como por ejemplo: diseñar y caracterizar un disparador de resorte para encontrar la velocidad de salida del proyectil y el intervalo estadístico de valores para los cuales es válido el resultado. Como motivación, además de su fabricación con materiales de la región, como comprobación de resultados, se solicita colocar un cuerpo (anillo) en el punto de máxima altura, de tal forma que al disparar el proyectil, pase a través de su centro. Después de enfrentar este proceso de investigación (documental, de mercado y consulta a expertos), pueden encontrarse en posibilidad de analizar y resolver toda una gama de problemas de lápiz y papel, que se encuentran en libros de texto.

Por otro lado, en relación con las dificultades que enfrentan los profesores para llevar a la práctica las intenciones educativas, se encuentra el *qué* (aprender a aprender) debe hacer el profesor y *qué* debe desarrollar el alumno. En el nuevo modelo curricular, se encuentran algunas respuestas de *cómo* llevar a la práctica esa intención educativa. Por ejemplo: propiciar en el alumno el desarrollo de habilidades de pensamiento superiores como la cognición y la metacognición. Pero a su vez, este *cómo* se convierte en una intención educativa que de igual forma requiere un *cómo*. En el modelo, se establece que para potenciar el desarrollo de habilidades de pensamiento, puede hacerse si enseñamos estrategias de aprendizaje. Parece una cadena, ya que estas estrategias también se convierten en intenciones educativas, que finalmente se traducen en: *¿cómo enseñar aprender estrategias de aprendizaje?* Una forma, es mediante la enseñanza directa en el espacio educativo: “Estrategias para Aprender a Aprender”, del eje de formación común, donde se especifica claramente, *el dominio de*

*dichas estrategias se llevará a cabo a través de su conocimiento, comprensión y constante aplicación* (Unison, 2003c). Sin embargo, en el documento se hace la aclaración de que: *se parte de considerar que no es posible que en estos espacios, por sí solos, el alumno alcance en su formación los valores, las actitudes, los conocimientos y las habilidades planteados*. Queda implícito que la intención educativa se traslade a asignaturas posteriores, para reforzar las estrategias generales que se abordaron en este espacio educativo. Surge nuevamente la pregunta para estos profesores de: *¿cómo hacerlo?* Éste, es el principal problema del proceso de enseñanza aprendizaje, *los cómo*. ¿Cómo puede un profesor de Física cumplir en la práctica una intención educativa para que el alumno aprenda a aprender?

El problema, parece complicado, sin embargo, el profesor puede recurrir a la investigación como estrategia didáctica para cumplir la intención educativa. La tarea, no es fácil, pero tampoco imposible. Se ha insistido, que por parte del profesor, se requiere una nueva actitud y conocimientos que trascienden su asignatura, e inclusive, su área. Debe ser capaz de diseñar actividades de aprendizaje, para que el proceso adquiera características de ser centrado en:

- el alumno,
- el aprendizaje,
- la construcción del conocimiento,
- la cognición,
- el proceso,
- principios de procedimiento,
- su significatividad,
- su explicitación,
- su planeación,
- su investigación.

Con lo cuál, nuevamente surge el *cómo*. Esta interrogante se explicitará mediante el siguiente ejemplo, que por su pertinencia no se sintetiza.

Se diseña una actividad de investigación multidisciplinar (física, química, biología, ecología, derecho, economía, etc.), que se genera en el ámbito social y natural, en la cual el alumno tiene que aplicar estrategias de aprendizaje basado en problemas (ABP), la técnica heurística de la uve de Gowin, el uso de mapas conceptuales, la técnica de lectura, etcétera. Entre los objetivos se encuentran que el alumno:

- Tome conciencia de los problemas que se generan en el ámbito social y natural, cuando una industria devuelve al medio ambiente un producto no tratado.
- Proponga alternativas de solución a un problema generado por el uso industrial del agua.
- Aplique las propiedades térmicas de la materia en la solución de problemas concretos de la vida real.
- Fortalezca habilidades, valores y actitudes.
- Estimule su percepción que le permita encontrar las relaciones entre la teoría y la práctica.

Con la formulación de estos objetivos, se pretende estimular las diferentes capacidades de los alumnos, agrupados en equipos de trabajo que se forman al azar. Se promueve el trabajo colaborativo para la solución de un problema, en donde las capacidades de cada integrante, se complementen con las habilidades de otros para dar soluciones prácticas a situaciones problema. Para ello, el problema se divide en dos partes.

En la primera, se pretende que en los procesos de solución de situaciones en conflicto, hagan una conexión entre teoría y práctica; centrar la atención en el hecho de que todos pueden participar en la solución de problemas, independientemente de las habilidades y capacidades de cada uno de los colaboradores.

En la segunda parte, se les proporciona una guía que se elaboró con anticipación, para que cada alumno construya su propio aprendizaje. No se pretende que el alumno se haga de mucha información, sólo de la necesaria para salvar los obstáculos que la vida le plantea, y estimular sus habilidades en la solución de problemas. Con lo anterior, se hace consciente al estudiante de lo que puede ser capaz de hacer con la investigación, dedicación y reflexión tanto individual como colectiva, sobre la solución de un problema

en particular. Con discusión colectiva, se cultiva su autoestima, se resaltan diferentes estilos de aprendizaje, todos aprendan de todos y se hace conciencia de la escucha y participación asertiva.

Como recurso metodológico, en la primera parte del trabajo se lleva a cabo la siguiente secuencia:

- Se plantea el siguiente problema:  
Muchos procesos industriales de gran importancia social requieren de temperaturas elevadas para poder efectuarse. En la mayoría de los casos, es necesario que los materiales obtenidos se enfríen hasta la temperatura ambiente; para lograr esto, las industrias utilizan el agua de un río, lago, mar, pozo o presa. Si una vez que el agua cumple con la función de enfriar los materiales y se regresa a su fuente original, pero a una temperatura superior a la del medio ambiente, ¿qué efecto produce este hecho en el medio ambiente?
- Se intercambian ideas a fin de cerciorarse que el problema se entiende con toda claridad y en toda su magnitud.
- Se forman equipos al azar.
- Se entrega la guía de trabajo y formato de la UVE de Gowin,
- Se muestra un ejemplo sencillo que ilustre el trabajo a desarrollar.
- Los alumnos harán el trabajo de investigación y registrarán sus resultados en el formato de la UVE de Gowin.
- Se comentarán los resultados obtenidos de cada uno de los equipos con el fin de dar paso a la primera discusión grupal de cada uno de los equipos.
- De la discusión, los equipos reconsideran sus investigaciones por si omitieron algún análisis en su trabajo.
- Se elaboran conclusiones grupales.

No es difícil que los alumnos lleguen a la conclusión de que es necesario enfriar el agua antes de regresarla a su fuente original. Con ello, se genera el problema a solucionar en la segunda fase.

¿Qué es necesario hacer a fin de enfriar el agua usada por la industria antes de regresarla al río, mar, lago, pozo o presa?

En este problema se utiliza la estrategia de ABP, bajo la siguiente secuencia de actividades:

- De inicio se recomienda una serie de lecturas que puede consultar en Internet, que se refieren a: *Los efectos del “niño” en la flora y fauna*.
- Los equipos analiza la información presentada y hacen preguntas en relación a posibles dudas sobre aspectos del problema que hayan quedado poco claras en su enunciado.
- El profesor presenta un mapa conceptual de la situación problema y hace entrega de una guía de preguntas que orientan el trabajo.
- Los integrantes de los equipos investigan, comentan, reflexionan y escriben su propuesta de solución al problema.
- Cada equipo realiza un modelo de enfriamiento de agua y diseña un problema de aplicación.
- Las propuestas de solución de cada equipo, se ponen a consideración del grupo.
- Se establece consenso grupal en el salón de clases.

Este tipo de estrategias, requiere una nueva forma de organización en el salón de clases al conformarse equipos de trabajo colaborativo. Es recomendable, el uso de mesas de trabajo colocadas de tal manera que todos los integrantes puedan verse, a efecto de mejorar la participación de cada uno de ellos; con espacios apropiados para el tránsito del profesor en el aula, quién supervisará el trabajo de los equipos.

Indudablemente, este tipo de proceso de enseñanza aprendizaje, requiere de tiempo suficiente para que los equipos preparen y presenten su material, por lo que deben considerarse tanto el tiempo de clase como el de extraclase. Para la primera fase se proponen tres días, y para la segunda cinco.

Como ejemplo práctico de aplicación, se muestra un producto de la primera fase (figura 11), sin soslayar la posibilidad que al final, el grupo realice uno mejor.

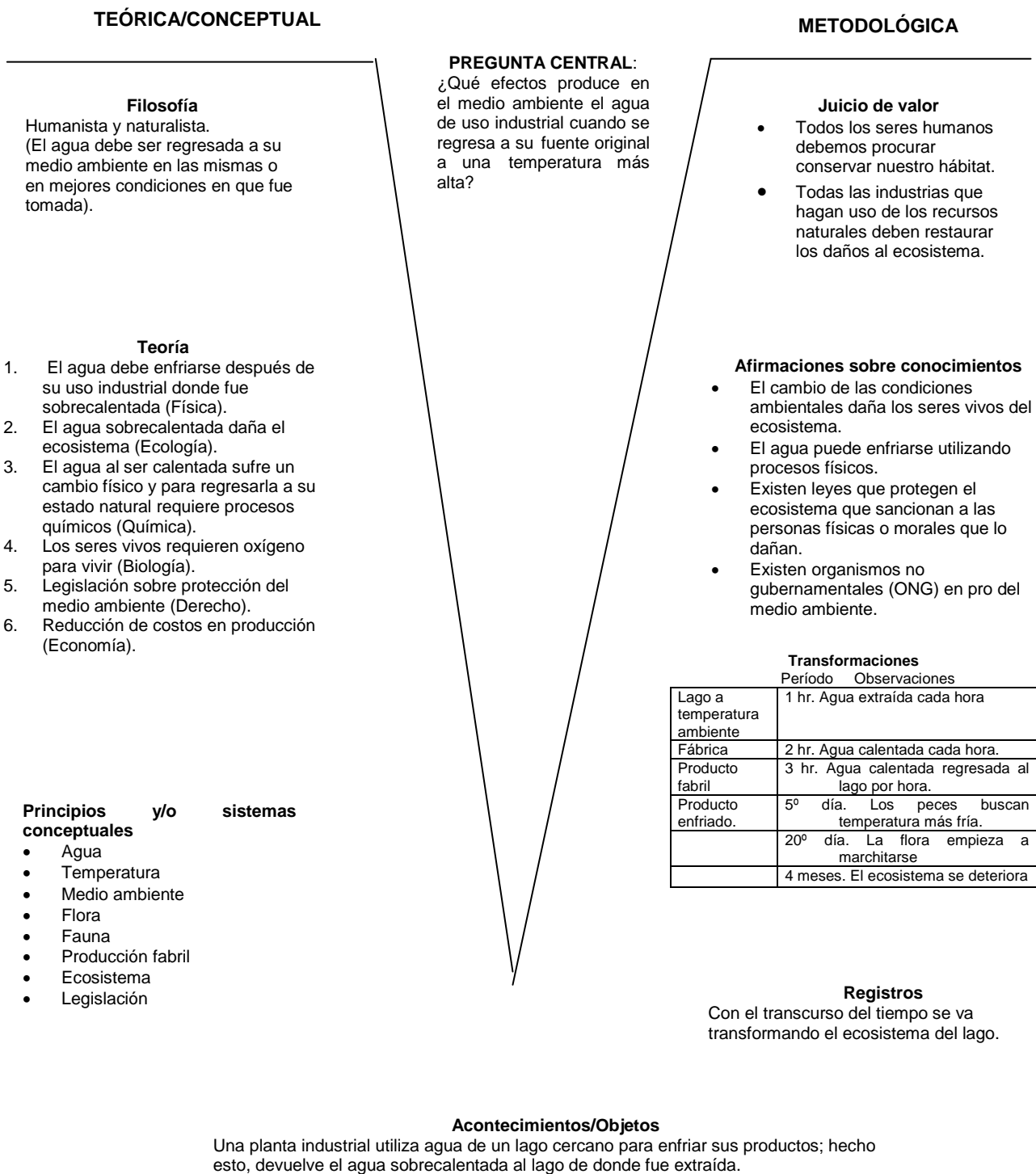


Figura 9. Uve de Gowin como estrategia de aprendizaje.

Toda vez que se llegue a un consenso grupal en relación al problema estudiado, se centra la discusión sobre el problema de enfriar el agua antes de regresarla al lugar de donde fue tomada. Con esto, se pasa a la segunda fase, donde se presenta un mapa conceptual (figura 12) que ubique los conocimientos previos y básicos para intentar la solución del problema.

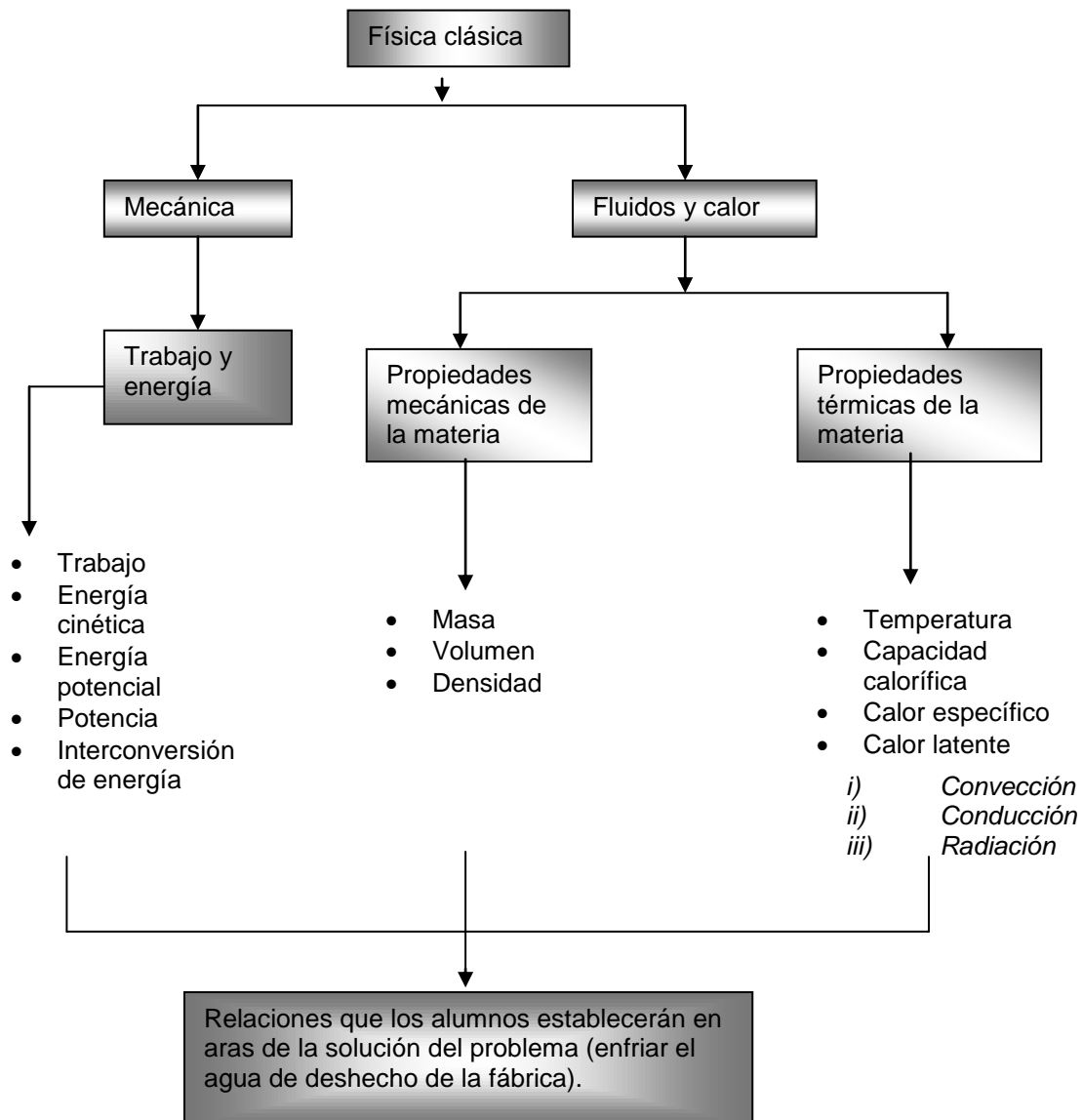


Figura 12. Mapa conceptual como estrategia de aprendizaje

Después de la presentación y discusión, se abre una sesión de preguntas y respuestas para que manifiesten dudas sobre la comprensión del problema. Posteriormente, se procede a informar sobre la tarea a desarrollar de investigación bibliográfica, visita a

empresas y consulta a expertos sobre el tema. Además se hace entrega de bibliografía o se les recomienda una serie de palabras para consultar en algún buscador de Internet. Por último, se entrega a cada equipo una guía que oriente el trabajo de los participantes. Se sugiere la siguiente.

1. Después de haber estudiado las tres formas de transferencia de calor, ¿cuál consideran la más práctica para la solución del problema?
2. ¿Es ésta la de más bajo costo?
3. ¿Es rápida?
4. ¿Es eficiente?
5. ¿Qué tipo de obstáculos se les presentarán para llevarla a la práctica?
6. ¿Pueden construir un modelo a escala del sistema de enfriamiento?
7. ¿Pueden dar un ejemplo de una situación similar en tu entorno y su respectiva solución?
8. Diseñen un problema de aplicación de su método, en donde dada cierta masa  $m$  de agua a temperatura  $T_i$  debe ser reducida hasta una temperatura  $T_f$  en un tiempo  $t$ .

Para ser consecuentes con el proceso, toda actividad debe ser evaluada, tanto por el profesor como por los mismos alumnos. Algunos criterios, pueden ser los que se muestran en la tabla 3.

| Tabla 3. Criterios para evaluar la actividad de investigación                        |       |        |      |
|--|-------|--------|------|
| CRITERIOS DE EVALUACIÓN  | Valor | Alumno | Guía |
| Conocimiento e interpretación del problema por parte del equipo.                     | 5 %   |        |      |
| Trabajo de investigación y documentación.  | 10 %  |        |      |
| Cohesión del equipo en el proceso de solución del problema.                          | 10 %  |        |      |
| Uso de la estrategia de UVE de Gowin en la primera fase de la solución del problema. | 20 %  |        |      |
| Presentación del modelo de enfriamiento de agua.                                     | 30 %  |        |      |
| Diseño de un problema de aplicación.   | 15 %  |        |      |
| Desempeño en la exposición de la propuesta del equipo al grupo.                      | 10 %  |        |      |
| Totales  | 100 % |        |      |
| Calificación Final   |       |        |      |

Lo anterior es una aproximación al cumplimiento de una intención educativa. Mediante la retroalimentación, se puede acercar cada vez más a la meta e incorporar aprendizajes del alumno, su opinión y contratiempos.



## 2.7 Cursos de física en Internet

La propuesta que a continuación se presenta de diseño de un curso en modalidad presencial y en línea, es únicamente el inicio de un proceso cuya característica principales es ser dinámico, en continuo desarrollo y susceptible de cambios para alcanzar cada vez mejores niveles de calidad.

Se inicia con el diseño de la página principal (figura 13) con Front Page.

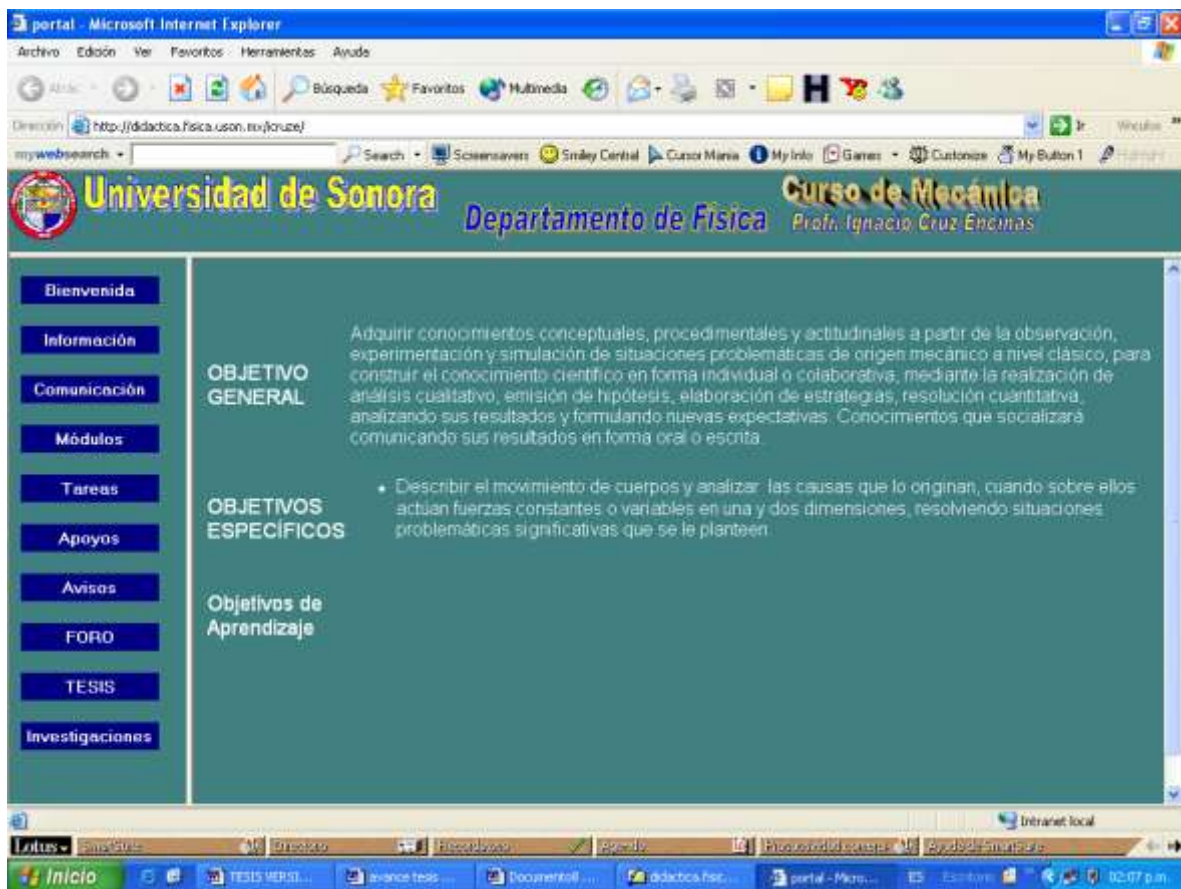


Figura 13. Página inicial del curso en línea de la asignatura de mecánica.

Esta página, consta de tres marcos: titular (superior), contenido (izquierda) y principal (derecha). Los dos primeros se encuentran siempre visibles, en tanto que en el tercero se despliega la información seleccionada. Así, en el marco de contenidos se presentan las secciones principales de la página, conteniendo los siguientes elementos.

**Bienvenida.** Cuya función es motivar y recibir al alumno, que aprecien el valor de la educación, además de concienciarlo de la problemática que encaran los sistemas educativos y el principal problema que enfrentarán al inicio de sus estudios superiores. Para estos últimos propósitos, en esta sección (figura 14), se les asigna su primera actividad de investigación.



Figura 14. Pantalla de Bienvenida.

**Información.** En esta sección se presenta información de carácter general como el programa oficial del curso, su acreditación y bibliografía.

**Comunicación.** En la propuesta, la comunicación es el principal mediador para el aprendizaje colaborativo y el establecimiento de las relaciones interpersonales entre los diferentes actores del proceso. En función de ello, en esta sección se proporcionan los datos para establecer el contacto a través de la red.

**Módulos.** Al seleccionar esta sección, se da acceso a los contenidos modulares del curso, desplegándose la siguiente pantalla en la página principal (figura 15).

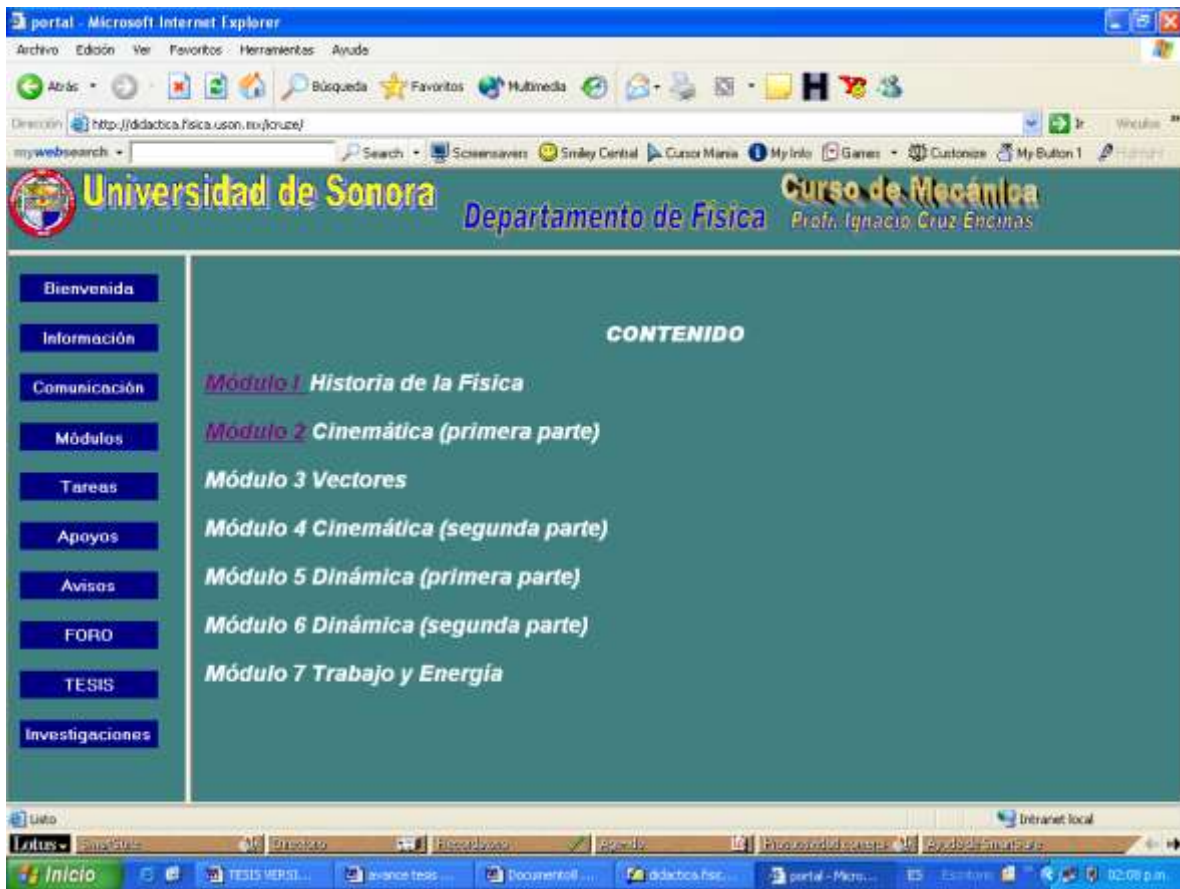


Figura 15. Pantalla de acceso a los módulos.

La cual a su vez, contiene ligas a cada uno de los módulos del curso. Así por ejemplo, al seleccionar el Módulo 2, en la pantalla principal aparece un cuarto marco (figura 16), que muestra: los temas correspondientes al módulo. A su vez, contiene: ligas a los contenidos conceptuales; ligas a las guías de prácticas de laboratorio que se desarrollarán en este módulo, ya sea en modalidad presencial (experimentación) o virtual (simulación); videos de simulación de problemas; actividades que se desarrollarán para construir el marco teórico o para reforzarlo. Finalmente, se presenta la liga a los apoyos necesarios para cumplir con los objetivos del módulo.

Para aprovechar al máximo el aspecto visual, en cualquiera de las opciones que se seleccione desaparece el cuarto marco, pudiendo regresar nuevamente a él a través del

icono de retorno de la barra principal del navegador. Para no interrumpir la secuencia en la lectura, se ha agregado al final del documento un retorno que guía a este cuarto marco, así como uno de avance a la siguiente lectura del módulo.

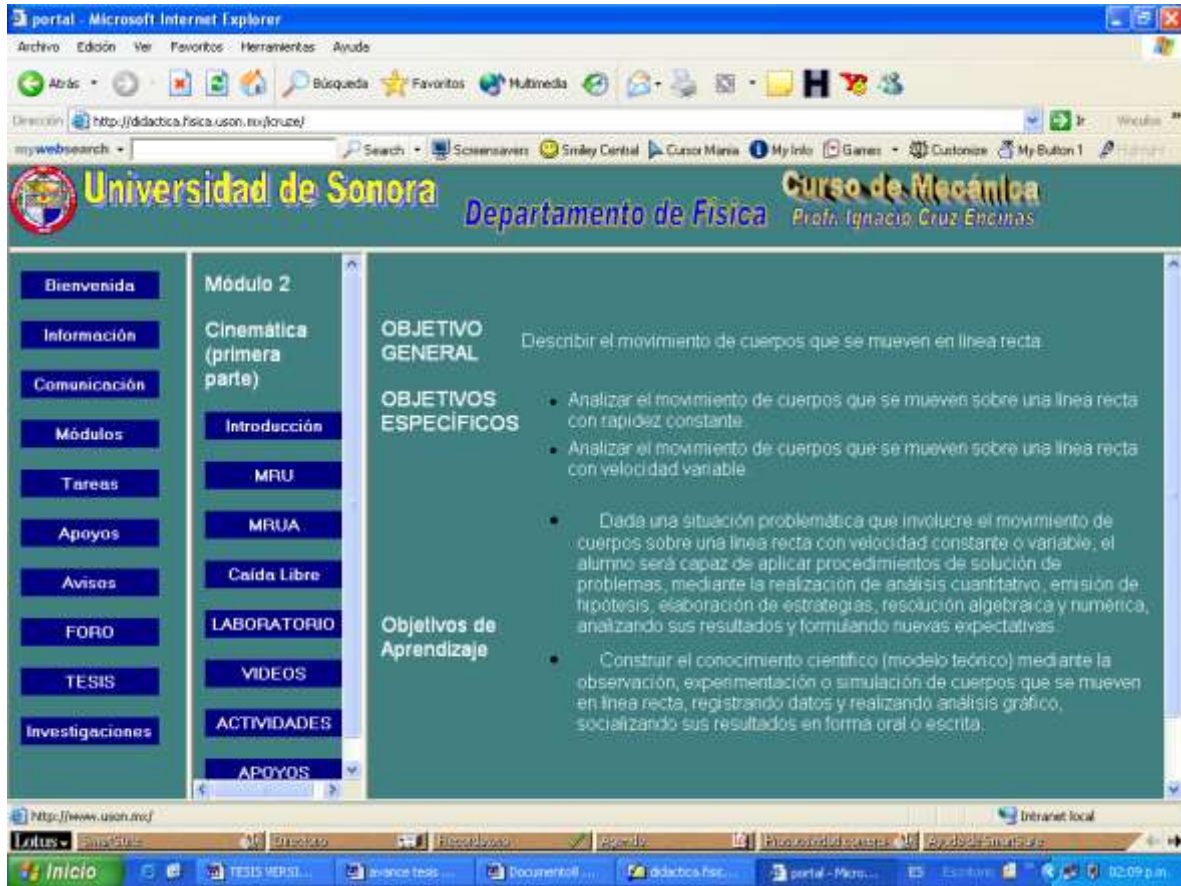


Figura 16. Acceso al contenido del módulo 2

**Tareas.** En la página de inicio de esta sección, aparecerán los nombres de los alumnos en forma individual y agrupados por equipos, con hipervínculos a sus respectivos portafolios digitales, que se exhibirán permanentemente y en el que se incorporarán las actividades que se asignen.

**Apoysos.** En esta sección se incorpora una selección de recursos de Internet y del mismo profesor, que se estimen pueden ayudar al cumplimiento de los objetivos del curso. Estos recursos, también pueden ser consultados desde cualquier módulo mediante hipervínculos.

**Avisos.** Esta sección se dedica para comunicar a los alumnos las actualizaciones del programa del curso, la asignación de tareas o avisos de ocasión.

**Foro.** Este es otro de los aspectos relevantes de la comunicación (figura 17). Es el espacio virtual a través del cual se propicia la comunicación sincrónica y asincrónica. Para la primera de ellas, se establecen horarios de mutuo acuerdo, de tal forma que participen la mayoría de los involucrados en el proceso. Al foro también se puede ingresar a través de la página principal de la Universidad.



Figura 17. Foro de discusión y asesorías virtuales del curso

## 2.8 Laboratorio de Física.

El hombre, siempre ha intentado controlar las fuerzas de la naturaleza para su propio beneficio. En algunos casos lo ha hecho, pero la naturaleza tiende a su estado natural y restaura su equilibrio. Es más sabia que el hombre que no se ha podido controlar a sí mismo, produciendo muerte y destrucción en sí mismo y en el medio ambiente. Se tiene que aprender de la sabiduría de la naturaleza si queremos aprender de ella. Conocerla, construir nuestro propio conocimiento, observar detenidamente cada uno de sus

elementos en forma cualitativa, buscar sus relaciones, formular preguntas, hacer inferencias y buscar respuestas. En síntesis, tenemos que realizar operaciones mentales de razonamiento y abstracción para obtener información.

Posterior a la observación, viene la experimentación o reproducción a nivel laboratorio, donde se pueden fijar, cambiar o controlar variables, formular hipótesis y comprobarlas mediante el análisis cuantitativo y manejo estadístico de datos, para lo cual, se deben desarrollar habilidades manuales y de pensamiento para seleccionar lo más adecuado a los objetivos, recurrir a procedimientos científicos, al diseño del experimento, a la evaluación de los resultados y a la coherencia del reporte final.

Ambos métodos, la observación y experimentación, puede decirse que es el reencuentro del hombre con la naturaleza y con la naturaleza científica del conocimiento que emana de ella, de sus procedimientos.

Tradicionalmente, el curso de Laboratorio se toma como algo complementario a la teoría, en donde el alumno intenta comprobar la veracidad de una ley. Intenta, por que en la realidad con los equipos y materiales de un laboratorio tradicional, dista mucho el acercamiento a la realidad, queda la inquietud de haber o no cumplido satisfactoriamente con los objetivos y fomenta el desinterés por la experimentación. Los objetivos orientados al producto final impiden la motivación, ya que el alumno busca afanosamente llegar a ese producto, sin meditar en el proceso. Con ello, se desperdicia una valiosa oportunidad: obtener resultados del proceso de experimentación, más valiosos que el resultado mismo del experimento. Se puede inquirir sobre el resultado, analizar las posibles fuentes de error, buscar estrategias para minimizarlas, realizar metacognición de su saber y hacer. Se ha desaprovechado la oportunidad que nos brindan esos resultados para reforzar su ser, la confianza en sí mismo en la toma de decisiones.

La experimentación y el trabajo en el laboratorio se prestan a la redacción de objetivos como principios de procedimiento. No enunciar objetivos conductuales que de antemano indican el producto final. Tales como: *encontrar el valor de la aceleración de*

*la gravedad, sino por lo contrario: analizar, caracterizar y sacar conclusiones de cuerpos en caída.*

Es más fructífero el trabajo en el laboratorio cuando las prácticas se planean en forma de problemas. Cuando se toman decisiones de cómo elaborar el experimento, de que altura se suelta, que instrumentos se van a utilizar y con que resolución, que procedimientos, pasos o secuencias se tienen que seguir, que investigar, documentar o conocer. Los objetivos de proceso brindan mayor importancia al aprendizaje del alumno, a su verdad y limitaciones, a lo que hace para llegar a un resultado “correcto”.

Se deben dejar atrás los objetivos de producto donde el maestro expone una receta para llegar al producto final. Hay que asumir un rol de guía y mediador entre sujeto y objeto de conocimiento. Enunciar objetivos que potencien la iniciativa, ingenio y creatividad. Metas que deben ser primordiales al igual que el desarrollo de destrezas y habilidades.

Además de centrar la atención en el proceso experimental, alejarnos cada vez más del marco tradicional e intentar que el alumno construya su propio conocimiento a partir de la observación cualitativa y experimentación cuantitativa de algún fenómeno natural, cotidiano y significativo. Acercarlo a formular el conocimiento científico. Es decir, invertir el proceso tradicional de enseñanza-aprendizaje en el cuál primero se analiza la teoría y después la experimentación. En la organización tradicional, se encuentra implícito -y así lo aprenden los alumnos-, que primero es la teoría y luego la práctica, supeditándose la observación y experimentación al formulismo teórico, cuando en realidad, el conocimiento se construyó a partir de estos métodos. Esta forma de organización irracional, refuerza en los alumnos que el objetivo del laboratorio es exclusivamente para comprobar la teoría, no para construirla. Se ha llegado a extremos donde se suspenden las sesiones experimentales por no haber cubierto la teoría correspondiente.

Con enunciados de objetivos de proceso, las prácticas de laboratorio pueden realizarse de acuerdo a las condiciones que la misma naturaleza proporciona. Incentiva para lograr su mejor comprensión, brinda la oportunidad de desarrollar el ingenio y la creatividad, instrumentar y diseñar el equipo de acuerdo a los recursos particulares de

la región. No debe de olvidarse que la abundancia puede ser la madre del ocio y los vicios, en tanto que la necesidad, lo es del ingenio y creatividad.

### **3. Modelo estratégico de la propuesta de innovación.**

De acuerdo al marco teórico de las innovaciones, una estrategia auténticamente general ha de encarar la situación problemática desde las perspectivas tecnológica, política y cultural. Con la primera es posible centrar la atención en el desarrollo de la innovación y su empleo adecuado en el lugar donde se instrumentará, con el foco de atención en la eficacia y en las habilidades para implementarla. Con la segunda, se atiende la conciliación de intereses individuales y colectivos, se anticipan las posibles fuentes de resistencia, sin olvidar que el éxito depende del grado de motivación que entre los individuos se haga. En ese sentido, es conveniente recordar que el fracaso de las innovaciones tiene su explicación en la falta de control de los elementos restrictores y si hay que cambiar algo, alguien tiene que cambiar primero. El profesor es el principal agente de la innovación y también el principal restrictor. Es en él en quien deben centrarse los esfuerzos para lograr el cambio deseado. Esto nos lleva a la tercera perspectiva, la cultural, en la que se toman en cuenta los valores, idiosincrasia, ignorancia, inseguridad y dogmatismo de los profesores, por lo que en la fase inicial, se consideran elementos referidos a: la pertinencia (factibilidad), la disponibilidad (capacidad), los recursos (disponibilidad) y la congruencia de la innovación con respecto a la cultura del propio centro de trabajo.

Con lo anterior, se hace hincapié que tanto la estrategia, los modelos y las perspectivas son desde la vertiente integradora, que considera todas las dimensiones posibles, la sustantiva o constitutiva, situacional o contextual, sociopolítica, tecnológica o instrumental y evaluadora, así como la pertinencia y oportuna atención a las fases que componen todo proyecto innovador Contexto previo; Diseño inicial; Diseminación / Adopción / implementación; Resultados; Institucionalización y Difusión.

Por ello, se tomará en consideración que toda intervención de la realidad educativa destinada a eliminar o reducir la resistencia al cambio debe tener en consideración tres aspectos básicos: la colaboración, la acción conjunta y el contexto de autonomía.



Aspectos que si se toman en consideración, garantizan la implicación de los posibles afectados.

Entre los modelos del proceso innovador, los que subsumen este último planteamiento son el modelo de solución de problemas y el de interacción social, modelos que han evidenciado menores resistencias al cambio en las fases de planeación, desarrollo y evaluación, debido al nivel de protagonismo de los participantes y el contexto de implementación.

Se atiende el hecho de que una estrategia es un procedimiento (o conjunto de procedimientos) adaptativo/s por el que organizamos secuencialmente la acción/es en orden a conseguir los cambios previstos. También se atiende que una estrategia es una forma de proceder flexible y adaptativa, en la que partimos de las variables contextuales y alteramos el proceso según se modifiquen dichas variables. En ese sentido, se inicia con el conocimiento de las variables contextuales del Departamento de Física (profesores, alumnos, programas de estudio), ya que éste es la fuente del cambio y específicamente se centra la atención en el profesor, no como ejecutor, sino como mediador y usuario a través de quién se espera haga llegar la innovación al usuario final: el alumno.

#### **4. Avance de la innovación en la perspectiva integradora.**

Con la consideración de que una *estrategia es una forma de proceder flexible y adaptativa, que nos permite avanzar y retroceder para alterar, retroalimentar y modificar el proceso según se den las condiciones*, en nuestro caso, el proceso de innovación ha seguido ese camino. Las acciones y actividades que se han realizado en cada una de las dimensiones, no siguen un orden cronológico, en el ánimo de enmarcarlas en donde corresponden.

Este proceso, concebido hace cinco años, ha tenido esa característica por la situación biográfica personal del autor de esta propuesta, que día a día se ha enriquecido y transformado con nuevos aprendizajes, sobre todo, a partir de la incursión en la Maestría en Innovación Educativa. Algunos avances son:

### Perspectiva Cultural.

Desde esta perspectiva en su dimensión biográfica o personal, la primera fase o diagnóstica, se encuentra relacionada con la penúltima fase: la difusión. Su conexión consiste en difundir entre el conjunto de profesores los resultados que se obtuvieron. En la difusión, se encuentra implícita una de las principales estrategias de los procesos de innovación: el sensibilizar, a la vez que se les hace conscientes de la necesidad de realizar cambios e innovaciones en la práctica educativa. La diseminación se realizó en los espacios con los que cuenta el Departamento: foros, seminarios y conferencias. De esta forma, se atiende la dimensión cultural para involucrar a la mayor parte del profesorado; atraer su interés y atención, y se le estimula a participar en alguna de las fases de la propuesta.

En este contexto, una actividad que se desarrolló fue impartir una conferencia sobre las tendencias educativas. Entre otros, los temas que se abordaron, fueron sobre estadísticas nacionales, nuevas fuentes de financiamiento, uso de las NTIC aplicadas a la educación y principalmente, las tendencias en educación relacionadas con las NTIC referentes a los cursos en línea, la educación a distancia y la interactividad como recurso pedagógico. Se ejemplificó con proyectos innovadores como Descartes y Newton, que se desarrollan en España.

Se socializaron los resultados de:

- i) Un estudio diagnóstico que caracterizó al conjunto de profesores del Departamento de Física que prestan sus servicios en el Área de Servicios, y que por cuestiones de espacio no se incluye en el presente trabajo, pero que se incorpora como material de consulta en la sección de investigaciones, de la propuesta de curso en línea (<http://didactica.fisica.uson.mx/icruze/>). Con el instrumento, se recabó la opinión de los profesores sobre los problemas más importantes de la enseñanza de la Física, teniendo como finalidad
  - a. Identificar las áreas de oportunidad, mediante las cuales podamos reforzar o adquirir conocimientos, habilidades o destrezas relativas al proceso de

enseñanza aprendizaje, ya sea a través de diplomados, cursos, talleres o seminarios.

- b. Caracterizar e identificar la problemática de los alumnos del Área de Servicios del Departamento de Física

Para su caracterización, se tuvieron en cuenta datos personales como edad, sexo, antigüedad, formación previa (disciplinar, pedagógica y didáctica), experiencia como experto en la materia, sus concepciones sobre el proceso de enseñanza aprendizaje así como las preconcepciones que tenga de los alumnos que ingresan a la Universidad. En el cuestionario, también se incluyeron preguntas orientadas a detectar las áreas de oportunidad.

La diseminación de resultados entre la planta docente fue con el propósito de que reflexionen sobre su práctica docente y a la vez, estrategia para concienciar la necesidad del cambio a través de la superación personal y profesional, así como la incursión en áreas aún inexploradas por ellos y que se desprendieron del estudio como son las teorías, corrientes y estrategias de aprendizaje. Aunque en la propuesta se tenían programados cursos, los resultados de la encuesta arrojaron especificidades de los mismos, lo que hace replantearlos en torno al constructivismo, con invitación de expertos en modelos y estrategias de solución de problemas, la cátedra investigativa, elaboración de mapas conceptuales, la uve de Gowin, etc., o en su defecto, realizar una serie de antologías y ponerlas a disposición de los profesores para su consulta, ya sea en medios tradicionales o electrónicos.

- ii) Seguimiento individualizado del desempeño académico en asignaturas de Física de las generaciones que ingresaron en el semestre 1999-2 en las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería Química.
- iii) Estadísticas generales de los cursos de Física Clásica que se han impartido en diez carreras, agrupadas en tres Divisiones, en el período comprendido del semestre 1999-2 al 2003-2.

- iv) Estadísticas globales de las trayectorias académicas de los profesores participantes en el Área de Servicios del Departamento de Física en el período comprendido del semestre 1999-2 al 2002-1.
- v) Estadísticas individuales de las trayectorias académicas de cada profesor que impartió cursos en el Área de Servicios en el periodo comprendido del semestre 1999-2 al 2002-1

En esta misma dimensión y para que verdaderamente hagan suya la propuesta de innovación, se impartieron una serie de cursos–talleres que se relacionan con la enseñanza experimental en los laboratorios como son: revisión de prácticas, actualización y adquisición de equipo automatizado de datos. Los cursos que se han impartido son:

- vi) Curso taller de prácticas del laboratorio de Mecánica I.
- vii) Curso taller en el uso y manejo del programa de Física Interactiva 2000.
- viii) Curso taller del nuevo manual de prácticas de laboratorio de mecánica I.
- ix) Curso taller de uso y manejo de equipo para la adquisición automatizada de datos, impartido por un especialista de la compañía proveedora del equipo.

Con respecto a la situación biográfica, ante las insuficiencias que presentan los alumnos de nuevo ingreso en el aspecto lingüístico e interpretación simbólica y operacional, se han impartido:

- x) Talleres extracurriculares de formación integral a partir de contenidos conceptuales de Física. Se iniciaron en el semestre 2002-2 con alumnos de primer ingreso en la asignatura de Mecánica. Los talleres tienen por objetivo complementar el Programa Institucional de Tutorías, creando espacios académicos que fomenten el desarrollo intelectual de los alumnos a partir de la enseñanza aprendizaje de la Física. En ellos se estimulan sus habilidades de *lectura, comprensión, interpretación, planteamiento y resolución de problemas* que le permitan adquirir contenidos procedimentales y actitudinales. A solicitud explícita de los alumnos que manifestaron una actitud positiva

para el aprendizaje de la Física y motivados por los resultados obtenidos, se abrieron dos nuevos espacios educativos para incluir las otras dos asignaturas de Física Clásica. Otro ejemplo del cambio de actitud, motivación y disposición al aprendizaje de la Física, es el hecho de que los talleres se imparten durante los fines de semana e inclusive, ante la demanda del servicio, en días no laborables.

### Perspectiva Sociopolítica

- xi) Con los cursos de formación de profesores en NTIC y la apertura de nuevos espacios como los talleres para alumno, se ha implicado a más personal académico en torno a la innovación para que ayuden en su desarrollo. De igual forma, se ha atendido la gestión de recursos económicos en la perspectiva sociopolítica, los cuales se han hecho mediante elaboración de proyectos en dos ámbitos. Uno interno a la Institución para programas de formación y superación académica, en la que se ha involucrado a directivos, autoridades universitarias, gremio sindical de profesores e inclusive a empresas proveedoras de equipo para el patrocinio de dichos eventos. El otro, está relacionado con proyectos de infraestructura, equipamiento y diseño de materiales, que requieren una fuerte inversión en lo relacionado a las NTIC y modernización de espacios educativos (Anexo 6). En este contexto, se ha recurrido a las fuentes de financiamiento externo proveniente del Gobierno Federal, en el marco del Fondo de Modernización de la Educación Superior (FOMES) y del Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI).
- xii) Con respecto a negociar con los profesores, hacerlos partícipes de la innovación, del nuevo modelo curricular, persuadirlos de que diseñen nuevos materiales y sobre todo de que hagan suya la innovación, se han registrado y aprobado cinco proyectos en la instancia académica conducente. Uno de investigación educativa y cuatro de investigación docente. Se ha involucrado en ellos a cinco profesores y mediante la socialización se espera la incorporen de otros.
- xiii) Para apoyar a los estudiantes, se abrió un espacio educativo virtual en forma de foro de asesorías y discusión de Mecánica, con entrada en la página principal de la

Universidad de Sonora y con liga al servidor donde se hospeda. Siendo este:  
<http://empalme.uson.mx:8080/%7Emecanica>

- xiv) Se participó en forma personal en diferentes actividades de formación y superación, como ejemplo cito el curso taller para la elaboración de cursos en al modalidad de educación a distancia, donde se inició la elaboración de un curso en línea <http://www.educadis.uson.mx/maquina6/cruz/>, que sirvió de base para el desarrollo posterior de la propuesta que se encuentra hospedada en <http://tochtli.fisica.uson.mx/cruz/> y en <http://didactica.fisica.uson.mx/icruze/>, en donde se incorporarán los avances y mejoras de la propuesta.

### *Perspectiva Tecnológica*

En esta dimensión, también se ha avanzado. Con recursos federales:

1. Se adquirió software (Interactive Physics 2000), consiste en un paquete de materiales de computación que permite tanto a profesores como estudiantes simular diversas situaciones físicas.
2. Se modernizaron los laboratorios de Física Clásica, creando un ambiente de trabajo propicio, cómodo y agradable para el trabajo en equipo.
3. Se adquirieron equipos demostrativos para llevar al aula de clase, los cuales están a la disposición de los profesores en la Sala Didáctica, en donde se encuentra una página Web (<http://didactica.fisica.uson.mx/>) con liga al equipo que se dispone para las demostraciones en el salón de clases.
4. Se adquirieron equipos y materiales para la adquisición automatizada de datos, entre los que se encuentran interfases y sensores.
5. Se equiparon con computadoras los laboratorios, encontrándose en proceso la adquisición de cañones de proyección, pantallas de proyección electrónica y computadora portátil.

6. En una primera etapa, se está en proceso de equipar cuatro aulas con NTIC (computadora, cañón de proyección, pantalla de proyección eléctrica), así como la adquisición de mobiliario (mesas y sillas) en sustitución de pupitres tradicionales e individuales (ver anexo 7). Este último aspecto es importante por sus repercusiones para el aprendizaje significativo y el de interacción social, ya que utilizan como estrategia de aprendizaje el trabajo colaborativo, en donde se instrumentan técnicas estructurales adecuadas a los objetivos. Entre ellas, se mencionan: el tamaño del grupo, las características de los alumnos y el ambiente físico. Factores que se encuentran relacionados entre sí e incluyen el tipo de agrupamiento, flexibilidad y temporalidad, intercambio de roles o papel que juegan los alumnos en tareas grupales (el iniciador, el elaborador, el sintetizador, el buscador de información, el que emite opiniones, el estimulador, el técnico, etc.) o individuales (agresor, obstructor, jugueteón, dominador, defensor, etc.). Con lo cual se espera propiciar la comunicación e interacción entre maestro-alumno-alumnos

En esta misma dimensión tecnológica, con el equipo y el software adquirido, se inició el diseño de materiales para la solución y planteamiento de problemas de mecánica, prácticas y guías de laboratorio en sus versiones interactiva y reproducción multimedia, las cuales se incorporarán en la página correspondiente, en la medida en que se avance en el diseño del curso.

## **5. Reflexiones finales.**

En virtud de los indicadores de calidad, referidos al aprovechamiento, eficiencia, reprobación y deserción, diagnosticados e identificados, y toda vez que se definió la pregunta de investigación, en el presente trabajo de: *propuesta de innovación educativa para el diseño de cursos de Física Clásica*, se ha iniciado un proceso de innovación educativa, en la perspectiva estratégica o integradora, con aportaciones del modelo de investigación, desarrollo y difusión (ID&D), de solución de problemas (SP), así como el de interacción social (IS), como un intento puntual por mejorar los indicadores de la calidad de los cursos de Física Clásica, que se imparten en el Área de Servicios del Departamento de Física de la Universidad de Sonora.

El proceso innovador, aún inconcluso por encontrarse en la primera de las tres fases de innovación, consiste del diseño de una nueva modalidad de enseñanza aprendizaje, con sustento teórico y metodológico en las fuentes de diseño curricular, de la Tecnología Educativa, así como de los mismos procesos de innovación.

Su justificación se da en el marco de las intenciones educativas, de mejorar la escolaridad, la calidad y la pertinencia de la educación para la erradicación del rezago educativo; promovidas en el nivel internacional, tanto por organismos económicos como de integración. También se justifica en el nivel nacional, estatal e institucional, donde las intenciones educativas han sido retomadas con propiedad en los respectivos planes y programas de desarrollo.

Así como se tienen intenciones educativas, restricciones financieras, proyecciones de incremento de la demanda de servicios en el nivel superior e insuficiencia de espacios, también se tienen visiones y retos emergentes del siglo XXI que deberán ser atendidos en las Instituciones de Educación Superior. Destacan: su transformación hacia una Universidad abierta para el aprendizaje a lo largo de la vida, su pertinencia con un mundo de economía abierta donde el principal activo de las empresas será el conocimiento de los individuos, su capacidad de adaptación y actuación sobre la realidad social que tendrá que comprenderla y humanizarla, transformarla y transformarse a si mismo en un proceso evolutivo que lo habilite para seguir aprendiendo.

Se desprende como tarea, diseñar nuevas modalidades de enseñanza aprendizaje, orientadas hacia la formación a la carta, para un autoaprendizaje independiente, social, distribuido, mediado y guiado; ofreciendo un servicio de calidad, eficiente, eficaz y pertinente; con programas diversificados y flexibles donde se incorporen contenidos, métodos, medios y recursos de aprendizaje, que consideren la situación biográfica y contextual del aprendiz, a quién se le deberá enseñar habilidades cognitivas superiores para que sea capaz de: buscar información, localizarla, organizarla, evaluarla, seleccionarla, sintetizarla, procesarla y aplicarla en los mas variados contextos.



Reto que ha sido retomado por la Universidad de Sonora y plasmado en los Lineamientos Generales del Nuevo Modelo Curricular, el cuál, interpretado desde la Tecnología Educativa, orienta la *teoría y práctica del diseño* del modelo que se propone en el presente trabajo, que incorpora: el diseño instruccional y estrategias instruccionales; el *desarrollo* de tecnologías impresas, audiovisuales, computacionales e integradas; la *utilización* de procesos, medios y recursos para el aprendizaje autónomo y colaborativo; la *administración* y gestión de proyectos y recursos de aprendizaje; la *evaluación* inicial o diagnóstica de análisis de problemas, faltando por evaluar el proceso y los productos, toda vez que se obtengan resultados en las fases de implementación e institucionalización del proceso innovador.

Una de las aportaciones innovadoras del proceso que se inicia, es la interpretación de los Lineamientos Generales del Nuevo Modelo Curricular de la Universidad de Sonora, desde el marco teórico de la Tecnología Educativa y su incorporación y operatividad a nivel de aula.

Además de llevar los Lineamientos Generales del Nuevo Modelo Curricular a la práctica cotidiana, otra de las aportaciones innovadoras del presente trabajo, son las estrategias, modelos y perspectivas propuestas en esta tesis, que se abordan desde la vertiente integradora, y que considera todas las dimensiones posibles de los proceso de innovación educativa: sustantiva, contextual, sociopolítica, tecnológica o instrumental y evaluadora.

Adicionalmente, con el fin de reforzar y asegurar el éxito de la propuesta, además del campo de estudio de la Tecnología Educativa y de los procesos de innovación educativa, la *propuesta de innovación educativa para el diseño de cursos de Física Clásica*, se sustenta teórica y metodológicamente desde las fuentes de diseño curricular: sociopolítica, psicopedagógica y epistemológica.

Las fuentes psicopedagógica y epistemológica; pueden crear diferencias disciplinares al seno del Departamento de Física. Divergencia que se da debido a los enfoques: cognoscitivo y disciplinar. En la presente propuesta, se concilian ambos enfoques bajo el principio de que: *ningún contenido tiene valor por sí mismo, sino lo que aporta a la*

*formación integral*, conciliación que se hace a partir de la pertinencia y significación personal y social del aprendiz a través de la corriente constructivista.

Una aportación más, es el hecho de partir de variables contextuales, que permitirá modificar el proceso de innovación según se modifiquen dichas variables, avanzando y retrocediendo para retroalimentar de acuerdo a las condiciones, lo cual ya se ha dado en la práctica con la aprobación institucional de algunos programas y planes de estudio que contemplan: impartir las asignaturas de Física a partir del segundo semestre; reducción de horas teóricas e incorporación de talleres de problemas; diferenciación de acuerdo al área de conocimiento y aplicabilidad; actualización e incorporación de nuevos contenidos; en algunas áreas, se tiene la conjunción de contenidos de dos asignaturas. Al modificarse las condiciones contextuales anteriores, se desprende como tarea inmediata retroalimentar y reformular en algunos casos la fase inicial de diseño, en especial la que se relaciona con el nivel aula, ya que algunas estrategias propuestas para alcanzar los objetivos y metas, fueron concebidas para una situación contextual diferente a la que se presenta en la actualidad.

Lo anterior, conduce a la siguiente aportación innovadora, al concebirse la *propuesta de innovación educativa para el diseño de cursos de Física Clásica*, como un proceso dinámico, procedual, conceptual y multidimensional. Dinámico, por estar en continuo desarrollo, se ajusta y adapta a las situaciones y necesidades contextuales mediante la retroalimentación en todas las fases del proceso innovador. Procedual, al concebirse como un proceso racional y controlado que contiene un procedimiento adaptativo, mediante el cual, se incorporan las aportaciones que surjan desde cualquier vertiente de los marcos teóricos que sustentan la propuesta. Conceptual: al tender un puente mediador entre la teoría y práctica, con bases teóricas que legitiman y justifican las acciones y pautas de actuación; una finalidad, concretada en objetivos orientados a la mejora y superación continua de las actividades académicas y profesionales de los profesores, los alumnos y el centro educativo; una planificación secuencial de la acción, que tiende al logro de las finalidades e intenciones educativas. Multidimensional, por contemplar elementos estructurales, estratégicos, personales y contextuales,

multidimensiones que conduce a una de las aportaciones innovadoras más importantes, que se refiere al principal agente de los procesos de innovación: los profesores.

En la *propuesta de innovación educativa para el diseño de cursos de Física Clásica*, se encuentran estrategias que atienden factores restrictores de los procesos de innovación, como son los obstáculos, resistencias, rechazo y bloqueos. Estrategias, entre las que se mencionan, la socialización, concienciación, superación y actualización de profesores, gestión de proyectos académicos, y en la perspectiva tecnológica, la decisión de modernizar las aulas, cambiando pupitres por mesas e incorporando las NTIC. Éstas a su vez, además de permitir el diseño de cursos en línea, permiten la actualización permanente e inmediata del programa de curso. Finalmente, otra aportación más, es el hecho de que la propuesta, en su primera etapa, es complemento a la educación presencial, en tanto se adquiere experiencia para brindarse en sistemas totalmente abiertos, a distancia e independientes del lugar.

Se mencionó que es el inicio de un proceso de innovación en su fase inicial. De acuerdo a los últimos cambios contextuales, y aún antes de pasar a las siguientes fases, ya requiere retroalimentación. Quedan muchas tareas pendientes, refiriéndose a ellas y para culminar el presente trabajo, se hacen las siguientes citas:

*“No existe nunca el grado de conocimiento necesario para saber con exactitud la acción que debe emprenderse. El desarrollo es evolutivo. No resulta beneficioso trazar planes precisos, sino comenzarlos y efectuar continuas rectificaciones. (Stoll & Fink, 1999)*

*“El cambio educativo, es un viaje hacia un destino desconocido.... La visión y planificación estratégica llegarán con posterioridad” (Fullan, citado por Marcelo, 1997)*

# ANEXOS

### ANEXO 1: retos, visiones y respuestas de los sistemas educativos<sup>1</sup>

| <b>EQUIDAD</b>  | <b>CALIDAD</b>   | <b>PERTINENCIA</b>  | <b>INTERNACIONALIZACIÓN</b>  |
|---|--|---|--|
| <p><i>Del acceso estudiantil</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ En función de méritos</li> <li>♦ Igualdad de oportunidades</li> <li>♦ Sin distinción de género</li> <li>♦ Becas crédito</li> <li>♦ Nuevos espacios</li> </ul> | <p><i>Del Personal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Académico y administrativo</li> <li>♦ Contratación</li> <li>♦ Estímulos productividad</li> <li>♦ Capacitación</li> <li>♦ Selectividad</li> <li>♦ Servicios</li> </ul>                      | <p><i>Con la sociedad</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Acceso</li> <li>♦ Equidad</li> <li>♦ Participación Social</li> <li>♦ Democracia</li> <li>♦ Movilidad social</li> </ul>   | <p><i>Movilidad</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Estudiantil</li> <li>♦ Profesorado</li> </ul>   |
| <p><i>De las evaluaciones de profesores</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Considerar la diversidad</li> <li>♦ Evitar la uniformidad</li> </ul>   | <p><i>De los Programas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Métodos</li> <li>♦ Contenidos</li> <li>♦ Diferenciación regional</li> <li>♦ Diversificación</li> <li>♦ Fomento Intelectual</li> <li>♦ Contenidos Inter y multidisciplinares</li> </ul> | <p><i>Con el mundo del trabajo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Actualización permanente</li> <li>♦ Generador de empleos</li> <li>♦ Vinculación sectores</li> <li>♦ Diversificación (mandos medios)</li> <li>♦ Aprendizaje permanente</li> <li>♦ Educación Continua y Recurrente</li> <li>♦ Flexibilidad</li> </ul> | <p><i>Convalidación de estudios</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Normatividad</li> <li>♦ Certificación y Acreditación</li> <li>♦ Asociación</li> </ul>   |
| <p><i>De las evaluaciones de alumnos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Mecanismos de selección para todos.</li> </ul>  | <p><i>De la Infraestructura</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Bibliotecas</li> <li>♦ Aulas</li> <li>♦ Laboratorios</li> <li>♦ Cubículos</li> <li>♦ Autopistas informáticas</li> </ul>   | <p><i>Con el Estado</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Autonomía</li> <li>♦ Eficiencia</li> <li>♦ Eficacia</li> <li>♦ Evaluación</li> </ul>   | <p><i>Cooperación Internacional</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Solidaridad</li> <li>♦ Intercambio de equipos de laboratorio e investigación</li> <li>♦ Trabajo Colaborativo</li> <li>♦ Reintegración de postgraduados</li> </ul> |
| <p><i>De las evaluaciones Institucionales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Internas y externas</li> <li>♦ Evaluación comparativa</li> <li>♦ Considerar la diversidad</li> <li>♦ Propiciar la competitividad</li> </ul>      | <p><i>De los Alumnos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Ingreso</li> <li>♦ Egreso</li> <li>♦ Asesorías</li> <li>♦ Orientación</li> <li>♦ Convivencia</li> <li>♦ Responsabilidad social</li> </ul>  | <p><i>Financiamiento</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ En base a la productividad y calidad</li> <li>♦ Nuevas fuentes en sector privado y social con derechos de matrícula</li> <li>♦ Padres</li> <li>♦ Comunidades</li> <li>♦ Autoridades locales</li> </ul>  | <p><i>Acceso al conocimiento</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Carácter Universal del conocimiento</li> <li>♦ Redes Internacionales</li> <li>♦ Difusión del conocimiento</li> <li>♦ Educación a virtual</li> </ul>                  |
|   | <p><i>De la Investigación</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Social</li> <li>♦ Científica</li> <li>♦ Aplicada</li> <li>♦ Educativa</li> </ul>  | <p><i>Con los niveles educativos y sindicatos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Básico</li> <li>♦ Medio</li> <li>♦ Capacitación</li> <li>♦ Tecnológico</li> </ul>  |  |

<sup>1</sup> Elaboración personal, a partir de documentos de UNESCO, Banco Mundial y Banco Interamericano de Desarrollo.

**ANEXO 2:** evaluación de innovaciones  
A. Nicholls (1983, citado por Torre, 1994))

I.- FASE DE INICIACIÓN.

a) *Propuesta inicial.*

1. ¿Por qué estamos considerando la innovación?
2. ¿Cuál es el problema?
3. ¿Tenemos claras nuestras necesidades?

b) *La innovación en sí*

1. ¿Existe alguna innovación que responda a nuestras necesidades?
2. Si es así, ¿dónde y cómo se ha desarrollado?
3. ¿Cuáles son sus propósitos y objetivos, establecido o implícitos?
4. ¿Son compatibles con los de la escuela o departamento?
5. ¿Precisan de conocimientos o destrezas que los profesores implicados no poseen?
6. Si fuera así, ¿pueden adquirir tales conocimientos o destrezas? ¿cómo? ¿dónde?
7. ¿Es compleja y difícil de entender la innovación?
8. Si fuera así ¿qué hemos de hacer para contrarrestarla?
9. ¿Se necesitará algún apoyo externo?
10. Si fuera así, ¿de que tipo y de donde encontrarlo?
11. ¿Qué recursos, materiales, espacios, gastos, etc. serán necesarios?
12. ¿En qué sentido esta innovación es mejor que lo que se está haciendo ahora?  
¿Existen evidencias comprobables? ¿Se trata de datos relevantes para nuestra situación?
13. ¿Qué podemos utilizar como prueba de evidencia cuando la innovación este en uso?
14. Si no podemos aplicar alguna innovación ya existente, ¿somos capaces de diseñar otra? ¿tenemos las destrezas y conocimientos necesarios?

c) *El contexto y el personal*

1. ¿Existe un entorno o clima adecuado a la innovación?
2. ¿La organización es adecuada a la innovación?
3. ¿Pueden los profesores expresar sus opciones tan libremente como quieren?
4. ¿Lo hacen así?
5. ¿Son escuchados cuando lo hacen?

6. ¿Existen deseos de participar?
7. ¿Es posible encontrar una oposición o resistencia?
8. ¿Serán capaces los profesores de hacer frente a las tensiones, presiones, problemas, esfuerzos, trabajos extra que puedan surgir?
9. ¿Cuál es su experiencia en innovaciones?
10. ¿Cómo utilizar esa experiencia?
11. ¿Cuál es la perspectiva de la tarea concreta de la innovación? ¿Puede ser afrontada? En caso contrario, ¿qué hacer?

## II.- PLANIFICACIÓN

### a) *Introducción a la innovación. Planteamiento*

1. ¿Se explicó la innovación con suficiente claridad?
2. ¿Tuvieron conciencia los profesores de los problemas potenciales así como de las ventajas?
3. ¿Van a entender claramente en qué se implicaban a nivel práctico antes de comenzar?
4. ¿Se permitió el tiempo suficiente en la discusión?
5. ¿Se tomaron en consideración las objeciones, problemas y temores?
6. ¿Permitimos que se exploraran en profundidad?
7. ¿Facilitamos que se expresaran con toda franqueza?
8. ¿Qué hicimos para resolver las dudas?
9. ¿Tuvieron éxito tales medidas?
10. ¿Cómo afrontaron la innovación quienes tenían dudas?
11. ¿Fueron suficientes las ayudas o prácticas de formación?

### b) *Procesos de planificación.*

1. ¿Fue suficientemente detallada y clara la planificación?
2. ¿Fue excesiva o demasiado rígida la planificación?
3. ¿Cómo superar las situaciones imprevistas?
4. ¿Prestamos igual atención a los medios que a las finalidades?
5. ¿Se adecuó la planificación a las diferentes etapas de la innovación?
6. ¿Qué problemas surgieron en las diferentes etapas?
7. ¿Cómo se van a resolver?
8. ¿Cómo se valoraron las reacciones del personal?
9. ¿Se van a tener en cuenta las habilidades de los implicados en la distribución de lugares y tareas en las diferentes etapas?

10. ¿Va a estar suficientemente implicado el personal?
11. ¿Fue necesaria la ayuda externa en alguna fase? ¿de qué tipo?
12. ¿Qué omisiones tuvieron lugar?
13. ¿Qué deficiencias se percibieron?
14. ¿Qué fallos se cometieron?
15. ¿Qué se hizo al respecto?

### III.- RESULTADOS

#### a) *Aplicación de la innovación.*

1. ¿Está funcionando como se había previsto? ¿en qué sentido?
2. ¿Se ha modificado? ¿cómo? ¿por qué?
3. ¿Se está ejecutando tal como se esperaba?
4. En caso negativo ¿por qué?, en caso afirmativo ¿en qué direcciones?
5. ¿Cuál es la reacción de los profesores implicados?
6. ¿Cuál es la reacción de los estudiantes?
7. ¿Cuál es la respuesta a tales reacciones?
8. ¿Qué problemas han surgido? ¿cómo resolverlos?
9. ¿Van a ser suficientes y apropiados los recursos? ¿Cuáles son las necesidades para más adelante?
10. ¿Van a existir resultados imprevistos?
11. ¿Qué modificaciones sería preciso hacer? ¿Por qué?
12. ¿Van a existir problemas de organización?
13. ¿Los cambios reorganizativos fueron adecuados a las necesidades de la innovación?

#### b) *Evaluación*

1. El enfoque de la innovación ¿resulta suficientemente amplio?
2. ¿Son adecuadas las fuentes de las pruebas?
3. ¿Carecen de consistencia las técnicas de evaluación?
4. ¿De qué modo se utilizan las pruebas?



### ANEXO 3: importancia y ventajas de la educación en línea<sup>2</sup>.

| ANÁLISIS INSTITUCIONAL |  |   |           |             |                     |                       |                   |
|------------------------|--|---|-----------|-------------|---------------------|-----------------------|-------------------|
|                        | Recursos económicos, humanos e infraestructura | Tipo  | Cobertura | Objetivo    | Función del maestro | Método de instrucción | Curriculum        |
| Tradicional            | Exorbitantes                                   | Escolarizada, presencial y anual                | Pocos     | Educación   | Instructor          | Cátedra tradicional   | Pasivo y rígido   |
| En línea               | Pocos  | Escolarizada, abierta, a distancia y permanente | Muchos    | Aprendizaje | Guía educativo      | Modular interactivo   | Activo y flexible |

| ANÁLISIS DEL CONTENIDO |              |                    |                        |                 |
|------------------------|--------------|--------------------|------------------------|-----------------|
|                        | Tipo         | Eje de aprendizaje | Aprendizaje            | Fuente de saber |
| Tradicional            | Programático | Maestro - alumno   | Centrado en el maestro | Maestro         |
| En línea               | Modular      | Alumno - material  | Centrado en el alumno  | WWW             |

| ANÁLISIS DEL ESTUDIANTE |              |                  |                             |                                   |   |                                 |
|-------------------------|--------------|------------------|-----------------------------|-----------------------------------|---|---------------------------------|
|                         | Localización | Forma de trabajo | Plano afectivo y social     | Nivel cognoscitivo                | Conocimientos previos                         | Acceso a tecnología             |
| Tradicional             | Agrupados    | Individual       | Aislado y desmotivado       | Dependiente de campo y serialista | Niveles anteriores                            | Escuela                         |
| En línea                | Dispersos    | Equipo           | Colaborativo con autoestima | Independiente de campo y holista  | Mínimos en computación (Depende del programa) | Cualquier lugar con computadora |

| ANÁLISIS DE LA TECNOLOGÍA EDUCATIVA |                       |                            |                  |                           |                          |                                  |                                |
|-------------------------------------|-----------------------|----------------------------|------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
|                                     | Participantes         | Sentido de la comunicación | Vida del mensaje | Control por el estudiante | Simultaneidad            | Representación de conocimientos  | Interactividad con el material |
| Tradicional                         | Punto / multipunto    | Un sentido                 | Efímera          | Control nulo              | Sincrónica               | Secuencial sin retroalimentación | Nula                           |
| En línea                            | Multipunto/multipunto | Ambos sentidos             | Permanente       | Mucho control             | Sincrónica y asincrónica | Aleatorio con retroalimentación  | Permite la simulación          |

<sup>2</sup> Elaboración personal.

**ANEXO 4:** conocimientos procedimentales en la solución de problemas (Guisasola, Furió, Ceberio & Zubimendi, 2003).

|  |
|--|
| <p><b>Realización de análisis cualitativo.</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>Reconocer un interés por resolver el problema.</li><li>Clarificar el objetivo, lo que se busca, aspecto no siempre evidente en las situaciones problemáticas.</li><li>Realizar descripciones verbales o graficas de la situación para poder tomar las decisiones cruciales que la resolución de un problema exige al comienzo.</li><li>Analizar el sistema físico en estudio:<ul style="list-style-type: none"><li>Acotar la situación para modelar y simplificar si es preciso.</li><li>Reconocer un marco teórico de referencia.</li><li>Identificar variables o, en su caso, buscar datos.</li><li>Identificar partes del problema.</li></ul></li><li>Plantear interrogantes</li></ol> |
| <p><b>Emisión de hipótesis como conjeturas de posibles soluciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Descriptivas o predicativas si responden a ¿Qué?</li><li>• Explicativas si además responden, en base al marco teórico, a ¿Por qué?</li></ul> <ol style="list-style-type: none"><li>Predecir la posible evolución del sistema.</li><li>Establecer relaciones de dependencia entre variables.</li><li>Establecer procesos de control y exclusión de variables.</li><li>d. Analizar casos limite de especial relevancia física.</li></ol>  |
| <p><b>Elaboración de estrategias como tentativas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Descriptivas si responde a ¿Cómo?</li><li>• Explicativas si además responde, en base al marco teórico, a ¿Por qué?</li></ul> <ol style="list-style-type: none"><li>Presentar una descripción secuencial de ideas y actuaciones para alcanzar la solución.</li><li>Subdividir el problema en etapas, si fuera posible.</li><li>Identificar las leyes y principios fundamentales a utilizar en la resolución.</li><li>Valorar posibles vías alternativas.</li></ol>  |
| <p><b>Resolución.</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>Resolver literalmente hasta el final.</li><li>Formas de comunicar los resultados:<ul style="list-style-type: none"><li>o Verbalizar.</li><li>o Obtener valores numéricos.</li><li>o Representar gráficamente el resultado.</li></ul></li></ol>   |
| <p><b>Análisis de resultados: Aspectos relacionados con una comunicación justificada de la respuesta.</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>Analizar la coherencia teórica de la respuesta.</li><li>Analizar la plausibilidad del valor de la respuesta.</li><li>Analizar la coherencia dimensional de la respuesta.</li><li>Analizar la dependencia de la respuesta con los parámetros del problema en el sentido que cabría esperar (según las hipótesis).</li><li>Analizar si se ajusta la respuesta a lo que se podría esperar en situaciones sencillas y especiales, por ejemplo, las correspondientes a valores extremos de las variables (según las hipótesis).</li><li>Analizar si se obtiene la misma respuesta por otro medio diferente de resolución.</li></ol> |
| <p><b>Formulación de nuevas perspectivas.</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>Relacionar con otras cuestiones del mismo o de distinto tema.</li><li>Abordar con otro nivel de profundidad.</li><li>Plantear otros modelos. Formular hipótesis en dichos marcos.</li><li>Plantear nuevos problemas.</li></ol>   |

## ANEXO 5: páginas con recursos de Física en Internet

Cursos en línea de diversas materias formación y capacitación en tecnologías Web de Internet. <http://www.ciberaula.com/cursos.html>;

Unidades y materiales didácticos e interactivos para la educación formal

<http://www.pntic.mec.es/recursos/bachillerato/fisica/index.html>

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm>

<http://galilei.iespana.es/galilei/indicefis.htm>

Estudio del péndulo simple

<http://freespace.virgin.net/gareth.james/virtual/Mechanics/mechanics.html>

Temas de mecánica con ligas a otro servidor con applets que ilustran la teoría

[http://www.irabia.org/web/ciencias/movimientos/movimientos\\_por\\_ciento20y\\_por\\_ciento20fuerzas/mru.htm](http://www.irabia.org/web/ciencias/movimientos/movimientos_por_ciento20y_por_ciento20fuerzas/mru.htm)

Lecciones de Física <http://www.geocities.com/pedroj.geo/lectures.htm>

Estrategias para resolver problemas de Física

<http://www.infonegocio.com/jllrodriguez/>

Física interactiva

[http://www.edu.aytolacoruna.es/aula/fisica/fisicaInteractiva/Fisica\\_interactiva.htm](http://www.edu.aytolacoruna.es/aula/fisica/fisicaInteractiva/Fisica_interactiva.htm)

Proyecto Newton del Ministerio de Educación y Ciencia de España

<http://newton.cnice.mecd.es/unidades.html>

Curso de Física en línea (sin applets) para biología

<http://www2.udec.cl/~dfiguero/curso/>

Curso de mecánica en pdf.

<http://www2.udec.cl/~jinzunza/fisica/>

Curso de Física General

<http://bellota.ele.uva.es/~imartin/libro/node1.html>

Proyecto Descartes con temas de matemáticas del MEC

[http://descartes.cnice.mecd.es/indice\\_ud.php](http://descartes.cnice.mecd.es/indice_ud.php)

Curso de física que puede ser bajado en formato pdf

<http://mecfunnet.faii.etsii.upm.es/>

Applets de física en

<http://www.edu.aytolacoruna.es/aula/fisica/applets/Fendt/physesp/physesp.htm>

Curso de Física experimental

<http://www.mfc.uclv.edu.cu/dvf/sefisac/sefisac/>

Movimiento rectilíneo con interactividad y análisis gráfico

<http://www.educaplus.org>

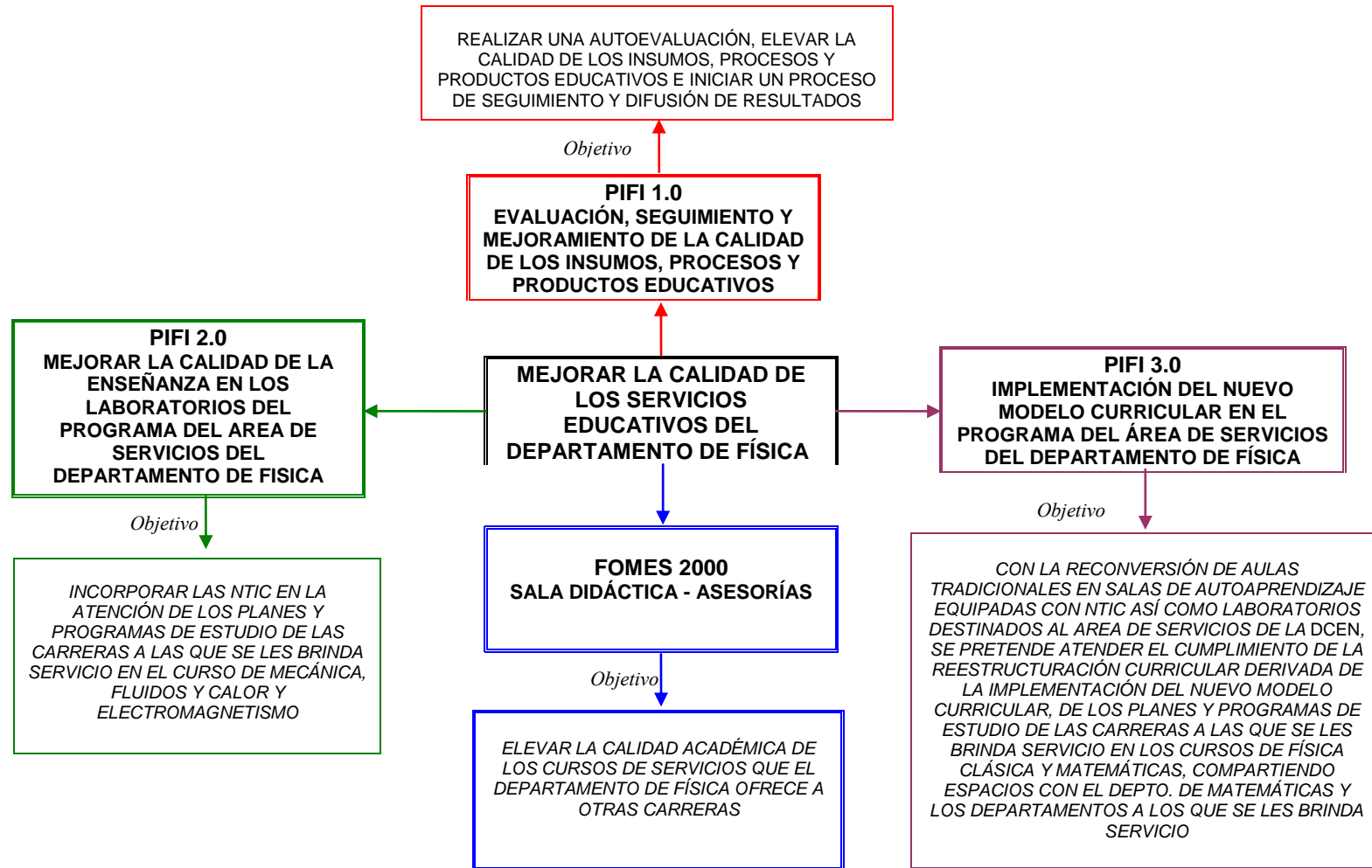
Libro electrónico de mecánica

<http://www.mfc.uclv.edu.cu/dvf/sefisac/sefisac/LibroGeneral/fisicai/index.htm>

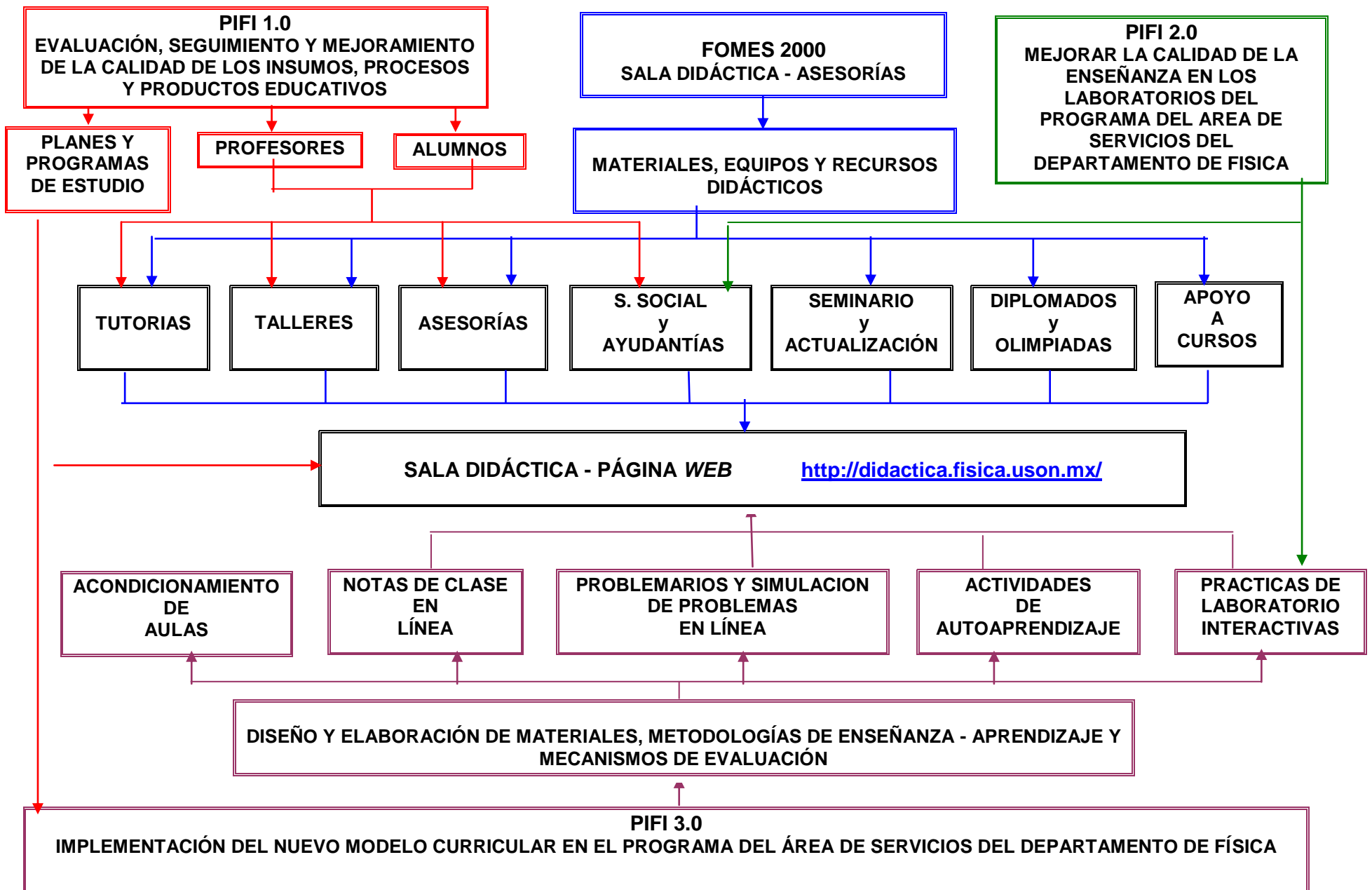
Temas de Física con interactividad

<http://members.es.tripod.de/pefeco/index.htm>

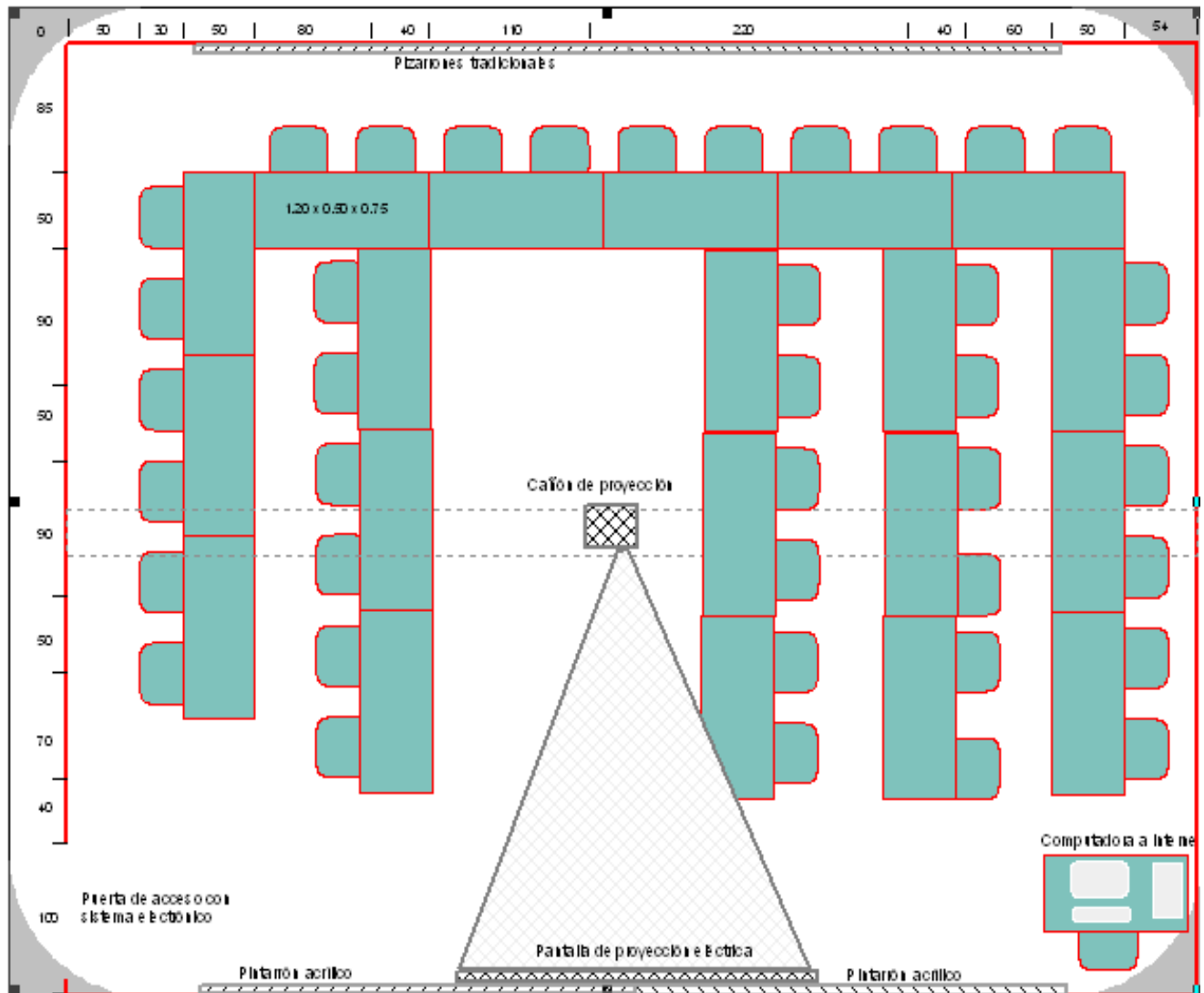
### ANEXO 6: mapas conceptuales de proyectos<sup>3</sup>



<sup>3</sup> Elaboración personal



## ANEXO 7: propuesta de equipamiento de aulas<sup>4</sup>



<sup>4</sup> Elaboración personal

**ANEXO 8:** presentación de la propuesta en seminario.

**PROPUESTA PARA EL REDISEÑO  
DE CURSOS DE FÍSICA CLÁSICA  
EN EL MARCO DEL MODELO  
CURRICULAR**

*“Cuando más ambiciosos son los cambios, menos  
posibilidad de lograrlos o más exposición al fracaso”*  
Havelock y Huberman (1980)

**Ignacio Cruz Encinas**





## INTRODUCCIÓN (pendientes del XX)

- Insuficiente calidad de algunos insumos (alumnos y programas), procesos (métodos, recursos y medios) y productos (eficiencia, eficacia y pertinencia) educativos.
- Acceso y equidad (al sistema educativo y al conocimiento).
- Incorporación, disponibilidad y uso de NTIC.
- Actualización (programas, métodos y recursos para el aprendizaje).
- Formación docente (pedagógica, didáctica y alfabetización computacional) .
- Marginación, vulnerabilidad y movilidad social.
- Diseño de nuevos entornos para el aprendizaje.

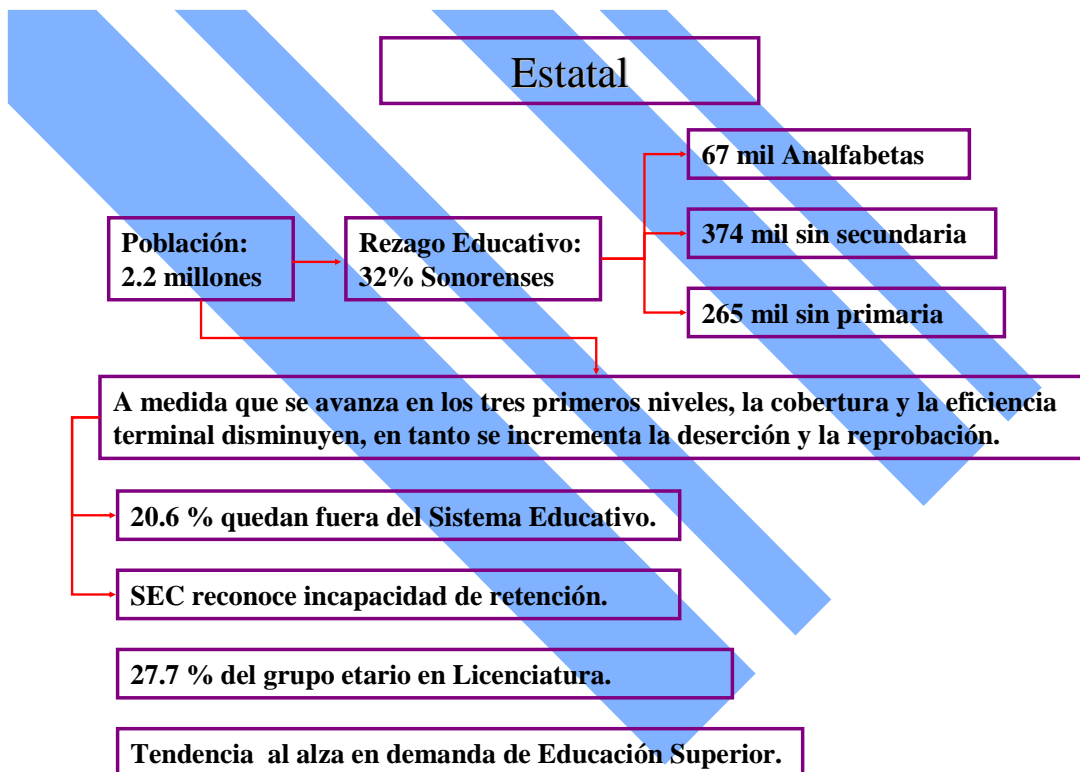
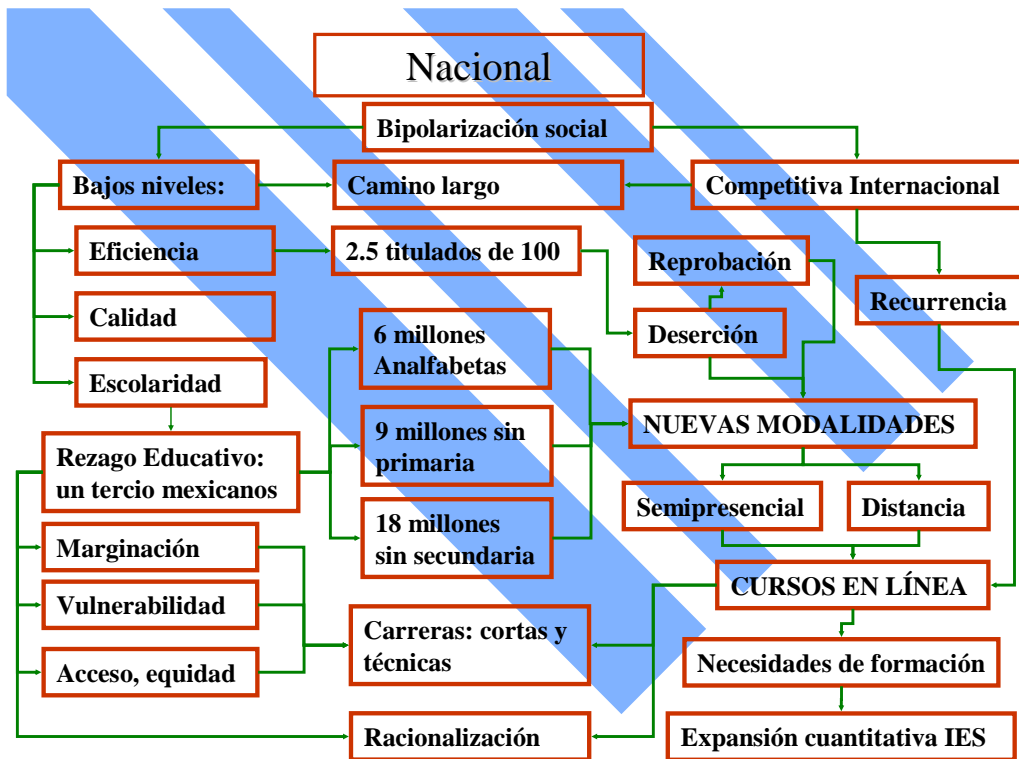
## INTRODUCCIÓN (Retos emergentes XXI)

- Transformación hacia una Universidad abierta para el aprendizaje a lo largo de la vida, en un mundo de economía abierta, donde el principal activo de las empresas es el conocimiento de los individuos y su capacidad de adaptación y actuación sobre la realidad social; comprendiéndola y humanizándola, transformándola y transformándose a si mismo, en un proceso evolutivo que lo habilite para seguir aprendiendo. Por lo cual habrá que:

## INTRODUCCIÓN (Retos emergentes XXI)

- Diseñar nuevas modalidades de enseñanza aprendizaje, orientadas hacia la formación a la carta, para un autoaprendizaje independiente, social, distribuido, mediado y guiado; ofreciendo un servicio de calidad, eficiente, eficaz y pertinente; con programas: diversificados y flexibles, que incorporen contenidos, métodos, medios y recursos de aprendizaje, considerando la situación biográfica y contextual del aprendiz; a quién se le deberá enseñar habilidades cognitivas superiores para que sea capaz de: buscar información, localizarla, organizarla, evaluarla, seleccionarla, sintetizarla, procesarla y aplicarla en los mas variados contextos, para su propia transformación y la de su entorno.





## Institucional

En etapa de consolidación, sin crecimiento en últimos años en Licenciatura

Deserción: 43.9 %; el 50 % de ellos durante el primer año, por reprobación.

Mayor reprobación en Ciencias e Ingenierías.

Inadecuada formación previa al ingresar.

Planta docente madura, escasa probabilidad de formación y actualización

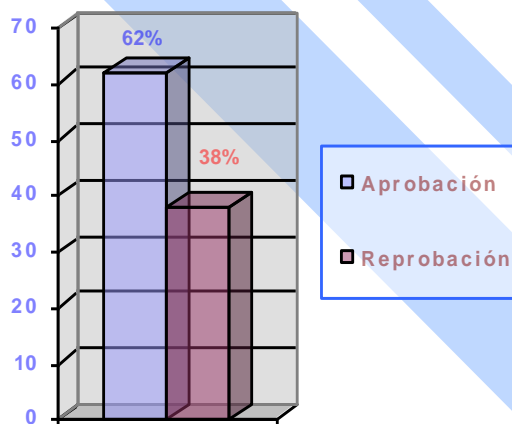
Escasa investigación educativa. No se estudia cómo aprenden los alumnos.

*RETO: Innovar los planes de estudio con relación a su contenido, métodos y evaluación del aprendizaje, mediante un modelo curricular que permita al maestro planear y realizar adecuadamente sus tareas, corresponsabilizando al estudiante en su formación y facilitarle un adecuado desempeño académico.*

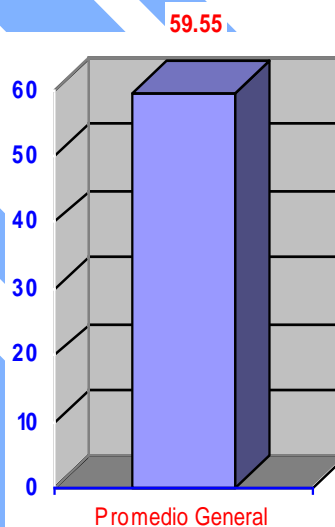
Esperanza: Nuevo Modelo Curricular, centrado alumno, aprendizaje, cognición y en NTIC

## Departamental (Eficiencia y calidad)

EFICIENCIA DE CURSOS DE FÍSICA CLÁSICA

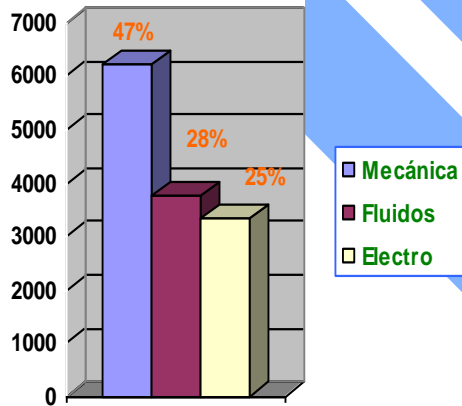


APROVECHAMIENTO

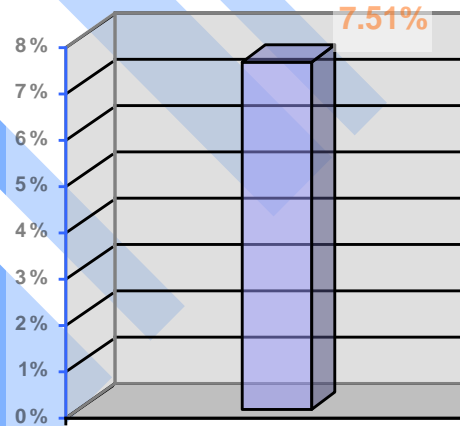


## Departamental (cobertura y deserción: 99-2 a 03-1)

Inscripciones por asignatura  
Total: 13297

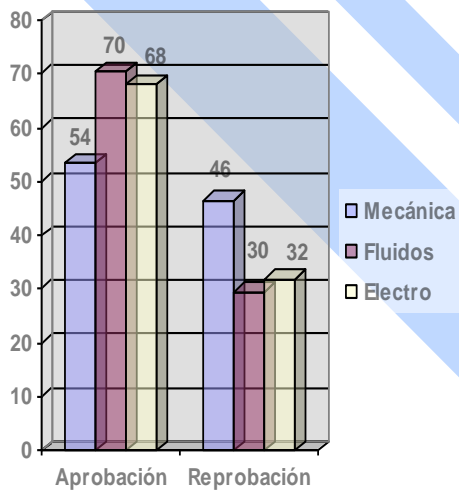


ALUMNOS CON CERO EN EVALUACIÓN

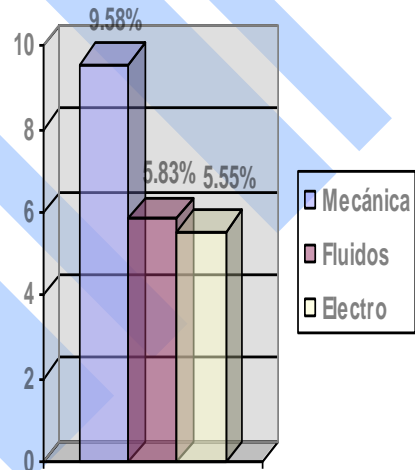


## Departamental (Eficiencia, calidad y deserción por asignatura)

Eficiencia por asignatura



Alumnos con cero en evaluación



## Departamental

### **Hipótesis**

Un cambio paradigmático de la práctica del profesor hacia un enfoque más constructivista centrado en el alumno, aplicando estrategias de aprendizaje apoyada con múltiples recursos didácticos, reducirá el índice de deserción y mejorará significativamente la calidad de los cursos de Física Clásica.

## Departamental (Eficiencia y calidad)

El cambio de paradigma implica el rediseño del espacio educativo de Mecánica que incluya:

- ❖ Los procesos de Innovación Educativa.
- ❖ Las aportaciones de la Tecnología Educativa con NTIC
- ❖ La integración de las aportaciones de la Psicología Cognitiva.
- ❖ Las aportaciones de la Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

Es posible mejorar los indicadores de calidad de los cursos que ofrece el Departamento de Física a otros Departamentos de la Institución, mediante el diseño, planeación, implementación, evaluación y retroalimentación de actividades de aprendizaje significativas, por parte de los profesores que imparten la asignatura.

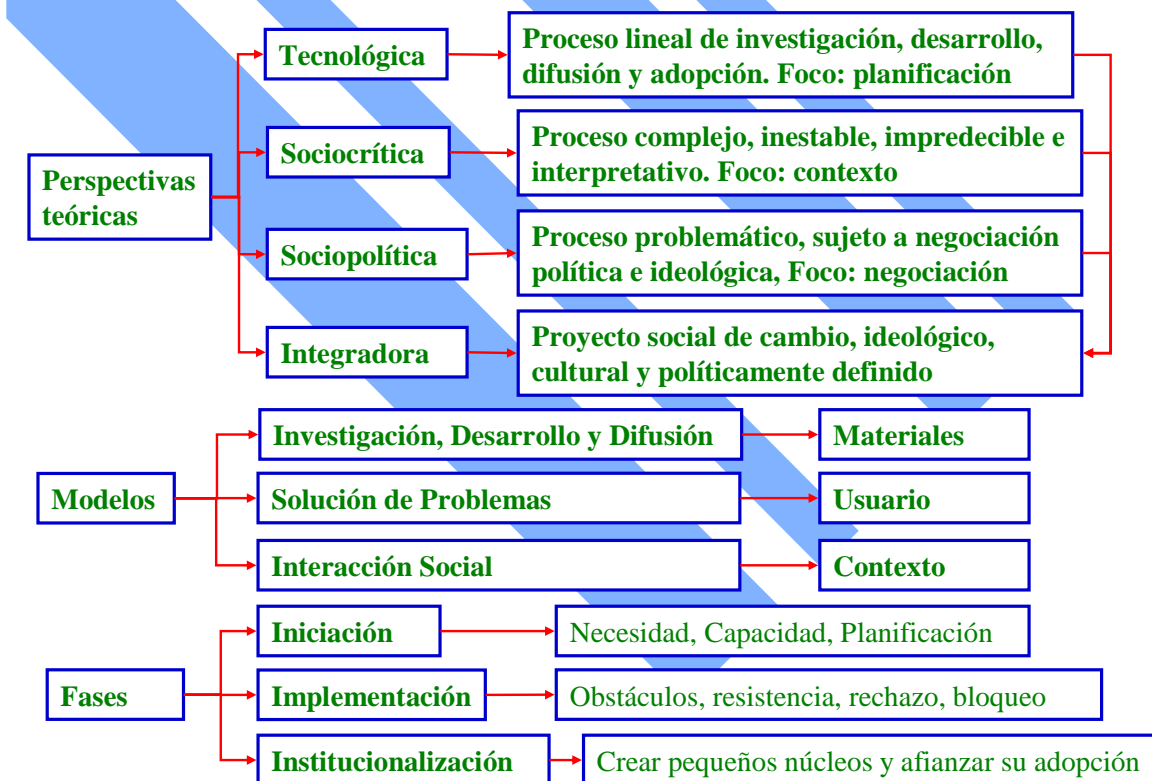
## Procesos de innovación educativa

- Insatisfacción Social por discrepancia entre valores educativos y resultados. ( Fullan & Stiegelbauer , 1997)
- Modelo curricular presenta únicamente lineamientos generales
  - Incorporar fuentes de diseño curricular (enfoque cognitivo)
- Fracaso escolar en España con este enfoque (Couso, 2000; Sánchez, 2001; Marchesi, 2003).
- Complementar con teoría del cambio educativo y tecnología Educativa para asegurar éxito.

### Definición

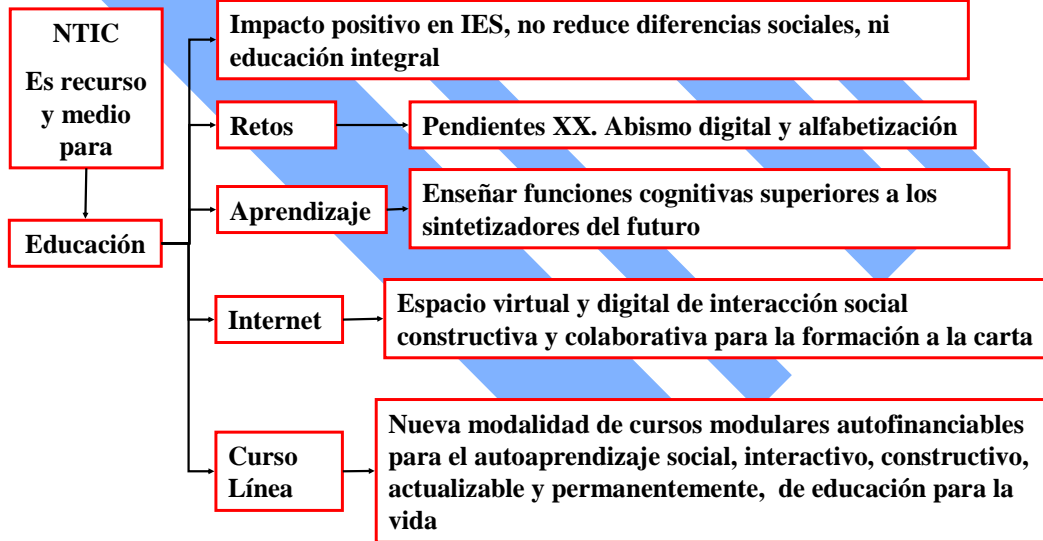
Proceso sistemático, intencional, deliberado, planificado; fundamentado en las fuentes epistemológicas y psicopedagógicas, con sustento y justificación en las fuentes sociocultural y política, en función de necesidades reales, objetivas y subjetivas.

## Innovación educativa

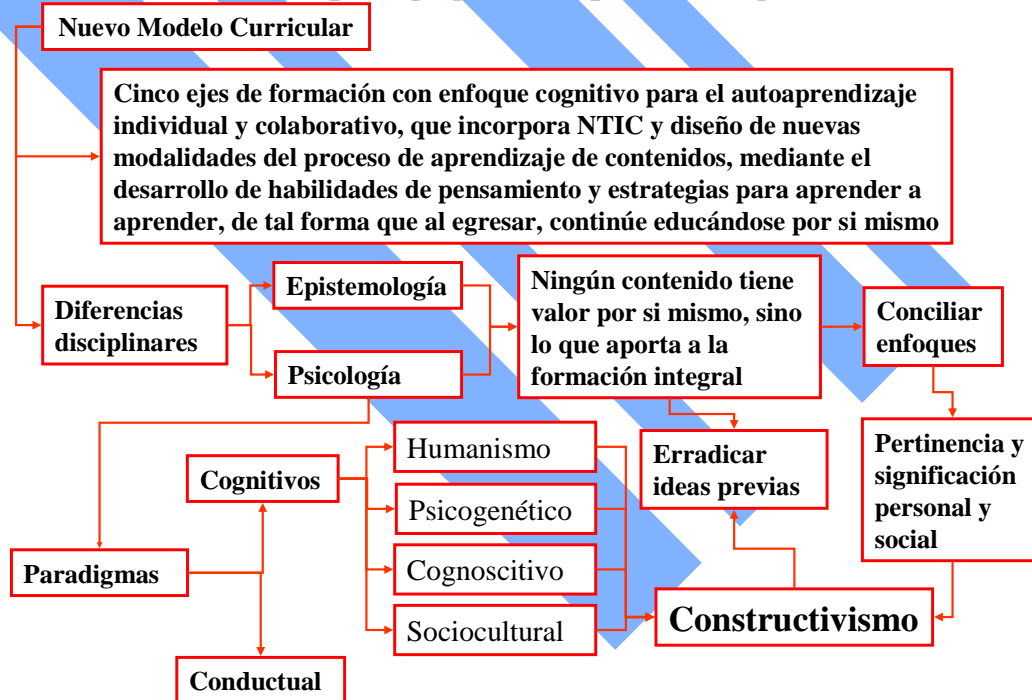


## Tecnología Educativa

- “Es la teoría y práctica del diseño, desarrollo, utilización, administración y evaluación de los procesos y recursos del aprendizaje” (Seels & Richey, 1994)

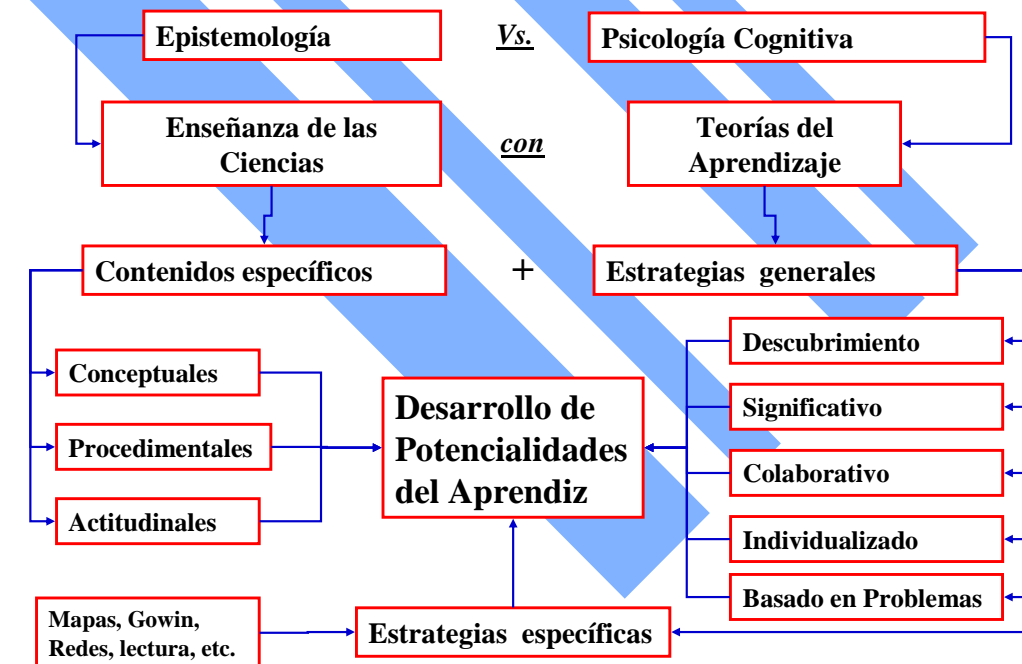


## Psicopedagogía vs. Epistemología

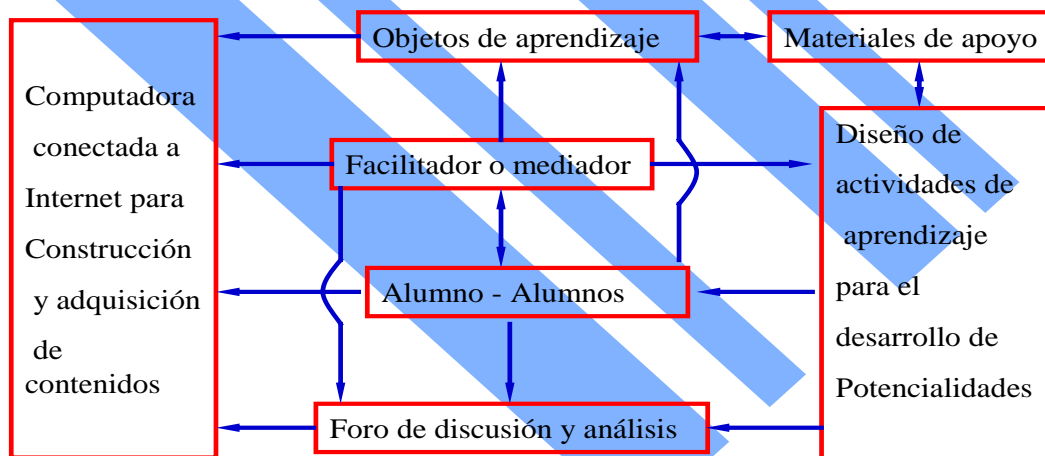




## Psicología y Epistemología



## Modelo



## Discusión

- Potenciar el desarrollo integral  
(Aprender a ser, conocer hacer, convivir, emprender)
- Diseño de actividades de aprendizaje significativas
  - Uso adecuado del lenguaje y tutorías (Dan)
  - Solución de problemas (Libro)
  - Actividades áulicas y extra áulicas y su autoevaluación
  - Experimentación en el aula (Video)
  - Simulación en la enseñanza de la Física (Hyperphysics)
  - Investigación
  - Curso de Física en Internet (Curso en Línea)
  - Laboratorio de Física, real (Manual), virtual y simulación (manual IP 2000P)

## Modelo estratégico (SP e IS) y avances

### Perspectiva (Integradora)

- ▶ Tecnológica
  - Elaboración de materiales (Libro)
  - Adquisición de equipo
  - Aulas, Laboratorio, Sala didáctica
- ▶ Cultural
  - Socialización de resultados (IS)
  - (IQ) (Etty) (Gallegos) (Física Clásica) (2da. Opción)
  - Capacitación y actualización
- ▶ Política
  - Negociación (incorporación de profesores)
  - Gestión de recursos

### Dimensiones (modelo sistémico)

- ▶ Sustantiva
  - Qué, porqué y para qué
- ▶ Personal
  - Quién
- ▶ Contexto cultural
  - Dónde
- ▶ Estratégica
  - Cómo, cuándo
- ▶ Evaluadora
  - Qué, quién, cómo, dónde, cuándo

## ANEXO 9. Presentación de la propuesta en examen

***PROPUESTA DE INNOVACIÓN  
EDUCATIVA PARA EL DISEÑO  
DE CURSOS DE FÍSICA CLÁSICA***

*“Cuando más ambiciosos son los cambios, menos  
posibilidad de lograrlos o más exposición al  
fracaso”*

Havelock y Huberman (1980)

**Ignacio Cruz Encinas**

### Visión retrospectiva (pendientes del XX)

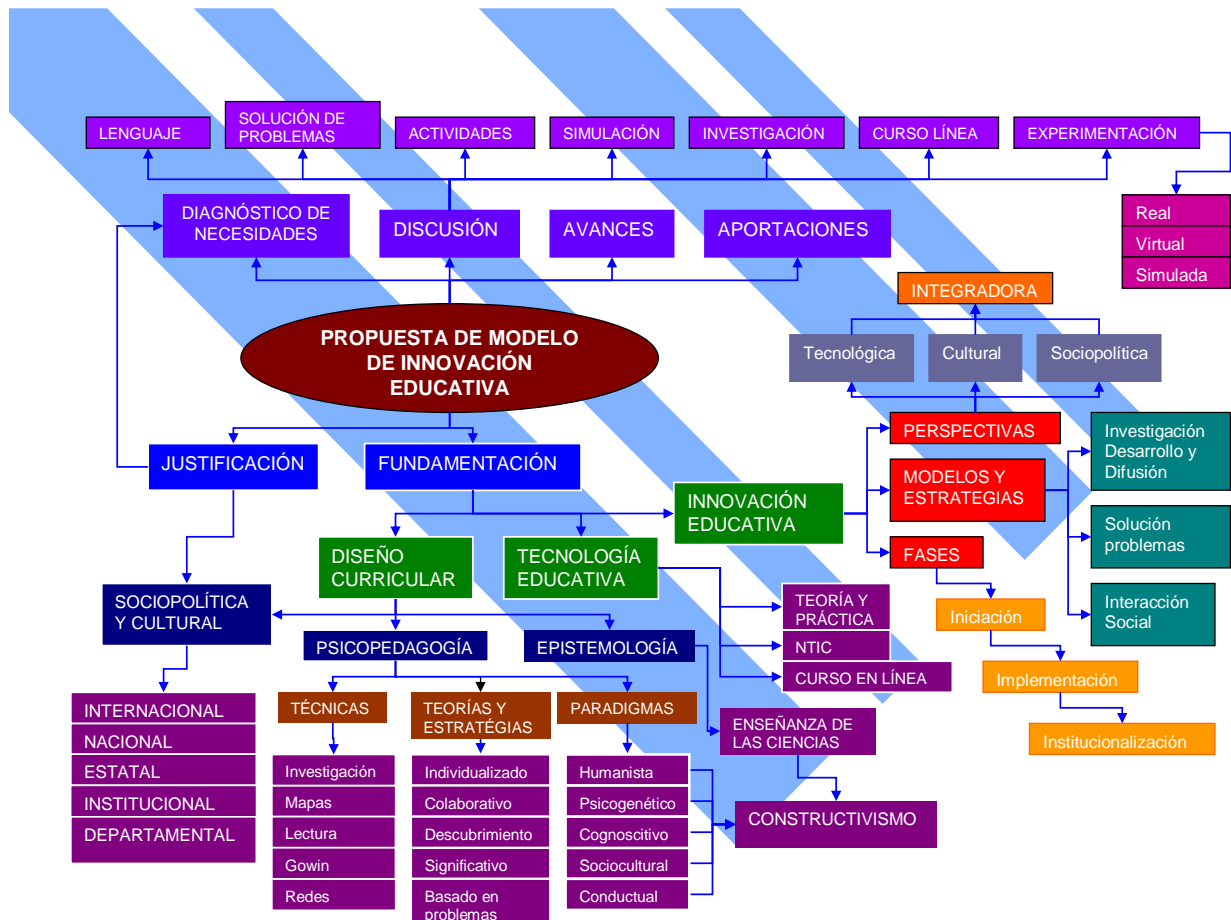
- ◆ Insuficiente calidad de algunos insumos (alumnos y programas), procesos (métodos, recursos y medios) y productos (eficiencia, eficacia y pertinencia) educativos.
- ◆ Incorporación de Nuevas Tecnologías Información y Comunicación.
- ◆ Actualización (programas, métodos y recursos para el aprendizaje.
- ◆ Formación docente (pedagógica, didáctica y alfabetización computacional) .
- ◆ Diseño de nuevos entornos para el aprendizaje.

## Visión futurista

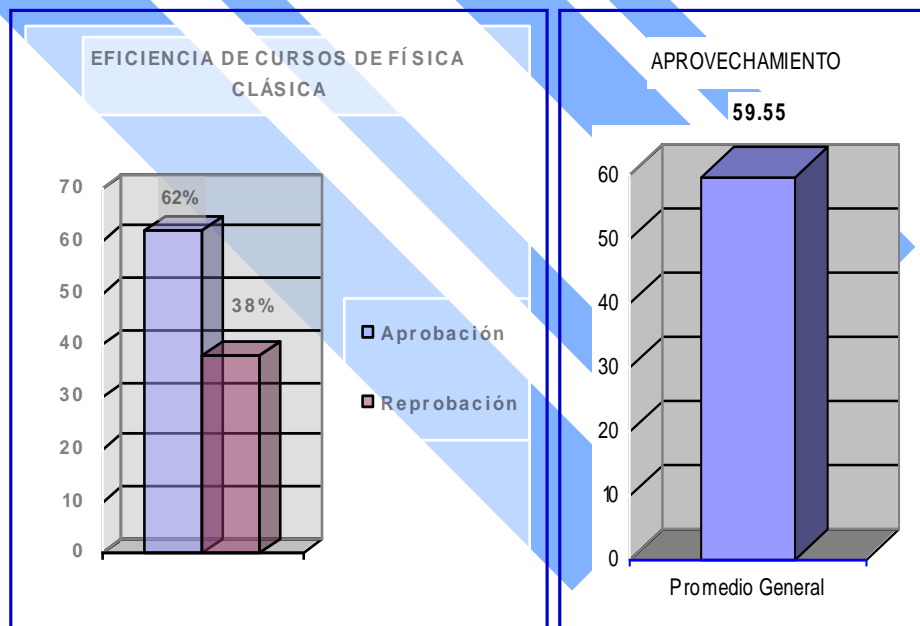
- ◆ Transformación hacia una Universidad abierta para el aprendizaje a lo largo de la vida, en un mundo de economía abierta, donde el principal activo de las empresas es el conocimiento de los individuos y su capacidad de adaptación y actuación sobre la realidad social; comprendiéndola y humanizándola, transformándola y transformándose a si mismo, en un proceso evolutivo que lo habilite para seguir aprendiendo. Por lo cual habrá que:

## Reto

- ▶ Diseñar nuevas modalidades de enseñanza aprendizaje, orientadas hacia la formación a la carta, para un autoaprendizaje independiente, social, distribuido, mediado y guiado; ofreciendo un servicio de calidad, eficiente, eficaz y pertinente; con programas: diversificados y flexibles, que incorporen contenidos, métodos, medios y recursos de aprendizaje, considerando la situación biográfica y contextual del aprendiz; a quién se le deberá enseñar habilidades cognitivas superiores para que sea capaz de: buscar información, localizarla, organizarla, evaluarla, seleccionarla, sintetizarla, procesarla y aplicarla en los mas variados contextos, para su propia transformación y la de su entorno. En este contexto, se presenta ....

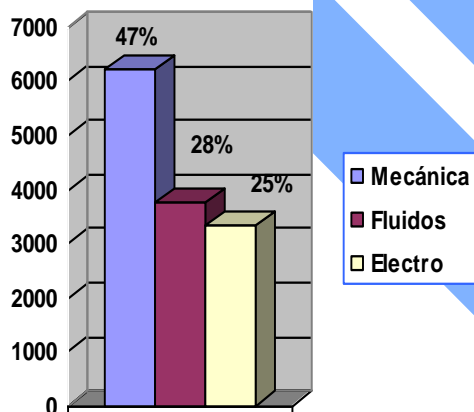


## Departamental (Eficiencia y calidad)

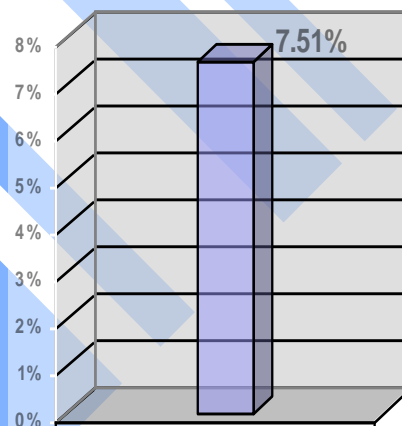


## Departamental (cobertura y deserción: 99-2 a 03-1)

Inscripciones por asignatura  
Total: 13297

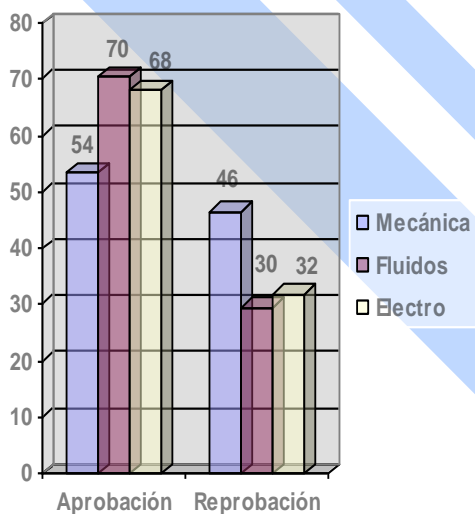


ALUMNOS CON CERO EN EVALUACIÓN

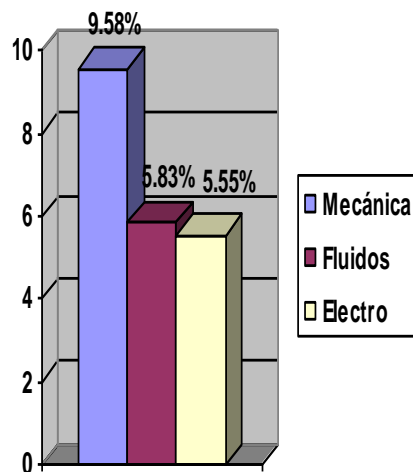


## Departamental (Eficiencia, calidad y deserción por asignatura)

Eficiencia por asignatura



Alumnos con cero en evaluación

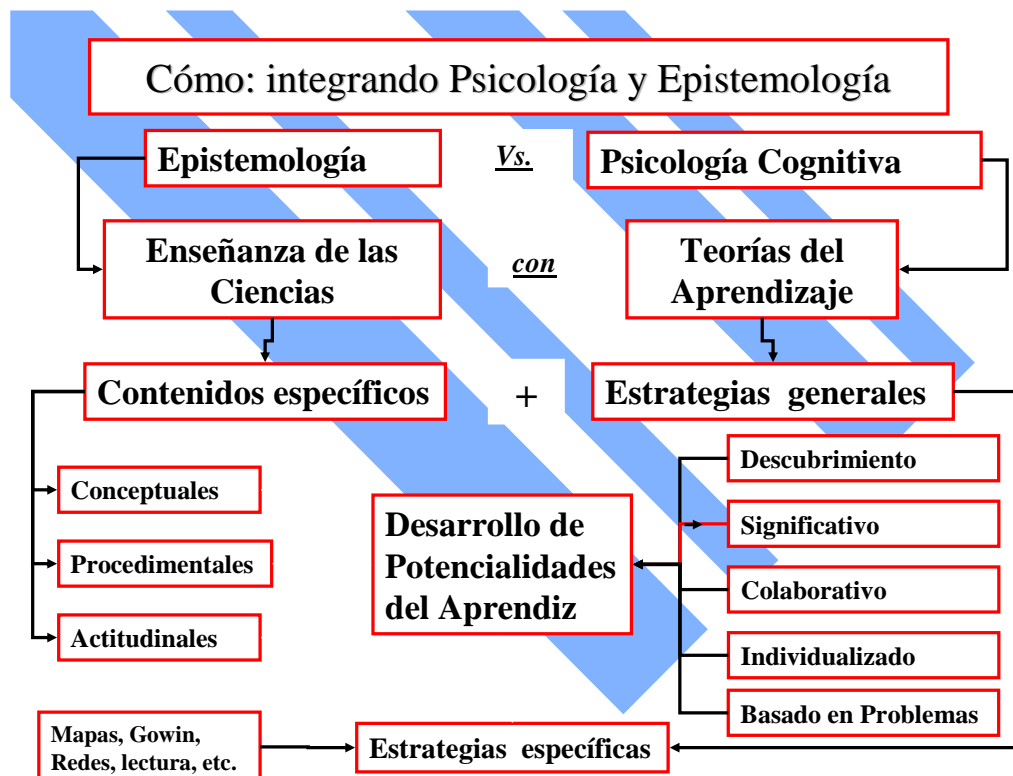
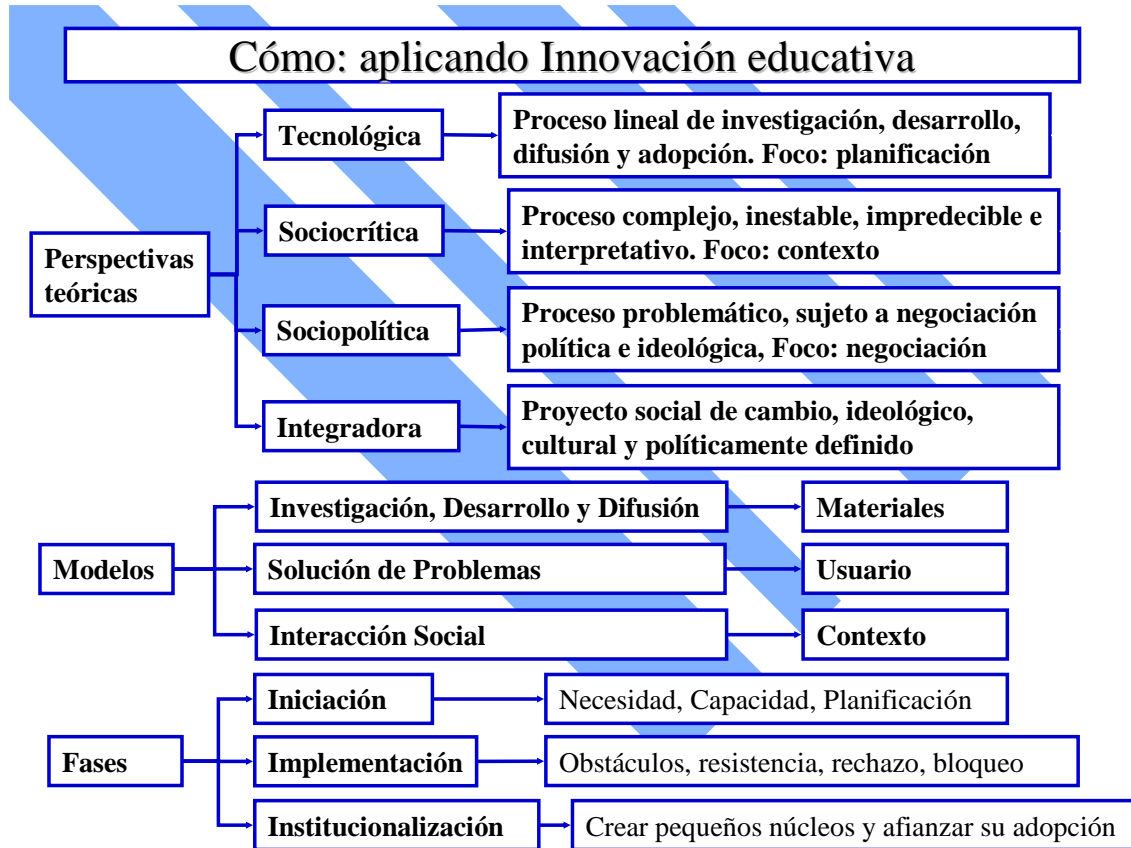


## Pregunta de investigación

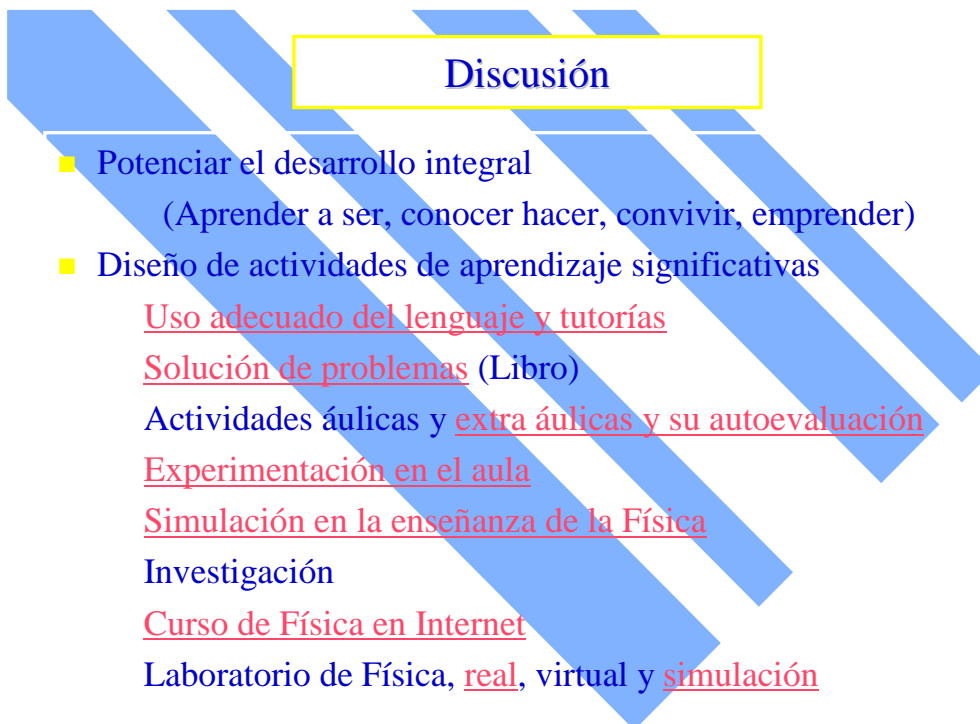
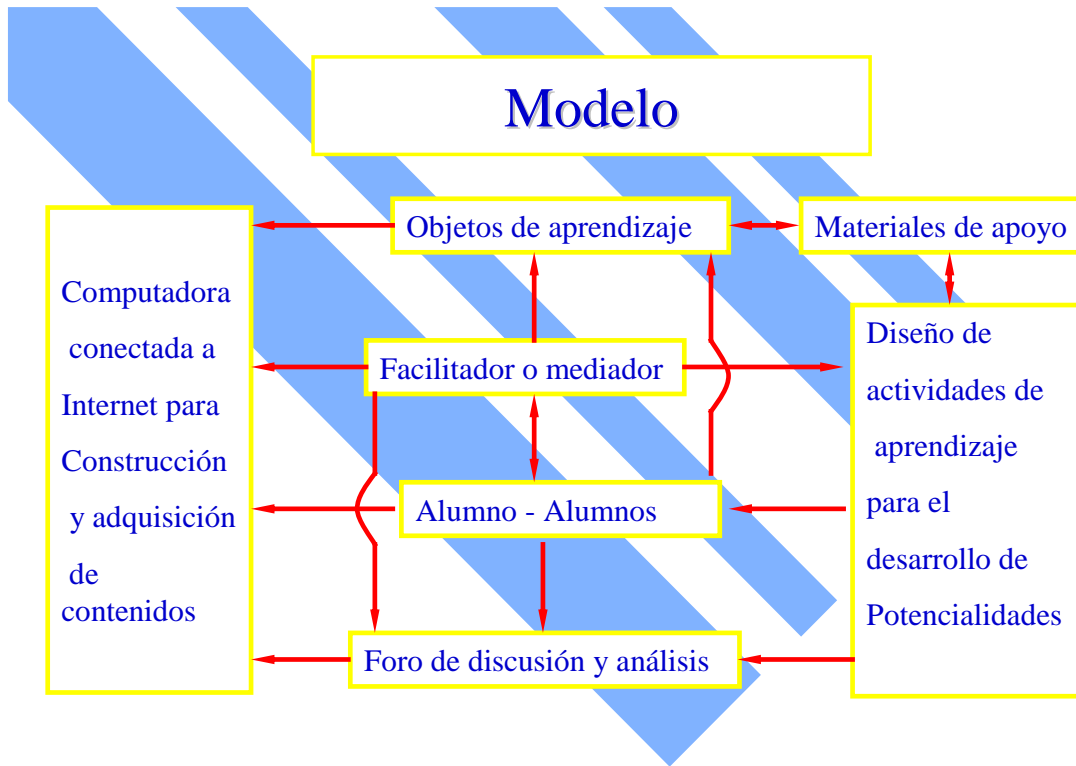
**¿Cómo se puede diseñar un curso de Física Clásica a partir de la integración de las fuentes de Diseño Curricular, la Tecnología Educativa y la Innovación Educativa?**

## Respuesta (Qué)

Iniciar un proceso innovador, sistemático, intencional, deliberado, planificado; fundamentado en las fuentes epistemológicas y psicopedagógicas, con sustento y justificación en las fuentes sociocultural y política, en función de necesidades reales, objetivas y subjetivas.







## Modelo estratégico (ID&D, SP e IS) y avances

### Perspectiva (Integradora)

- ▶ Tecnológica
  - Elaboración de materiales (Libro)
  - Adquisición de equipo
  - Aulas, Laboratorio, Sala didáctica
- ▶ Cultural
  - Socialización de resultados (IIS)
  - (IQ) (Profr.) (Tend.) (Física Clásica) (2da. Opción)
  - Capacitación y actualización
- ▶ Política
  - Negociación (incorporación de profesores)
  - Gestión de recursos

### Dimensiones (modelo sistémico)

- ▶ Sustantiva
  - Qué, porqué y para qué
- ▶ Personal
  - Quién
- ▶ Contexto cultural
  - Dónde
- ▶ Estratégica
  - Cómo, cuándo
- ▶ Evaluadora
  - Qué, quién, cómo, dónde, cuándo

## Aportaciones

- Investigación educativa calidad. (IIS) (IQ) (profrs.) (Física Clásica) (2da. Opción)
- Modelo integral (ID&D, SP, IS) TE, D C , Inn. Dimensional (sustantiva, personal, sociocultural, contextual, tecnológica, instrumental y evaluación)
- Modelo conciliador Enfoques Disciplinas
- Modelo contextual Retroalimentado Dinámico, procedual, conceptual y multidimensional
- Modelo vanguardista. Presencial Complementario Semipresencial Abierto
- Modelo financiado Fomes, PIFI, cuotas
- Modelo estratégico Aulas Materiales Cursos Talleres Obstáculos, Resistencias, Rechazo, Bloqueo
- Modelo teórico práctico Lineamientos al aula Intenciones a la práctica



Al público:  
Muchas gracias por su asistencia

A MAESTROS DE MAESTROS:

Por la formación recibida y

Por aceptar evaluar mi propuesta.

Con todo mi respeto y consideración

Ignacio Cruz Encinas

## **REFERENCIAS**

- Almaguer, T. E. (1999). *El desarrollo del alumno: Características y estilos de aprendizaje*. México: Trillas
- Angulo, Félix. (1994). Innovación, cambio y reforma: Algunas ideas para analizar lo que está ocurriendo. En F. Angulo & B. Nieves (Coordinadores), *Teoría y desarrollo del currículo* (pp. 357-367). Archidona, España: Aljibe
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (2000a). *La educación superior en el siglo XXI. Líneas estratégicas de desarrollo: Una propuesta de ANUIES* [Versión electrónica]. México: Editor
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2000). *Reforma de la educación primaria y secundaria en América Latina y el Caribe*. Washington: Editor
- Banco Mundial (1994). La enseñanza superior. Lecciones derivadas de la experiencia. En R. Campos (Comp.). *Disyuntiva actual de la educación superior* (pp.12-35). México: UNAM /PAXIS.
- Banco Mundial (1995). Prioridades y estrategias para la educación. Examen del Banco Mundial, 1995. En R. Campos (Comp.). *Disyuntiva actual de la educación superior* (pp.36-62). México: UNAM /PAXIS.
- Banco Mundial. (1998) *Documento Estratégico del Banco Mundial: La Educación en América Latina y el Caribe*. Washington: Editor
- Banco Mundial (1999). Documento estratégico del Banco Mundial: La educación en América Latina y el Caribe [Versión electrónica]. Washington: Editor
- Bautista, A. & Alba, C. (1997, Junio). ¿Qué es tecnología educativa? Autores y significados. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Comunicación*, No. 9. Artículo4. Extraído el 4 Junio, 2004 de <http://www.sav.us.es/pixelbit/articulos/n9/n9art/art94.htm>

Becerra, S., Villegas, M. E. & Benegas J. C. (2000, Febrero). *Laboratorio y simulación: un ejemplo de su complementariedad*. Ponencia presentada en el II Taller Internacional sobre Didáctica de la Física Universitaria, realizado en la Universidad de Matanzas. Cuba.

Bellamy, C. (1999). *El estado mundial de la infancia 1999*. Extraído el 21 de Junio, 2004 del sitio Web de UNICEF [http://www.unicef.org/spanish/sowc99/sowcsp\(all\).pdf](http://www.unicef.org/spanish/sowc99/sowcsp(all).pdf)

Block, D. & Fuenlabrada, I. (1999). Materiales curriculares de matemáticas para el nivel básico. En E. Remedi (Coordinador), *Encuentro de investigación educativa 95–98* (pp. 249-286). México: Plaza y Valdéz–CINVESTAV

Braslavsky C., Cosse G. (1997). *Las Actuales Reformas Educativas en América Latina: Cuatro Actores, Tres lógicas y Ocho Tensiones*. Extraído el 3 de Febrero, 2002 del sitio Web del Programa de Promoción de la Reforma Educativa en América Latina y el Caribe: <http://www.preal.org/public-dtindex.php> <http://www.preal.cl/cosse5.pdf>

Bruner, J. J: (2000). Globalización y el futuro de la educación: Tendencias, desafíos, estrategias. En Seminario sobre prospectiva de la educación en la región de América Latina y el Caribe. UNESCO, Santiago de Chile, Agosto del 2000. Extraído el 4 de Junio, 2004 del sitio Web de UNESCO: <http://www.unesco.cl/promedl7/prospectivas/brunner.pdf>

Campanario, J. M. & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. [Versión electrónica]. *Enseñanza de las Ciencias*, 2(17), 179-192

Carretero, M. (1997). ¿Qué es el constructivismo? Extraído el 4 de Junio, 2002 del sitio Web [http://www.ulsa.edu.mx/~estrategias/constructivismo\\_educacion.doc](http://www.ulsa.edu.mx/~estrategias/constructivismo_educacion.doc)

Casarini, M. (2001). *Teoría y diseño curricular* (2ª ed.). México: Trillas

Castañeda, M. & Acuña, C. E. (1996, abril-junio). Diseño instruccional: métodos de representación del conocimiento. *Perfiles Educativos* (abril-junio 1996) No. 72 Vol. XVIII. México: CISE-UNAM. Extraído el 6 de mayo, 2004 de [http://www.ulsa.edu.mx/~estrategias/disenio\\_instruccional.doc](http://www.ulsa.edu.mx/~estrategias/disenio_instruccional.doc)

- Coll, C. (1997). *Psicología y curriculum*. México: Paidós
- Concari, S. B. & Pozzo, R. L., (2000). El alumno como investigador: Una experiencia en un curso de Física. *Revista Electrónica de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura*. Extraído el 17 agosto, 2004 de <http://www.fceia.unr.edu.ar/fceia1/publicaciones/numero7/numero7.htm>
- Consejo Nacional de Población. (2003). Población de México en cifras. Extraído el 3 de Junio, 2004 del sitio Web [http://www.conapo.gob.mx/m\\_en\\_cifras/principal.html](http://www.conapo.gob.mx/m_en_cifras/principal.html)
- Cotignola, I. (1998, Octubre). *Utilización de simulaciones integradas dentro de una estrategia didáctica específica*. Ponencia presentada en el IV Congreso de Red Iberoamericana de Informática Educativa. Brasilia, Brasil. Extraído el 17 Agosto. 2004 de <http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie98/278.html>)
- Couso, I. (2000, Septiembre). El fracaso escolar. En Jornada sobre Cambios Pedagógicos y Fracaso Escolar de la Fundación para la Modernización en España. Madrid, España. Extraído el 3 de Febrero, 2002 del sitio Web <http://comunidad-escolar.pntic.mec.es/661/docum.html>
- Delors, J. (1996). La educación encierra un tesoro. *Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI*. Extraído el 4 de Junio. 2004 del sitio Web de UNESCO de [http://www.unesco.org/delors/delors\\_s.pdf](http://www.unesco.org/delors/delors_s.pdf)
- Díaz Barriga, A. (1997/1998). *Didáctica y curriculum* (1ª Reimpresión). México: Paidós.
- Díaz Barriga, F. & Hernández, G. (1998). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. Mexico: Mc. Graw Hill
- Duhalde, M. A. (1997). *La investigación en la escuela. Un desafío para la formación docente*. Argentina: Ediciones Novedades Educativas
- Estévez, E. H. (1999). *La enseñanza basada en el uso de estrategias cognitivas*. Hermosillo, Sonora, México. Editorial Unison

- Fernández, M. R., (2003). *La situación de la educación básica en Iberoamérica: retos para la cooperación internacional*. Extraído en Junio 4, 2004 del sitio Web de la Organización de Estados Iberoamericanos de <http://www.campus-oei.org/revista/rie31.htm>
- Feynman. R. (1987/2000). *¿Está Usted de broma Sr. Feynman?* (4ª Reimpresión). Madrid: Alianza Editorial Madrid
- Fink, D. & Stoll, L. (2000). Promover y mantener el cambio. *Cuadernos de Pedagogía*, 1(290), 78-81
- Fowler, B. (2002). La taxonomía de Bloom y el pensamiento crítico. Extraído el 24 de Agosto. 2004 de <http://www.eduteka.org/profeinvidad.php3?ProfInvID=0014>
- Frezán, M. & Vera, Y. (2000). La evaluación de la actividad docente. En ANUIES. (Compilador), *Evaluación del desempeño del personal docente: Análisis y propuesta de metodología básica*. Colección Biblioteca de la Educación Superior, Serie Investigaciones. México: ANUIES.
- Fullan, M. & Stiegelbauer. S. (1997/2000). *El cambio educativo: Guía de planeación para maestros* (1ª Reimpresión). México: Trillas.
- Fullan, M. & Hargreaves, A. (1999). Profesores y profesores totales. En *¿Hay algo por lo que merezca la pena luchar en la escuela?* (pp. 39-62). Sevilla: Publicaciones MCEP
- Furió, C., y Guisasola, J. (1997). Deficiencias epistemológicas en la enseñanza habitual de los conceptos de campo y potencial eléctrico. [Versión electrónica]. *Enseñanza de las Ciencias*, 2(15), 259-271
- Gajardo, M. (1999) *Reformas Educativas en América Latina. Balance de una década*. Extraído el 3 de Febrero, 2002 del sitio Web del Programa de Promoción de la Reforma Educativa en América Latina y el Caribe: <http://www.preal.org/public-dtindex.php> <http://www.preal.cl/gajardo.pdf>

- García, C. (2003, Agosto 5) En el sureste el mayor rezago educativo, señala Tamez. [Versión electrónica]. *La Jornada*. Extraído en Agosto 24, 2003 de <http://www.jornada.unam.mx/2003/ago03/030805/039n3soc.php?origen=index.html&fly=1>
- Garza, R. M., & Leventhal, S. (1998). *Aprender cómo aprender*. México: Trillas
- Gil, D. (1993). *Enseñanza de las Ciencias y la Matemática: Tendencias e innovaciones*. Extraído en Junio 4, 2004 del sitio Web de la Organización de Estados Iberoamericanos de <http://www.campus-oei.org/oeivirt/ciencias.htm>
- Gil, D., Carrascosa, J., Dumas-Carré, A., Furió, C., Gallego, R., Gené, A., et al. (1999) ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? [Versión electrónica]. *Enseñanza de las Ciencias*, 3(17), 503-512.
- Gil, D., Guisásola, J., Moreno, A., Cachapuz, A., Pessoa de Carvalho, A. M., Martínez, J. et al. (2002). Defending Constructivism in Science Education. *Science & Education* 11(6), 557–571
- Gimeno Sacristán J. (1981). *Teoría de la enseñanza y desarrollo del currículo*. Madrid: Anaya
- González, L., Ordóñez, C. & Díaz, M. (2000). *Fundamentación Psicológica de la comprensión y planificación de la resolución de problemas*. Ponencia presentada en el II Taller Internacional sobre Didáctica de la Física Universitaria, realizado en la Universidad de Matanzas. Cuba.
- Guisasola, J., Furió, C., Ceberio M. & Zubimendi J. L. (2003). ¿Es necesaria la enseñanza de contenidos procedimentales en cursos introductorios de Física en la universidad? *Enseñanza de las Ciencias. Número extra*, 17-28.
- Guisasola, J., Ceberio M. y Zubimendi J. L. (2003. Diciembre). El papel científico de las hipótesis y los razonamientos de los estudiantes universitarios en resolución de problemas de física. *Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias. Vol. 8, No. 3*, Extraído en Junio 4, 2004 de <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/>



- Gutiérrez, O. A. (2003). Enfoques y modelos educativos centrados en el aprendizaje: Estado del arte y propuesta de su operativización en las instituciones de educación superior nacionales. Extraído el 15 Agosto, 2004, del sitio Web de la Subsecretaría de Educación Superior e Investigación Científica  
<http://www.sesic.sep.gob.mx/intranet/aye/eymecca1.pdf>
- Hargreaves, A. (2000). Nueva Profesionalidad para una profesión paradójica. *Cuadernos de Pedagogía*, 1(290), 58-60
- Havelock, R. (1979). *The change agent's guide to innovation in education*. New Jersey: Educational Technology Publications Inc.
- Hernández, F. & Sancho, J. M. (1996). *Para enseñar no basta con saber la asignatura*. México: Paidós.
- Hernández, G. (1998). *Paradigmas en psicología de la educación*. México: Paidós.
- Hernández G. (1997). Módulo Fundamentos del Desarrollo de la Tecnología Educativa (Bases Psicopedagógicas) Unidad 1. Paradigmas de la Psicología Educativa. Díaz Barriga, F. (Coordinador). México: Editado por ILCE- OEA 1997. Extraído el 18 de Mayo, 2004 del sitio Web  
<http://cecte.ilce.edu.mx/cecte/posgrado/psicopedagogia/pospsicobiblioba.htm#ancla>
- Hiltz, S. R. & Turoff, M. (1993). *Video plus virtual classroom for distance education*. Extraído en Mayo 2, 2004 de <http://eies.njit.edu/%7Eturoff/Papers/dised2.htm>
- House, E. (1998). Tres perspectivas de la innovación educativa: Tecnológica, política y cultural. *Revista de Educación*, 286, 5-34
- Insausti, M., J., & Merino, M. (2000, Agosto). Una propuesta para el aprendizaje de contenidos procedimentales en el laboratorio de Física y Química. *Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 5, No. 2. Extraído en Junio 4, 2004 de <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/>

Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (2003). *La calidad de la Educación Básica en México: Primer informe anual, 2003*. Extraído en Junio 4, 2004, del sitio Web del Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa de <http://capacitacion.ilce.edu.mx/inee/estadisticas.htm#1>

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2001a). Comunicado de prensa No. 059. Mayo 21 del 2001. En: <http://www.inegi.gob.mx/difusion/espanol/acercainegi/boletines/2001/bol0403.html>

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2001b). *XII Censo general de población y vivienda*. Extraído en Junio 4, 2004, del sitio Web <http://www.inegi.gob.mx/inegi/default.asp>

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2004). *Información estadística*. Extraído en Junio 4, 2004, del sitio Web <http://www.inegi.gob.mx/inegi/default.asp>

Kuhn, T. S. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.

Marcelo, C. (1997) Las causas y los procesos de la iniciación del cambio. En M. García & J. López (Coordinadores). *Asesoramiento curricular y organizativo en educación* (pp. 9-33). Barcelona: ARIEL.

Marchesi, A, (2003). *El fracaso escolar en España*. Extraído en Junio 4, 2004, de <http://www.fundacionalternativas.com/fundacion/proyectos/elfracasoescolarenespaa/docsfinallaboratorio112003.pdf>

Marín, N. (2003). Visión constructivista dinámica para la enseñanza de las ciencias. [Versión electrónica]. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra*, 43-55

Márquez, R. (1996). Las experiencias de cátedra como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. *Revista Española de Física. Vol. 10, No. 1*. Extraído en Junio 4, 2004 de <http://www.us.es/fisica/FFAcrobatPDF/experiencias.pdf>

Martínez, J. C. (2001). *El fondo monetario internacional*. Extraído en Junio 4, 2004, del sitio Web <http://www.eumed.net/cursecon/16/16-1.htm>

Martínez, J. R. & Castillo, A. R. del (1999). Programa Universidad en Línea: Perspectivas de la educación en línea. La UNAM en Línea. Extraído en Junio 4, 2004 de <http://www.unam.mx/enlinea/enlineap/Documenta/Documental.html>

Massa, M., Sánchez, P., Llonch, E., D' Amico, H., Marchisio, S., Cabanellas, S. et. al (1997) ¿Qué se lee en el Enunciado de un Problema? *Revista Leonardo da Vinci*, 1, Artículo1. Extraído en Marzo 13, 2004 de <http://www.bibliotecaunlz.com.ar/leonardo/Contenidos.htm>

Mayor, F. (1999, Abril 20). UNESCO anuncia millonaria ayuda educativa para Honduras [versión electrónica]. *La Prensa*, 984. Extraído el 13 de Marzo, 2002 de <http://www.laprensahn.com/portadas/9904/p20.htm>

Mazzitelli, C., Maturano, C., Macías, A. & Núñez, G. Propuesta de situaciones problemáticas de Física. *Revista Leonardo da Vinci*, 5, Artículo4. Extraído el 13 de Marzo, 2004 de <http://www.bibliotecaunlz.com.ar/leonardo/Contenidos.htm>

Mendoza, F. (2000). En busca de un Secretario de Educación. Extraído el 18 de Junio, 2004 de [http://www.ifie.edu.mx/en\\_busca\\_de\\_un\\_secretario\\_de\\_edu.htm](http://www.ifie.edu.mx/en_busca_de_un_secretario_de_edu.htm)

Mergel, B. (1998). Instructional Design & learning theory. En R. Peón & M. I. Anaya (Traduc.) Extraído el 15 Enero, 2002 del sitio Web <http://www.educadis.uson.mx/pagina/ftp/Dise%C3%B1o-Instruc-RPA-B-Mergel-2.doc>

México, Presidencia de la República. (2001). Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006. México: Editor. Extraído el 18 de Junio, 2004 de <http://pnd.presidencia.gob.mx/index.php?idseccion=39>

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2002). Ley Orgánica de Calidad de la Educación. Extraído en Junio 4, 2004 del sitio Web <http://wwwn.mec.es/mecd/jsp/plantillaAncho.jsp?id=1&area=legislacion>

<http://wwwn.mec.es/mecd/jsp/plantilla.jsp?area=legislacion&id=1&contenido=/legislacion/htm/leycalidad.html>

Navarro, J. C., Carnoy, M. & de Moura C. (2000). La reforma educativa en América Latina: temas, componentes e instrumentos. En Navarro J. C., Taylor, K., Bernasconi, A. & Taylor, L. (Editores). *Perspectivas sobre la reforma educativa: América Central en el contexto de las políticas de educación en las Américas*. (pp. 1-45). USAID / BID / HIID, Washington, DC.

Nieda, J. & Macedo, B. (1997). *Un Currículo Científico para Estudiantes de 11 a 14 años*. Extraído en Junio 4, 2004 del sitio Web de la Organización de Estados Iberoamericanos de <http://www.campus-oei.org/oeivirt/curricie/index.html>

Observatorio Ciudadano de la Educación (1999, Diciembre 23). Educación, apuntes para un balance [Versión electrónica]. México: Editor. Extraído en Junio 21, 2004 de <http://www.observatorio.org/comunicados/comun023.html>

Observatorio Ciudadano de la Educación (2000, Noviembre 23). El rezago educativo [Versión electrónica]. México: Editor. Extraído en Junio 21, 2004 de <http://www.observatorio.org/comunicados/comun044.html>

Oliva, J. (2001). Distintos niveles de análisis para el estudio del cambio conceptual en el dominio de la Mecánica. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 89-102

Organización de Estados Iberoamericanos (1994). *Sistema Educativo Nacional de México: 1994* México: SEP - OEI

Organización de Estados Iberoamericanos (2000a). *Declaración mundial de educación para todos: satisfacción de las necesidades básicas de aprendizaje*. Extraído en Junio 4, 2004 de <http://www.oei.es/efa2000jomtien.htm>

Organización de Estados Iberoamericanos (2000b). *Educación para todos en las Américas: Marco de Acción Regional*. Extraído en Junio 4, 2004 de <http://www.oei.es/efa2000sdomingo.htm>

Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (1997). *Exámenes de las políticas nacionales de educación: México, educación superior*. París: Editor

Osses, S. (1999). Fundamentos de una Nueva Propuesta Educativa en Ciencias Experimentales. *Revista Enfoques Educativos* 1 (2). Extraído el 17 Agosto, 2004, de <http://rehue.csociales.uchile.cl/publicaciones/enfoques/03/edu11.htm>

Pozo, J. I. (1996, Agosto). La psicología cognitiva y la educación científica. *Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias, Vol 1, No. 2*. Extraído en Junio 4, 2004 de <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/>

Pozo, J. I. (1999) Más allá del cambio conceptual: El aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las Ciencias*, 3, 513-520

Pozo, J. I., Gutiérrez M. S. & Gómez M. G. (2002, Diciembre) La adquisición de conocimiento científico como un proceso de cambio representacional. *Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias Vol. 7, No 3*. Extraído en Junio 4, 2004 de <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/>

Resnick, R., Halliday, D. & Krane, K. (1998). *Física Volumen 1*. México: CECOSA

Ribeiro da Luz, A. M. & Alvarenga B. (1999) *Física I*. Oxford University Press. México

Rodríguez, J. R. (2000). *Mercado y profesión académica en Sonora*. México: ANUIES

Salinas, E., Pérez, R., Domínguez, L. A. & Parra, F. J. (2003). *Diagnóstico sobre el manejo de las herramientas matemáticas básicas por parte de los alumnos de primer ingreso a la Universidad de Sonora: Periodo 1998-2002*. (Publicación interna). Hermosillo, México: Universidad de Sonora, Departamento de Física.

Sánchez, M. de (1995). *Manual del curso innovaciones educativas*. Monterrey N. L. ITESM, Maestría en Educación. Mimeógrafo.

Sáncho, J. M. & Hernández R. (2001, Marzo) *Perspectivas de cambio sobre la enseñanza y el aprendizaje*. Ponencia presentada en el Simposio sobre Itinerarios

de Cambio en la Educación para Científicos de Barcelona. Barcelona, España.  
Extraído el 4 Junio, 2004 del sitio Web <http://161.116.88.109/ponencias/sancho.htm>

Schwartzman, S. (2001). El futuro de la educación en América Latina y el Caribe.  
Extraído el 4 Agosto, 2004 del sitio Web de UNESCO: <http://www.unesco.cl>  
[http://www.unesco.cl/medios/biblioteca/documentos/futuro\\_educacion\\_lac\\_esp.pdf](http://www.unesco.cl/medios/biblioteca/documentos/futuro_educacion_lac_esp.pdf)

Sears, F., Zemansky, W., Young, H. & Freedman R. (1999). *Física universitaria volumen 1*. México: Pearson Educación

Secretaría de Educación Pública (2001). *Programa Nacional de Educación 2001 –2006*. México: Editor.

Secretaría de Educación Pública (2004). *Estadística histórica del sistema educativo nacional*. Extraído el 6 septiembre, 2004 del sitio Web  
<http://www.sep.gob.mx/work/appsite/nacional/cuadros/c9000/madres99t.htm>

Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Sonora (1998). *Programa de desarrollo educativo 1998-2003*. Hermosillo, Sonora, México: Editor

Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Sonora (2004). *Programa Estatal de Educación 2004-2009*. Hermosillo, Sonora, México: Editor

Seels, B. B. & Richey, R. C. (1994). *Instructional Technology: The definition and domains of the field*. Washington: Association for Educational Communications and Technology.

Séré. Marie Geneviève (2002). La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? [Versión electrónica]. *Enseñanza de las ciencias*, 3(20), 357-368.

Solana, F. (1999). *Educación en el siglo XXI*. México: Editorial Noriega

Sokal, A. (1996) Transgressing the boundaries: Toward transformative hermeneutics o quantum gravity. *Social Text*, 46, 217-252

- Stenhouse, L. (1991). *Investigación y desarrollo del curriculum* (3ª ed.). Madrid: Morata
- Stoll, L. & Fink, D. (1999). *Para cambiar nuestras escuelas: Reunir la eficacia y la mejora de las escuelas*. Madrid: OCTAEDRO.
- Tejada, J. (1995). El papel del profesor en la innovación educativa. Algunas implicaciones sobre la práctica innovadora. *Educación*, 19, 19-32
- Tejada, J. (1998). *Los agentes de la innovación en los centros educativos: Profesores, directivos y asesores*. Málaga: ALJIBE.
- Tejada, J. (2000). *Estrategias didácticas innovadoras: Recursos para la formación y el cambio*. En S. de la Torre & O. Barrios (Coordinadores). Barcelona: Octaedro
- Tójar, J. C. (1999). Indicadores de Evaluación de la Innovación Educativa en la Universidad. *Seminario indicadores en la Universidad*. Manuscrito no publicado, Universidad de Málaga, Málaga, España.
- Torre, S. de la. (1993). *Aprender de los errores*. Madrid: Editorial Escuela Española.
- Torre, S. de la (1994). *Innovación curricular: Proceso, estrategias y evaluación*. Madrid: Editorial Dykinson.
- Torre, S., de la (1998). Una propuesta innovadora de formación integral par la universidad del siglo XXI. *En V Congreso Interuniversitario de Organización de Instituciones Educativas*, DOE. Complutense y UNED, Madrid, pp.907-918.
- Torre, S. de la (2000a). Tres ideas en acción: Innovación-formación-investigación. En S. de la Torre & O. Barrios (Coordinadores), *Estrategias didácticas innovadoras: recursos para la formación y el cambio* (pp. 7-15). Barcelona: Octaedro
- Torre, S. de la (2000b). Estrategias didácticas innovadoras y creativas. En S. de la Torre & O. Barrios (Coordinadores), *Estrategias didácticas innovadoras: recursos para la formación y el cambio* (pp. 108-128). Barcelona: Octaedro

Tunnermann, C. (1999, Mayo 2). Las reformas educativas en el debate internacional [Versión electrónica]. *El Nuevo Diario*. Extraído en Junio 4, 2004, de <http://www-ni.elnuevodiario.com.ni/archivo/1999/mayo/02-mayo-1999/opinion/opinion4.html>

Ulloa, M. (1999, Abril). *El Financiamiento a la Educación en la administración del Presidente Ernesto Zedillo 1995-1999*. Conferencia presentada en la Sección XVIII del Sindicato Nacional de Trabajadores de la Educación. Michoacán, México. Extraído en Junio 4, 2004, de <http://www.geocities.com/Athens/Troy/2263/financiamientomaestroulloa.html>

UNESCO (1995b). Documento de política para el cambio y el desarrollo en la educación superior. En R. Campos (Comp.). *Disyuntiva actual de la educación superior* (pp.63-74). México: UNAM /PAXIS.

UNESCO (1996a). Guía para la elaboración de un plan de acción. En R. Campos (Comp.). *Disyuntiva actual de la educación superior* (pp.85-100). México: UNAM /PAXIS.

UNESCO (1996b). Informe final. En R. Campos (Comp.). *Disyuntiva actual de la educación superior* (pp.101-113). México: UNAM /PAXIS.

UNESCO (1998a). *Las exigencias del mundo del trabajo*. Conferencia Mundial sobre la Educación Superior: La educación superior en el siglo XXI. Paris: Editor. Extraído en Junio 18, 2004 de <http://www.unesco.org/education/educprog/wche/principal/wworks.html>

UNESCO (1998a). Declaración mundial sobre educación superior en el siglo XXI: Visión y acción. En R. Campos (Comp.). *Disyuntiva actual de la educación superior* (pp.114-140). México: UNAM /PAXIS.

UNESCO (1998b). Marco de acción prioritaria para el cambio y el desarrollo de la educación superior. En R. Campos (Comp.). *Disyuntiva actual de la educación superior* (pp.141-153). México: UNAM /PAXIS.



UNESCO (2000). *Marco de acción de Dakar. Educación para Todos: Cumplir nuestros compromisos comunes*. Extraído en Junio 21, 2004 de <http://www2.unesco.org/wef/en-conf/dakframspa.shtm>

Universidad de Sonora. (1999). *Informe Anual 1998-1999*. Extraído en Junio 4, 2004 de: [http://www.uson.mx/la\\_unison/rectoria/informe98-99.pdf](http://www.uson.mx/la_unison/rectoria/informe98-99.pdf)

Universidad de Sonora. (2000). *Informe Anual 1999-2000*. Extraído en Junio 4, 2004 de: [http://www.uson.mx/la\\_unison/rectoria/Informe2001.pdf](http://www.uson.mx/la_unison/rectoria/Informe2001.pdf)

Universidad de Sonora. (2001a). *Informe Anual 2000-2001*. Extraído en Junio 4, 2004 de: [http://www.uson.mx/la\\_unison/rectoria/Informe%202001-2002.pdf](http://www.uson.mx/la_unison/rectoria/Informe%202001-2002.pdf)

Universidad de Sonora. (2001b). *Programa Institucional de tutorías*. Extraído en Junio 4, 2004 de <http://www.industrial.uson.mx/tutor/material/TUTORIAS-ProInst.doc>

Universidad de Sonora. (2002a). *Plan de Desarrollo Institucional 2001-2005*. Hermosillo, Sonora, México: Editorial Unison.

Universidad de Sonora. (2002b). *Informe Anual 2001-2002*. Extraído en Junio 4, 2004 de: [http://www.uson.mx/la\\_unison/rectoria/Informe%202001-2002.pdf](http://www.uson.mx/la_unison/rectoria/Informe%202001-2002.pdf)

Universidad de Sonora. (2003a). *Informe Anual 2002-2003*. Extraído en Junio 4, 2004 de: [http://www.uson.mx/la\\_unison/rectoria/Informe%202002-2003.PDF](http://www.uson.mx/la_unison/rectoria/Informe%202002-2003.PDF)

Universidad de Sonora. (2003b). Lineamientos generales para un modelo curricular de la Universidad de Sonora. *Gaceta, Febrero, edición especial*. Extraído el 4 Junio, 2004 del sitio Web de la Universidad de Sonora  
[http://www.uson.mx/la\\_unison/reglamentacion.shtml](http://www.uson.mx/la_unison/reglamentacion.shtml)  
[http://www.uson.mx/notas\\_y\\_temporales/expo.shtml](http://www.uson.mx/notas_y_temporales/expo.shtml)

Universidad de Sonora. (2003c). *Modelo curricular: Eje de formación común* Extraído el 4 Junio, 2004 del sitio Web de la Universidad de Sonora  
[http://www.uson.mx/la\\_unison/reglamentacion.shtml](http://www.uson.mx/la_unison/reglamentacion.shtml)  
[http://www.uson.mx/la\\_unison/reglamentacion/eje-formacioncomun.doc](http://www.uson.mx/la_unison/reglamentacion/eje-formacioncomun.doc)

- Valzacchi, J. R. (2003). *Internet y Educación: Aprendiendo y Enseñando en los Espacios Virtuales* (2ª ed.) [Versión electrónica]. Agencia Interamericana para la Cooperación y Desarrollo. Washington: Interamer-Digital. Extraído el 4 de Junio, 2004 de [http://www.educoas.org/portal/bdigital/es/indice\\_valzacchi.aspx](http://www.educoas.org/portal/bdigital/es/indice_valzacchi.aspx)
- Vargas, D. (1996, enero - mayo). Nueva definición de tecnología instruccional o tecnología educativa. [Versión electrónica]. *Revista del Centro de Tecnología Educativa de la Facultad de Educación de la Universidad de Puerto Rico* 2(2), 2-3, 27.
- Villegas, M. E. & Benegas J. C. (2000, Febrero). *Aprendizaje conceptual de mecánica: resultados preliminares de un curso introductorio universitario en Argentina. Ponencia presentada en el II Taller Internacional sobre Didáctica de la Física Universitaria, realizado en la Universidad de Matanzas. Cuba.*
- Waldegg, G., Villaseñor, R., García, V. (1999). *Aprendiendo matemáticas a través de la resolución de problemas. Matemáticas en contexto*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Witaker, P. (1998) *Como gestionar el cambio en contextos educativos*. Madrid: Narcea
- Zabalza, M. (1993). *Diseño y Desarrollo curricular* (5ª ed.). Madrid: NARCEA
- Zabalza, M. (1996) Innovación y cambio en los centros educativos: modelos teóricos y contradicciones prácticas. En C. Rosales (Coordinador), *I Congreso de Innovación Educativa: Vol. 1*. (pp. 113-135). Santiago de Compostela: Tórculo Ediciones.
- Zilberstein, J. & Portela, R. (2002). *Una concepción desarrolladora de la motivación y el aprendizaje de las ciencias*. Extraído en Julio 4, 2004 de [http://www.unesco.cl/pagina\\_ciencia\\_02/Documento/mot\\_aprendes\\_01.doc](http://www.unesco.cl/pagina_ciencia_02/Documento/mot_aprendes_01.doc)