



TRABAJO FINAL
ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA DE SISTEMAS EXPERTOS

**ABORDAJE DE LA SELECCIÓN DE
ESTRATEGIAS Y ACTIVIDADES DE
INSTRUCCIÓN DESDE LA
INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO:
DESCRIPCION DEL DOMINIO Y
ANALISIS DE VIABILIDAD**

Autor: Ing. Alejandro Hossian

Directores: Dr. Ramón García-Martínez
Dr. Enrique Sierra

2003

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Sistemas de Instrucción	1
1.2. Objetivos del Trabajo Final de Especialidad	2
1.3. Descripción de Contenidos del Trabajo	2
2. DESCRIPCIÓN DEL DOMINIO	5
2.1 Introducción	5
2.2 Sistemas de Instrucción	5
2.3 Sistemas Actuales de Instrucción	6
2.4 Diseño de Instrucción como Proceso	7
2.5 Estado del Arte del Diseño Instruccional	11
2.5.1 Teorías Descriptivas y Prescriptivas	12
2.5.1.2 ¿En Qué Consiste una “Teoría de Diseño Educativo”?	13
2.5.1.3 Diferencias entre Teorías Descriptivas y “Teorías de Diseño Educativo”	16
2.5.1.4 ¿En Qué No Consiste Una “Teoría de Diseño Educativo”?	17
2.5.1.5 ¿Por Qué es Importante la “Teoría de Diseño Educativo”?	19
2.5.1.6 ¿Cómo y Porqué cambian las “Teorías de Diseño Educativo”?	19
2.5.1.7 Paradigma Actual de Enseñanza y Formación	22
2.5.1.8 Repercusiones sobre la Teoría de Diseño Educativo	25
2.5.1.9 Naturaleza Probabilística del Diseño Instruccional	28
2.5.1.10 Teorías del Aprendizaje	30
2.5.1.11 Puntos Fuertes y Débiles de las Teorías de Aprendizaje	32
2.5.1.12 Teorías de Diseño Educativo o de la Instrucción	33
2.6 Una Propuesta MultiDimensional al Diseño Instruccional	34

3. ESTUDIO DE VIABILIDAD	49
3.1 Introducción	49
3.2 Test de Viabilidad	50
3.3 Análisis de Viabilidad para el Proyecto	56
3.3.1 Justificación de la Dimensión Plausibilidad	57
3.3.2 Justificación de la Dimensión Justificación	59
3.3.3 Justificación de la Dimensión Adecuación	61
3.3.4 Justificación de la Dimensión Éxito	64
3.4 Cálculo de Viabilidad para el Proyecto	69
4. CONCLUSIONES	85
4.1 Problemas Abiertos	85
4.2. Futuras Líneas de Trabajo	86
5. REFERENCIAS	89

1. INTRODUCCION

1.1. SISTEMAS DE INSTRUCCIÓN

La instrucción puede ser vista como la creación intencional de condiciones en el entorno de aprendizaje para facilitar el logro de determinados objetivos educacionales. La instrucción involucra interacción del estudiante con experiencias de aprendizaje, materiales de apoyo, herramientas y gente en el entorno físico, a efectos de posibilitar el aprendizaje. El propósito de un sistema de instrucción es el de gestionar y suministrar la instrucción.

La instrucción consiste en un conjunto de actividades de aprendizaje, las cuales normalmente se encuadran en una determinada estrategia instruccional. Estas actividades están diseñadas para facilitar que los estudiantes alcancen los objetivos especificados en el diseño del currículum. Cualquier ambiente de software educativo orientado a instrucción provee distintos tipos de actividades.

El problema que se presenta a los diseñadores de ambientes educativos es la cantidad de variables que interactúan entre sí y que deben ser tenidas en cuenta para un diseño efectivo de la instrucción. En un análisis inicial, las principales variables que afectan el aprendizaje están relacionadas con las características a) del que aprende, al que se denomina generalmente “educando” b) del currículum c) del contexto del aprendizaje. La interacción entre estas diferentes variables debe tenerse en cuenta si se desea diseñar ambientes de aprendizaje de alta efectividad. A modo de ilustración se puede considerar la relación existente entre variables relacionadas con las características del currículum y las características del estudiante. El éxito en la adquisición de un nuevo aprendizaje en particular depende en gran medida de si el estudiante posee los conocimientos y habilidades requeridas para la asimilación de dicho aprendizaje.

Las estrategias de instrucción embebidas en un diseño altamente efectivo consisten en lograr la adecuada interacción entre los elementos que intervienen en el escenario de la instrucción a efectos de lograr una óptima consecución de los objetivos educacionales.

A modo ilustrativo, se puede considerar la situación de un estudiante cuyo estilo de aprendizaje es predominantemente visual y debe asimilar un contenido que involucre reiteradas asociaciones texto imagen. Ante este escenario, la investigación recomienda una estrategia de instrucción tendiente a la asignación de significados a las imágenes a fin de lograr una alta efectividad en la asimilación de este conocimiento y su incorporación a la estructura cognitiva del que aprende.

1.2. OBJETIVOS DEL TRABAJO FINAL DE ESPECIALIDAD

El presente trabajo final de especialidad tiene por objetivo describir el dominio de aplicación y estudiar la viabilidad de desarrollo de un sistema experto que, dadas las características de los elementos que convergen en un escenario de instrucción computarizado (educando, currículum, objetivos, contexto) sea capaz de establecer las estrategias de instrucción prioritarias y secundarias y reconocer las actividades que hagan efectivas esas estrategias en la práctica de esa instrucción y analizar Para ello el sistema deberá basarse en un modelo de la instrucción que sintetice las teorías, resultados de investigación y experiencia en el área a fin de converger hacia el logro de un diseño altamente efectivo en el logro de sus premisas.

1.3. DESCRIPCION DE CONTENIDOS DEL TRABAJO

En el Capítulo INTRODUCCIÓN se describen someramente los Sistemas de Instrucción (Sección 1.1.), se plantean los Objetivos del Trabajo Final de Especialidad (Sección 1.2.) y se da una breve Descripción de Contenidos del Trabajo (Sección 1.2.).

En el capítulo DESCRIPCIÓN DEL DOMINIO se da una introducción al estado de la cuestión (sección 2.1.), se plantea el uso de los sistemas de instrucción (sección 2.2.), se da una visión de los sistemas actuales de instrucción (sección 2.3.), se describe al diseño de instrucción como proceso (sección 2.4.), se da una amplia visión del estado del arte del diseño instruccional (sección 2.5.) en la que se describen teorías descriptivas y prescriptivas (sección 2.5.1.), se analiza en qué consiste una “teoría de diseño educativo” (sección 2.5.2.), se señalan diferencias entre teorías descriptivas y “teorías de diseño educativo” (Sección 2.5.3.) y en qué no consiste una “teoría de diseño educativo” (Sección 2.5.4.), se discute porqué es importante la “teoría de diseño educativo” (Sección 2.5.5.), se analiza cómo y porqué cambian las “teorías de diseño educativo” (Sección 2.5.6.), se plantea el paradigma actual de enseñanza y formación (Sección 2.5.7.), se indican las repercusiones de la teoría de diseño educativo (Sección 2.5.8.), se identifica la naturaleza probabilística del diseño instruccional (Sección 2.5.9.), se cotejan diversas teorías del aprendizaje (Sección 2.5.10.), se identifican puntos fuertes y débiles de las teorías de aprendizaje (Sección 2.5.11.) y de las teorías de diseño educativo o de la instrucción (Sección 2.5.2.) para finalmente, formular una propuesta multidimensional al diseño instruccional (Sección 2.6.).

En el capítulo ESTUDIO DE VIABILIDAD se da una introducción a la cuestión (Sección 3.1.), se plantea el Test de Viabilidad (Sección 3.2.), se realiza el Análisis de Viabilidad para el Proyecto (Sección 3.3.) en el que se lleva a cabo: la Justificación de la Dimensión Plausibilidad (Sección 3.3.1.), la Justificación de la Dimensión Justificación (Sección 3.3.2.), la Justificación de la Dimensión Adecuación (Sección 3.3.3.), la Justificación de la Dimensión Éxito (Sección 3.3.4.) para finalizar con el cálculo de Viabilidad del Proyecto (Sección 3.4.).

En el capítulo CONCLUSIONES se plantean Problemas Abiertos (Sección 4.1.) y se señalan Futuras Líneas de Trabajo (Sección 4.2.).

2. DESCRIPCION DEL DOMINIO

2.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describe brevemente el dominio de aplicación del Proyecto. En primer lugar se presenta el concepto de sistema de instrucción, cuáles son las dificultades que dichos sistemas enfrentan en la actualidad y el diseño de la instrucción como proceso.

2.2 SISTEMAS DE INSTRUCCIÓN

Un sistema de instrucción puede ser definido como una estructura de recursos y procedimientos utilizados para promover la enseñanza (Gagné, Briggs & Wager, 1992). Las escuelas públicas incorporan las formas de conocimiento más amplias de sistemas de instrucción; los servicios militares poseen, quizá, varios de los amplios sistemas instruccionales del mundo y también negocios e industrias los tienen incorporados, estando la gran mayoría de estos referidos a “Sistemas de entrenamiento”.

Así es que: “Toda institución que tiene el firme propósito de desarrollar las capacidades humanas, debe contener un sistema instruccional” (Gagné, Briggs & Wager, 1992).

El diseño de sistemas instruccionales es el proceso sistemático de planificación de sistemas de instrucción y el desarrollo instruccional es el proceso de implementación de planes. Juntas, estas dos funciones constituyen componentes que se refieren a la “Tecnología Instruccional”. Este constituye un término más amplio que el de sistemas instruccionales, el cual puede ser definido como una aplicación sistemática de teoría y otro conocimiento organizado para el diseño y desarrollo de las tareas de la instrucción.

La Tecnología Instruccional también incluye el interrogante para el nuevo conocimiento acerca de cómo la gente aprende y como diseñar mejor los sistemas de instrucción (Heinich, 1984).

2.3 SISTEMAS ACTUALES DE INSTRUCCIÓN

Si bien nuestra sociedad ha atravesado cambios dramáticos en los años recientes, los métodos de enseñanza han permanecido básicamente igual desde el comienzo del siglo diecinueve (Cuban 1988). Estas técnicas de instrucción no parecen cubrir las necesidades del estudiante de hoy y dados que los roles del adulto se vuelven más y más complejos, es imperativo que los estudiantes adquieran la habilidad de pensar y resolver problemas.

Muchas de las tareas asignadas a los estudiantes están confinadas a trabajos escritos rutinarios de bajo nivel, involucrando el reconocimiento o reproducción de información o práctica memorizada de habilidades aisladas, sin que se llegue a entender o a interpretar mucho el contenido o como aplicarlo de manera significativa (Doyle, 1986). Por otra parte, los métodos de instrucción actuales parecen a menudo anticuados y poco motivantes para chicos que han crecido bajo el estímulo de la televisión, los videojuegos y las computadoras. Jack Browser (1989) manifiesta: “Los medios les presentan a la gente joven el mensaje que todo debe ser divertido y entretenido”. Es decir, que las clases resultan aburridas en comparación con la televisión por ejemplo.

Por lo tanto, el desafío para las escuelas de hoy en día consiste en proveer experiencias instruccionales que mantengan el interés del estudiante y faciliten el desarrollo de habilidades de orden superior. Esto puede lograrse a través del diseño de actividades de aprendizaje que motiven a los educandos en áreas relevantes y que permitan obtener el máximo provecho de los recursos tecnológicos a emplear en la instrucción.

El sistema de instrucción actual está basado en el tiempo y centrado en el maestro, la mayoría de los cursos comienzan en el mismo período de tiempo y por el mismo número de días. Es decir, que el sistema asume que para la mayoría de los estudiantes, el tiempo asignado por el sistema es suficiente. Esta consideración conduce a la ineficiencia por partida doble:

Primero, concede demasiado tiempo a determinados temas para algunos alumnos. Segundo, concede muy poco tiempo para otros estudiantes y puede llevar a fracasos acumulativos.

Por añadidura, los sistemas de instrucción actuales enfatizan la evaluación reconociendo que educando se desempeña mejor y cual peor, no llevando a todos los estudiantes a alcanzar su potencial más alto.

2.4 DISEÑO DE INSTRUCCIÓN COMO PROCESO

Se puede entender al Diseño Instruccional como una disciplina, a la cual atañe el perfeccionamiento del proceso de instrucción.

El propósito de las actividades del diseño es prescribir estrategias de instrucción óptimas que logren activar cambios deseados en el conocimiento, habilidad y afecto del estudiante (Dick & Reiser, 1989).

Así es que, muchos modelos pueden considerarse adecuados para el diseño de la instrucción, los mismos han sido contruidos en base a un juego de estrategias que se consideran efectivas para lograr el propósito de la instrucción.

Las recomendaciones para el diseño se conciben una vez dadas las metas que debe conseguir el estudiante y las condiciones bajo las cuales dichas metas deberán ser alcanzadas.

De esta manera, numerosos modelos se han desarrollado sobre la base de estos conceptos con la intención de producir una lista de pasos o etapas fundamentales para el proceso de diseño instruccional. Estas etapas constituyen las acciones más comúnmente identificadas recomendadas para el diseño de la instrucción.

En líneas generales se puede afirmar, que las propuestas de los modelos de diseño instruccional comparten un número de componentes básicos en común, aunque algunos modelos contienen pasos más complejos y detallados que otros.

Un proceso de diseño instruccional típico y bastante completo consistiría en los siguientes pasos (Wilson, Brent. 1996):

- 1) Identificar los objetivos y metas de la instrucción: qué habilidad o conocimiento deberían adquirir los estudiantes como resultado de la instrucción?

Un objetivo puede definirse como un estado de cosas deseables, por ejemplo, a nivel nacional, un objetivo deseable es que todo adulto sepa leer y escribir al concluir sus estudios primarios. Este objetivo se puede afirmar que es instruccional.

Por el contrario, un objetivo no instruccional puede ser que todo adulto posea un adecuado cuidado médico.

Los objetivos instruccionales globales deben ser confeccionados en forma más específica antes de que la instrucción sistemática pueda ser diseñada para alcanzar dichos objetivos.

Así es que , una de las principales responsabilidades del diseñador instruccional es la de reconocer qué objetivos son instruccionales y cuáles no lo son.

Esto es especialmente importante en los cursos instruccionales vocacionales o en industrias, donde el objetivo debe estar relacionado con la motivación en el empleo o la satisfacción en el trabajo.

- 2) Fijar el conocimiento y habilidad prioritaria de los estudiantes: determinar si los estudiantes objeto de la instrucción tienen los pre-requisitos necesarios para beneficiarse de la instrucción?

El propósito de esta etapa es determinar cuáles de las habilidades requeridas para la tarea de aprendizaje poseen los educandos.

Algunas personas conocerán más que otras, por eso es que el diseñador debe elegir donde comenzar la instrucción, teniendo en cuenta que puede ser redundante para unos y necesaria para otros. Es decir, que el diseñador debe ser capaz de identificar aquellas personas a las cuales no le es apropiada la instrucción, para poder intentar proporcionarles la instrucción adecuada. A tal efecto, el mejor procedimiento es el de evaluar cuáles son las habilidades más populares hasta conocer lo suficiente acerca de ellas, y así estar en condiciones de diseñar la instrucción adecuada (Gagné, Briggs & Wager, 1992).

Cabe desatacar, que es muy importante que el diseñador halle las destrezas adecuadas que contemplen las “habilidades” y ”rasgos” de los educandos.

Las habilidades incluyen cualidades tales como “Comprensión Verbal” y “Orientación Espacial”.

Así es que por ejemplo, una instrucción diseñada para educandos que poseen baja comprensión verbal, podría enfatizarse en presentaciones verbales tales como textos impresos. Por el contrario, si los educandos poseen un alto grado de orientación en el espacio, esta habilidad puede ser aprovechada en un curso avanzado de arquitectura.

También los rasgos de la personalidad son importantes; por ejemplo, para una persona muy ansiosa es mejor aprender con una instrucción que le resulte más un pasatiempo, y que le permita elegir los pasos siguientes.

- 3) Analizar y especificar el contenido a ser impartido: qué habilidades del contenido deberían ser enseñadas a los estudiantes?

El propósito de esta etapa es determinar las habilidades que deben ser aprendidas para lograr los objetivos.

Estos objetivos deben ser lo suficientemente específicos para poder mostrar los progresos en el logro de las metas y también deben ser capaces de conectar distintas personas con diferentes niveles. Por ejemplo, maestros y estudiantes necesitan conocer estos objetivos para saber que es lo que tienen que **enseñar o aprender (especificación del contenido)**.

El diseñador debe ser capaz de determinar apropiadamente las condiciones de aprendizaje necesarias para la adquisición de nueva información y destrezas, esta tarea se facilita mediante la especificación de objetivos funcionales.

Es de fundamental importancia en esta etapa, que el diseñador haya pensado en como las necesidades y las metas puedan ser trasladadas a planes instruccionales en un curso o una unidad, para así poder establecer con mayor facilidad las habilidades del contenido que deben ser enseñadas.

Por ejemplo, si el objetivo es que todo adulto sano sea capaz de realizar una resucitación cardiopulmonar, entonces el Análisis Instruccional debe revelar las destrezas que se tienen que adquirir a tal efecto.

Las funciones de estos objetivos son:

- ✓ Proveer pautas para determinar si la instrucción conduce al logro de las metas.

- ✓ Proveer pautas para la planificación de lecciones con adecuadas condiciones de aprendizaje.
- ✓ Guiar el desarrollo de las capacidades de las personas que aprenden.
- ✓ Asistir a estas personas en sus esfuerzos en el estudio.

De esta manera, se enfatiza la relación entre: objetivos, instrucción y evaluación.

4) Identificar las estrategias instruccionales: que métodos instruccionales se deberían usar?

Mediante una estrategia instruccional, nos referimos a un plan para asistir a las personas en sus estudios, esto puede realizarse en forma de una planificación de la lección o mediante un conjunto de materiales específicos.

La idea central de esta etapa es que el diseñador sea capaz de identificar aquellas estrategias instruccionales (métodos educativos que consisten en diferentes formas de facilitar los conocimientos y el desarrollo humano) que deberá embeber en la instrucción, a fin de conseguir un diseño altamente efectivo de esta.

5) Probar, evaluar y revisar: como deberían ser evaluados los estudiantes para determinar el grado que estos han alcanzado en el logro de los objetivos?

De acuerdo a (Gagné, Briggs & Wager, 1992), las medidas de preparación de una persona pueden ser utilizadas de diversas maneras, por ejemplo, para realizar una evaluación de diagnóstico con el propósito de averiguar si la persona posee los requisitos previos necesarios para aprender nuevas destrezas.

Otra finalidad es la de chequear los resultados del aprendizaje de los estudiantes durante el desarrollo de la instrucción, facilitando así la detección de posibles faltas de entendimiento o desconocimiento del educando y poder remediarlas antes de continuar con la instrucción.

Las evaluaciones diseñadas para proveer datos mediante los cuáles la instrucción será perfeccionada, se denominan “**Evaluaciones Formativas**”, y cuando no se planean cambios y es el momento de determinar el éxito o el fracaso de la instrucción, estas evaluaciones se denominan “**Evaluaciones de Proceso**”.

De esta manera se concluye, que la evaluación formativa sirve para revisar y ajustar la instrucción (Dick & Carey, 1990), suministrando detalles para la etapa 2) del proceso de diseño y proporcionando un “*ida y vuelta*”, el cuál origina una revisión de los productos de la instrucción. Mientras que la evaluación de proceso, se lleva a cabo normalmente después de que el sistema pasó a través de su etapa formativa, por ejemplo, esto puede ocurrir en un primer estudio de campo o al cabo de un cierto tiempo, cuando un gran número de estudiantes hayan pasado por el nuevo sistema.

El objetivo principal de esta evaluación, es proporcionar un diagnóstico de características definitivas acerca del éxito o fracaso del proceso de instrucción.

A modo de resumen se puede afirmar:

- ✓ Que el proceso de diseño es **iterativo**, y algunas de las primeras etapas deberán ser revisadas y retrabajados los productos, si nueva información surge en las etapas finales.
- ✓ Que los resultados del diseño se manifiestan a través de las evaluaciones formativas y de proceso.
- ✓ Que las diferentes variables que afectan el diseño instruccional, pueden no ser analizadas o presentadas en una secuencia u orden particular. Siendo lo más importante, que cada elemento que interviene debe ser considerado desde el punto de vista de su influencia potencial sobre el diseño final.

2.5 ESTADO DEL ARTE DEL DISEÑO INSTRUCCIONAL

El diseño de instrucción puede entenderse como un conjunto de procedimientos sistemáticos para el desarrollo de ambientes educativos.

Es altamente recomendable que el diseño instruccional esté basado en principios teóricos que justifiquen la razón de los procedimientos y estrategias empleadas. Duffy y Jonassen (1982) señalan:

“El diseño y desarrollo instruccional deben basarse en alguna teoría de aprendizaje y/o conocimiento, siendo posible el diseño efectivo solo si la persona o equipo que lo desarrolla ha efectuado una meditada toma de conciencia de las bases teóricas subyacentes en el diseño”.

Está claro, que desde este punto de vista, un diseño instruccional efectivo emerge de la aplicación deliberada de alguna teoría particular de aprendizaje. Conforme a esta propuesta, los métodos (estrategias) de instrucción deben incorporar una teoría de aprendizaje y, más fundamentalmente, reflejar una epistemología.

De acuerdo a Reigeluth (Reigeluth, Charles. M.1999. Instructional design theories and models: a new paradigm of instructional theory), los fundamentos teóricos que sustentan el diseño instruccional pueden ser vistos desde una perspectiva **descriptiva o prescriptiva**.

Desde un punto de vista descriptivo, la teoría es considerada como un conjunto de descripciones concernientes a qué resultados se observan como consecuencia de la aplicación de un modelo instruccional dado y bajo ciertas condiciones del ambiente de aprendizaje.

Desde un punto de vista prescriptivo, la teoría es considerada como un conjunto de normas o prescripciones relativas cuál será el modelo instruccional óptimo para lograr los resultados deseados bajo condiciones dadas del entorno educativo. Es decir, que la teoría que fundamenta el diseño instruccional presenta una serie de modelos que recomiendan las estrategias instruccionales adecuadas frente a determinadas características del entorno de aprendizaje. A estas teorías, se las denomina “Teorías del Diseño Instruccional” o también “Teorías de Diseño Educativo” (Reigeluth, Charles. M.1999. Instructional design theories and models: a new paradigm of instructional theory).

2.5.1 TEORÍAS DESCRIPTIVAS Y PRESCRIPTIVAS

La mayor parte de la gente cree que las teorías son descriptivas por naturaleza, consideran que la teoría describe los efectos que se producen cuando tiene lugar una clase determinada de

sucesos causales, o que describe la secuencia en la que se produce un determinado tipo de sucesos. Por ejemplo, la teoría del tratamiento de la información es descriptiva, puesto que entre otras cosas afirma que la información nueva ingresa en la memoria inmediata antes de entrar en la memoria a largo plazo, pero no indica que es lo que se debe hacer para facilitar el aprendizaje.

“Las teorías descriptivas pueden utilizarse para *predecir* (dado un suceso causal, predecir qué efecto tendrá, o, dado un suceso en un proceso, predecir cual es el efecto que se va a producir a continuación) o para *explicar* (dado un efecto que ha tenido lugar, explica que es lo que lo debe haber causado o la ha precedido)” (Reigeluth, Charles. M.1999. Instructional design theories and models: a new paradigm of instructional theory).

Por otra parte, las teorías de diseño educativo o de instrucción (prescriptivas), se dice que están orientadas hacia la *práctica* o hacia un objetivo y que ofrecen orientaciones acerca del/os método/s a utilizar a la hora de conseguir de la mejor manera posible un objetivo dado. Es decir, que están centradas en los medios necesarios para obtener unos objetivos de aprendizaje y de desarrollo predeterminados en lugar de estar orientadas hacia la descripción (dirigiéndose a los resultados de unos acontecimientos dados). Así es que por ejemplo, si deseamos fomentar la retención a largo plazo de algún tipo de información nueva que va a tener lugar (un objetivo educativo), entonces se debería ayudar al educando a que relacione esa información con otro tipo de conocimientos pertinentes que haya recibido con anterioridad (un método educativo).

2.5.1.2 EN QUÉ CONSISTE UNA “TEORÍA DE DISEÑO EDUCATIVO”?

Una teoría de diseño educativo ofrece una guía explícita sobre la mejor forma de ayudar a que la gente aprenda y se desarrolle. Los tipos de conocimiento y de desarrollo pueden ser cognitivos, psicomotor y afectivo. Por ejemplo, en Perkins, D. N. (1992). Smart schools (“Colegios Inteligentes”) Better thinking and learning for every child. Nueva York: The Free Press, Perkins describe una teoría de diseño educativo denominada “Teoría Uno”, que proporciona una orientación acerca de lo que debe incluir cualquier proyecto educativo para fomentar el aprendizaje cognitivo. Dicha enseñanza tiene que brindar lo siguiente:

- ✓ Información clara: Descripción y ejemplos de los objetivos, el conocimiento necesario y el rendimiento esperado.
- ✓ Práctica reflexiva: Oportunidad de que los alumnos participen de forma activa y reflexiva, con independencia de lo que se está aprendiendo, a sumar, a resolver problemas sintácticos o a escribir redacciones.
- ✓ Respuesta informativa: Un asesoramiento claro y minucioso sobre el rendimiento de los alumnos les ayudará a avanzar de manera más eficaz.
- ✓ Una fuerte motivación, ya sea intrínseca o extrínseca: Actividades que recompensen por sí mismas, ya sea porque son muy interesantes e inciten a la participación o porque alimenten otros logros que interesan al alumno.

En esto consiste una teoría de diseño educativo, desde ya que Perkins elabora en su libro cada uno de estos puntos, pero este repaso proporciona un buen ejemplo de en qué consiste una teoría de diseño educativo. Por lo tanto, cuáles son las características principales que todas las teorías de diseño educativo presentan en común?

En primer lugar y tal como se mencionó anteriormente, estas teorías están orientadas hacia la práctica. En el caso de la “Teoría Uno”, el objetivo era aumentar el conocimiento en cualquier aspecto que se pretenda enseñar. El hecho de estar orientada hacia la práctica hace que la teoría tenga una mayor utilidad para los educadores, ya que proporciona una orientación directa acerca de cómo lograr sus objetivos.

En segundo lugar, la teoría de diseño educativo identifica métodos educativos (modos o estrategias de favorecer y facilitar el aprendizaje), así como también situaciones en las que dichos métodos deban o no utilizarse. En el caso de la “Teoría Uno”, los métodos (en este nivel general de descripción) son justamente; información clara, práctica reflexiva, respuesta informativa y

motivaciones fuertes. En palabras de Perkins: “Para enseñar bien es necesario contar con métodos diferentes para ocasiones distintas”.

En tercer lugar, en toda teoría de diseño educativo los métodos de enseñanza pueden fraccionarse en métodos con componentes más detallados que proporcionan a los educadores una mejor orientación. En el caso de la “Teoría Uno”, Perkins da una considerable cantidad de información sobre los componentes de cuatro de sus métodos básicos. Por ejemplo, dentro del marco didáctico, este autor describe algunos de los componentes relacionados con una información clara, que a su vez se basan en la investigación de Leinhardt (1989):

- ✓ Identificar los objetivos a los alumnos.
- ✓ Controlar y señalar los procesos para conseguir los objetivos.
- ✓ Proporcionar abundantes ejemplos de los conceptos tratados.
- ✓ Prácticas
- ✓ Vincular conceptos nuevos con los antiguos mediante la identificación de elementos, ya sean familiares, ampliados o nuevos.
- ✓ Legitimar un concepto o procedimiento nuevo utilizando principios que los alumnos ya conocen, realizando nuevas comprobaciones entre las representaciones y forzando a que actúe la lógica.

En cuarto lugar, los métodos son probabilísticos más que deterministas, lo cuál significa que aumentan las oportunidades de conseguir los objetivos en lugar de asegurar la consecución de los mismos. En el caso de la “Teoría Uno”, el proporcionar ejemplos abundantes de los conceptos tratados no garantiza que los alumnos consigan sus objetivos, pero aumentará las probabilidades de que lo hagan. Por lo tanto y según lo expresado, las teorías de diseño educativo están dirigidas a la práctica y describen métodos educativos y aquellas situaciones en las que dichos métodos deben ser utilizados.

2.5.1.3 DIFERENCIAS ENTRE TEORÍAS DESCRIPTIVAS Y “TEORÍAS DE DISEÑO EDUCATIVO”

Simon (1969) se refería a la distinción entre teorías descriptivas y teorías de diseño como a “Las ciencias naturales” y “Las ciencias de lo artificial” respectivamente.

A su vez, Cronbach y Suppes (1969) aludían a ello como una “Investigación orientada a las conclusiones” y una “Investigación orientada a las decisiones” respectivamente.

Con independencia de la denominación que le atribuyamos, existen diferentes tipos de teorías que tienen propósitos muy distintos y que requieren a su vez tipos de investigación muy diferentes. Así es que, las teorías prácticas, pretenden proporcionar una orientación directa a los educandos acerca de la clase de métodos que hay que utilizar para conseguir los distintos objetivos, mientras que las teorías descriptivas, intentan ofrecer un entendimiento más profundo de los efectos producidos por los fenómenos.

Por lo expresado, las teorías descriptivas también resultan de utilidad para los alumnos, ya que explican por qué funciona una teoría de diseño determinada y en qué forma puede ayudar a que los alumnos creen sus propias teorías para todas aquellas situaciones en las que no existe ninguna teoría adecuada.

La principal preocupación de las personas encargadas de desarrollar y poner a prueba teorías descriptivas es la validez de las mismas, mientras que para las teorías de diseño lo principal es la preferencia (es decir, este método nos ayuda a conseguir los objetivos de nuestros trabajos de una manera mejor que cualquier otro medio conocido?).

Es por lo expuesto, que las teorías de diseño requieren metodologías de investigación muy diferentes a la de las teorías descriptivas.

2.5.1.4 EN QUÉ NO CONSISTE UNA “TEORÍA DE DISEÑO EDUCATIVO”?

“Para comprender mejor en qué consiste una teoría de diseño educativo resulta útil contrastarla con aquello que no lo es” (Reigeluth, Charles. M.1999. *Instructional design theories and models: a new paradigm of instructional theory*). Se diferencia en aspectos importantes de la *teoría del aprendizaje*, del *proceso de diseño educativo* y de la *teoría curricular*. Pero a su vez, la teoría de diseño educativo está estrechamente relacionada con cada uno de estos elementos, por lo que resulta de gran importancia que los profesores y los diseñadores educativos los conozcan. Por tal motivo, se explican cada uno de ellos.

- ✓ Teoría del Aprendizaje: es muy común que estas teorías se confundan con las teorías de diseño educativo, pero las teorías del aprendizaje son descriptivas, describen el modo en el que se produce el conocimiento. Por ejemplo, la “teoría del esquema”, que es uno de los tipos de teoría del conocimiento, propone que el conocimiento nuevo se adquiere incorporándolo a un esquema ya existente, poniendo a punto dicho esquema cuando surge la más mínima contradicción, reestructurándolo cuando aparece una contradicción importante (Rummelhart y Norman, 1978).

Ahora, como puede ayudar este tipo de comprensión a la hora de enseñar gramática inglesa, por ejemplo? Si se es creativo y se dispone de mucho tiempo, se pueden desarrollar métodos educativos que faciliten la incorporación, puesta a punto y reestructuración de los esquemas. Pero todo eso es muy complicado y se puede acabar errando el blanco.

Si se tiene suerte a la hora de identificar métodos útiles para situaciones particulares, entonces se habrá creado una teoría de diseño educativo. Puede que ésta sólo pueda aplicarse a una estrecha gama de situaciones, pero esos métodos y situaciones comprenden por sí mismos una teoría de diseño educativo.

En contraposición a las teorías del aprendizaje, las teorías de diseño educativo se aplican a los problemas educativos de una manera más directa y sencilla, ya que describen acontecimientos específicos situados fuera del alumno y que facilitan el conocimiento (es decir los métodos educativos), en lugar de describir qué es lo que sucede en el interior de la mente del alumno cuando se produce el conocimiento.

Este mismo tipo de análisis se aplica a las teorías sobre el desarrollo humano, son descriptivas y se aplican solo de forma indirecta a la enseñanza.

Lo expresado, no significa en absoluto que las teorías del aprendizaje y del desarrollo humano no sean útiles para los educadores. En efecto, las teorías del aprendizaje y del desarrollo humano resultan de gran utilidad para comprender por qué funciona una teoría de diseño educativo y, en aquellas áreas en las que no existen, como pueden ayudar al investigador a inventar nuevos métodos o a seleccionar métodos educativos ya conocidos que podrían funcionar.

Por tanto, las teorías de diseño educativo y las teorías del aprendizaje y del desarrollo humano resultan igualmente importantes y de igual modo que le sucede a una casa con sus cimientos, están estrechamente relacionadas.

- ✓ El Proceso de Diseño Educativo: las teorías de diseño educativo tratan de cómo debería ser la enseñanza, por ejemplo, cuáles son los métodos educativos que habría que utilizar. Pero no se ocupa de cuál es el proceso que un profesor o un diseñador educativo debería utilizar para planificar y preparar el trabajo docente.

Sin embargo, las teorías y los procesos de diseño educativo se encuentran fuertemente relacionados. Las distintas teorías requieren diferencias en los procesos utilizados para aplicarlas a situaciones concretas.

- ✓ La Teoría Curricular: se debe distinguir entre lo que hay que enseñar y la forma de hacerlo, teniendo en cuenta que las decisiones relativas a lo que hay que enseñar se consideran una competencia de las teorías curriculares, mientras que las decisiones correspondientes al modo de enseñar son competencia de las teorías de diseño educativo (Reigeluth, 1983a).

No obstante, las interrelaciones entre ambas decisiones resultan tan intensas que es comprensible que con frecuencia se combinen las dos. Y de hecho, muchas teorías curriculares se han encargado de ofrecer una orientación para los métodos educativos, mientras que muchas teorías de diseño educativo ofrecen una orientación para la docencia.

2.5.1.5 POR QUÉ ES IMPORTANTE LA “TEORÍA DE DISEÑO EDUCATIVO”?

Pogrow (1996) indica que: “La historia de la reforma educativa es la historia del completo fracaso de las principales reformas para sobrevivir e institucionalizarse”. Y continúa: “La única y también la mejor herramienta para promover la reforma ha sido su defensa”, que se origina principalmente a partir del foro “REAR” (siglas en inglés de Reforma/Académica/Investigadora), compuesto por reformadores educativos, profesores universitarios e investigadores que desarrollan ideas.

Pogrow afirma que: “El sentimiento generalizado en el foro “REAR” es que su responsabilidad consiste en elaborar teorías generales, dejando que los profesionales expliquen la forma en la que se deben aplicar dichas teorías”. Y lo que Pogrow exige es la necesidad de una teoría de diseño más que una teoría descriptiva. En sus palabras, es mucho más difícil explicar la forma de poner en práctica una teoría descriptiva que elaborarla.

En definitiva, para poder ayudar realmente a los educadores a mejorar la enseñanza, es fundamental que mucha más gente del foro REAR dedique sus esfuerzos a elaborar teorías de la práctica o de instrucción en lugar de, como dice Pogrow, preferir filosofar y predicar.

2.5.1.6 CÓMO Y POR QUÉ CAMBIAN LAS “TEORÍAS DE DISEÑO EDUCATIVO”?

Se puede pensar en términos de dos tipos de cambio: *por partes y sistémico*.

El cambio por partes deja inalterable la estructura del sistema y, por lo general, supone encontrar una mejor forma de satisfacer las mismas necesidades. Como cuando se utiliza una comparación con el fin de facilitar que los alumnos aprendan los conceptos científicos que ya se han enseñado el año anterior de una manera parecida.

Por el contrario, el cambio sistémico implica modificar la estructura de un sistema como respuesta generalmente a nuevas necesidades. Por ejemplo, se puede observar que las peculiaridades de los alumnos (el modo en el que participan del conocimiento, las formas de aprendizaje, los intereses y las motivaciones) resultan más diversas de lo que solían ser y tienen objetivos muy diferentes (como la universidad, la formación profesional o un trabajo inmediato). Para responder a estas necesidades cambiantes podemos tomar la decisión de utilizar un modo de aprendizaje personalizado, basado en equipos y en la resolución de problemas, que muestre un progreso continuo usando nuevas tecnologías de una forma más extensiva.

Por lo general, el cambio por partes modifica una parte de un sistema de manera que siga siendo compatible con el resto, mientras que el cambio sistémico implica un cambio tan trascendental que requiere realizar transformaciones en todo el sistema en cuestión, dado que el resto de las partes que lo forman no son compatibles con el cambio.

La duda que surge es, ¿necesita la teoría de diseño educativo un cambio por partes o sistémico? Como se mencionó anteriormente, la teoría de diseño educativo es uno de los fundamentos del conocimiento que dirigen la práctica educativa, es decir, cómo se puede facilitar el aprendizaje.

Por el contrario, la práctica educativa es un subsistema que está formado por diferentes clases de sistemas, como los sistemas de enseñanza pública, los de enseñanza superior, los sistemas de formación empresarial, los organismos de sanidad, los sistemas de enseñanza extraacadémica y muchos otros.

Ahora bien, los especialistas en sistemas saben que cuando un sistema relacionado con la actividad humana (o un sistema social) cambia de manera importante, sus subsistemas deben cambiar de manera igualmente significativa para poder sobrevivir. Esto se debe a que cada subsistema debe satisfacer una o más necesidades de su supersistema para que éste pueda seguir sustentándose (Hutchins, 1996). Por lo tanto, si el supersistema de los sistemas educativos experimenta cambios sistémicos, entonces los sistemas educativos y, por consiguiente, la teoría de diseño educativo, necesitan experimentar un cambio sistémico o arriesgarse a quedarse obsoletos.

Por lo tanto cabe el planteo, ¿están cambiando de forma sensible los supersistemas educativos?

En la época agrícola, el trabajo se desarrollaba en torno a la familia: la explotación agrícola familiar, la panadería familiar, etc. En la era industrial, la familia fue sustituida por la burocracia y la administración, que se convirtieron en los centros de organización predominantes. En la actualidad, a medida que vamos adentrándonos más y más en la era de la información, las empresas están suprimiendo buena parte de los niveles intermedios de la burocracia al tiempo que se reorganizan sobre la base de procesos holísticos en lugar de hacerlo en departamentos fragmentados. Del mismo modo, también están organizando sus plantillas en equipos a los que se dota de una considerable autonomía a efectos de que estos adquieran un óptimo grado de desenvolvimiento dentro de la esfera empresarial, en lugar de ser dirigidos desde arriba (Drucker, 1989; Hammer y Champy, 1993); permitiendo de esta manera a las compañías, responder de forma mucho más rápida y adecuada a las necesidades de sus clientes y proveedores. Todo estos cambios encajan efectivamente dentro de la definición de cambio sistémico. En la siguiente tabla correspondiente a la figura 2 – 1, se pueden observar algunos de los indicadores que caracterizan las diferencias entre las organizaciones de la era industrial y la era de la información.

Era Industrial	Era de la Información
Estandarización Organización burocrática Control centralizado Relaciones de competencia Toma de decisiones autocrática Subordinación Conformismo Comunicaciones unidireccionales Compartimentación Orientado a las partes Planificación obsoleta El CEO o jefe es el “rey”	Personalizado Organización basada en equipo Autonomía con responsabilidad Relaciones de cooperación Toma de decisiones compartida Iniciativa Diversidad Trabajo en redes Carácter holístico Orientado al proceso Calidad total El cliente es el “rey”

FIGURA 2 – 1

2.5.1.7 PARADIGMA ACTUAL DE ENSEÑANZA Y FORMACIÓN

Estos cambios fundamentales en los supersistemas educativos tienen implicancias importantes para la educación. Los empleados deben que ser capaces de pensar y de resolver los problemas, de trabajar en grupo, de comunicarse, de tomar iniciativas y de aportar diversas perspectivas a su trabajo. Asimismo, “la gente necesita aprender más, aunque disponga de menos tiempo para hacerlo” (Lee y Zemke, 1995), a la vez que necesita demostrar un impacto sobre los objetivos estratégicos de la organización (Hequet, 1995).

Por lo tanto, la pregunta en cuestión es: ¿Pueden los actuales sistemas de enseñanza y formación hacer frente a esas necesidades con sólo cambiar el contenido (lo que se enseña), o se precisan realizar cambios fundamentales a tal efecto?

La tabla de la figura 2 – 1 (Reigeluth, Charles. M.1999. Instructional design theories and models: a new paradigm of instructional theory), muestra que el paradigma actual de enseñanza y formación se basa en la *estandarización*, mucho más parecida a la producción en serie de la era industrial y que está dando paso a un tipo de producción personalizada en la economía de la era de la información.

Los educadores coinciden en que las personas diferentes aprenden a ritmos diferentes, de manera que cuando un sistema de enseñanza o de formación mantiene constante el tiempo, los resultados deben variar, como ha sido el caso del sistema educativo de la era industrial desde que reemplazó a la escuela de aula única. Y en esto consiste el paradigma actual, que implica enseñar al mismo tiempo unos contenidos idénticos a un grupo numeroso de alumnos, en la creencia de que el aprendizaje basado en grupos posee una eficacia logística y económica propia, incluso aunque no funcione correctamente a la hora de enfrentarse a las necesidades de los alumnos. La alternativa es dejar que varíe el tiempo, otorgándole a cada alumno el tiempo que necesite para conseguir los objetivos del conocimiento, lo que significa que necesitamos centrarnos en la *personalización* y no en la *estandarización*. Esto es aplicable a todos los contextos educativos: empresas y demás organizaciones, así como a los centros desde primaria a bachillerato e instituciones de enseñanza

superior. Cabe destacar entonces, que sólo con cambiar los contenidos de lo que se enseña no se podrá cumplir con esta nueva necesidad de crear supersistemas educativos.

También se puede observar en la tabla de la figura 2 – 1, que el paradigma actual de enseñanza y formación se basa en la *subordinación y el conformismo*. Normalmente, el aprendizaje lo dirige el preparador o el profesor, pero los empresarios del mundo de hoy pretenden que las personas tomen la *iniciativa* a la hora de resolver problemas y que aporten *diversidad* en el desarrollo de sus tareas. Se entiende que ambas características mejoran la capacidad que posee un equipo para atacar situaciones problemáticas manteniéndolo a la cabeza de la competencia. También en este caso cabe resaltar, que no alcanza con cambiar el contenido que se imparte se podrá satisfacer estas nuevas necesidades de los supersistemas, porque la misma estructura del sistema de formación y enseñanza disuade a la hora de desarrollar la *iniciativa y la diversidad*.

Se puede continuar con este proceso de análisis viendo hasta qué punto los indicadores del actual paradigma de formación y enseñanza de la tabla de la figura 2 – 1 resultan contraproducentes cuando hay que enfrentarse a las crecientes necesidades de la era de la información, pero el mensaje debe quedar muy claro: **es necesario cambiar de paradigma**. Este es el núcleo central de un nuevo campo que se está desarrollando en la actualidad y que se denomina “Diseño de Sistemas Educativos” (DSE) (Banathy, 1991; Reigeluth, 1995), que trata de los tipos de cambios necesarios que se deben implementar, a efectos de cumplir con las necesidades de los supersistemas y de los alumnos (un asunto relativo al producto) y de cómo llevar a cabo esas transformaciones (un asunto relativo al proceso).

A partir de lo expresado, se observa que el actual paradigma de formación y enseñanza necesita una transformación: pasando de la estandarización a la personalización, de dirigirse a exponer el material a asegurarse de que se satisfacen las necesidades de los alumnos, pasando de concentrarse en introducir las cosas en la mente de los educandos a ayudarles a comprender las capacidades de su inteligencia mediante un paradigma “enfocado hacia el aprendizaje”. Esto requiere un desplazamiento desde un aprendizaje pasivo a uno activo que pase de estar dirigido por el profesor a estar dirigido por el alumno (o conjuntamente), es decir, que impone un cambio desde la iniciativa, el control y la responsabilidad del instructor a una iniciativa, un control y una

están adaptados al comportamiento del profesor; incluye la narración de relatos, la utilización de analogías y ejemplos, así como la selección de representaciones que captan aspectos importantes del tema para que lleguen al mayor número de alumnos. Por lo tanto, el contenido y las decisiones educativas están principalmente en manos del educador y no de los alumnos.



FIGURA 2 – 3

En contraposición, Hannafin, Land y Oliver, describen un ambiente de aprendizaje en el que los alumnos tienen un mayor control sobre el mismo (tal como se puede observar en la figura 2 – 4). Estos autores identifican tres clases diferentes de contextos posibles que describen como “Vehículos a través de los cuales los individuos están orientados hacia una necesidad o un problema y en el que se sitúan las perspectivas interpretativas”. Las tres clases de contextos: impuestos externamente, inducidos externamente y elaborados individualmente, describen toda una extensión de tipos de control que van desde utilizar un problema seleccionado por el educador dejando a la discreción del alumno los medios para resolverlo, hasta una estrategia más centrada en el alumno en la que ellos seleccionan, tanto los medios para la resolución del problema, como el problema en sí.



FIGURA 2 – 4

2.5.1.8 REPERCUSIONES SOBRE LA TEORÍA DE DISEÑO EDUCATIVO

Evidentemente, este nuevo paradigma educativo requiere a su vez de un nuevo paradigma sobre la teoría de diseño educativo o de instrucción. Debiendo aclararse, que esto no significa que

deban desecharse las actuales teorías de instrucción, pero que sí resultan insuficientes en la actualidad para diseñar una educación de alta calidad.

“Es interesante recordar algunas de las aportaciones (estrategias educativas) más importantes de las teorías actuales y que seguirán siendo de gran importancia en futuros diseños: “Si alguien desea aprender una técnica, las pruebas que se hagan sobre la misma, las generalidades o explicaciones acerca de la forma de desempeñarla, así como la práctica de llevarla a cabo, junto con la respuesta (feedback) de la misma, hacen más fácil y eficaz el aprendizaje. Los conductistas reconocen este extremo y llaman a estos tres elementos: *reglas y prácticas con respuesta*. También los cognitivistas lo reconocen, pero naturalmente los denominan de diferente manera: *aprendizaje cognitivo y apoyo*. De igual forma, los constructivistas, a partir del análisis de la enseñanza diseñado por muchos de ellos, pone de manifiesto que también los reconocen” (Reigeluth, Charles. M.1999. Instructional design theories and models: a new paradigm of instructional theory).

Siguiendo a Reigeluth, este nuevo paradigma debe incluir los aportes de las teorías actuales y ofrecer al mismo tiempo un tipo de orientación flexible en cuanto a los educandos acerca de cuando y como:

- ✓ Se les debe dejar la iniciativa.
- ✓ Deben trabajar en equipos sobre tareas reales, de la vida cotidiana.
- ✓ Se les debe permitir escoger entre una variedad de métodos válidos.
- ✓ Deben utilizar el potencial de las tecnologías más avanzadas.
- ✓ Se les debe permitir insistir hasta que alcancen unos niveles adecuados.

La teoría del diseño educativo enfocada hacia el aprendizaje debe ofrecer una orientación a la hora de diseñar entornos de aprendizaje que suministren una combinación adecuada de estímulo y orientación, de capacidad de autorizar y de ayudar, de autodirección y de base.

Cabe destacar por otra parte, que el antiguo paradigma de la teoría de la instrucción iba dirigido a un número relativamente pequeño de tipos de aprendizaje. Pero los distintos tipos de aprendizaje requieren a su vez diferentes métodos educativos profesor (tal como se puede observar en la tabla correspondiente a la figura 2 – 5).

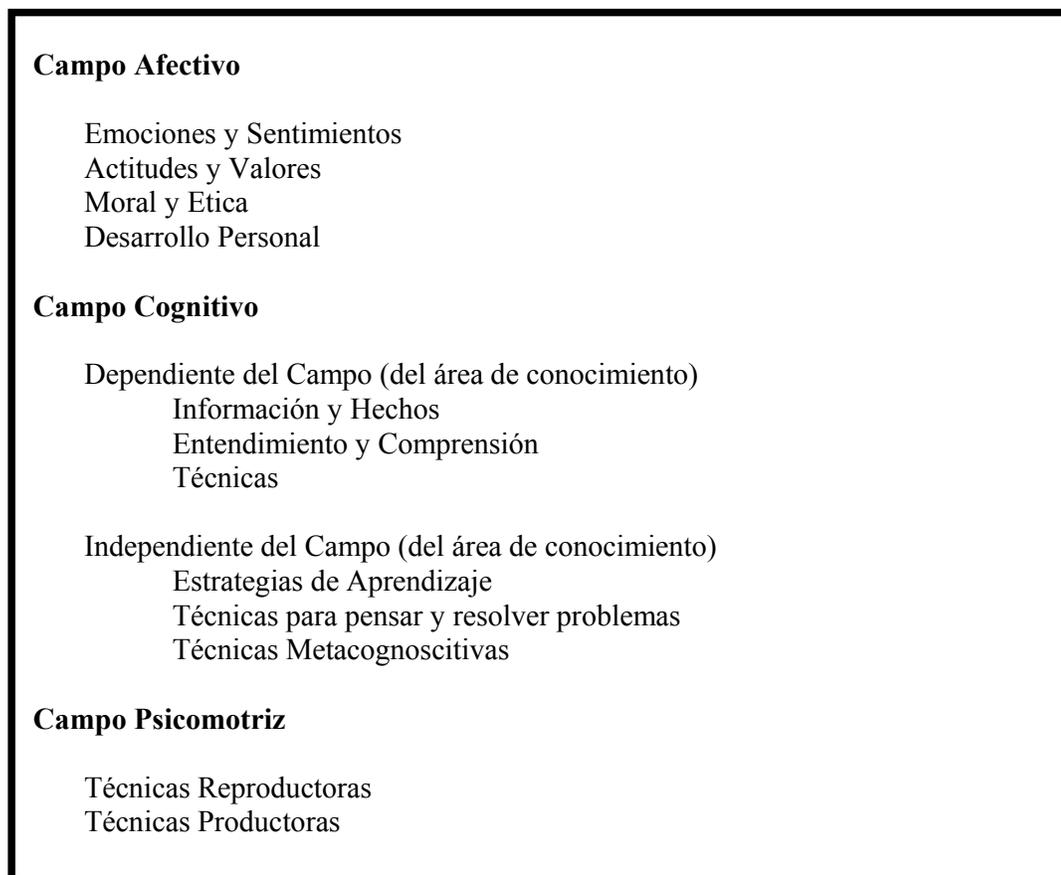


FIGURA 2 – 5

Las actitudes, los valores, así como otros tipos de conocimientos relacionados con el campo afectivo, se imparten mucho más en formas muy distintas; desde técnicas cognitivas a otros tipos de aprendizaje en el dominio cognitivo, a pesar de que haya elementos cognitivos en ese tipo de aprendizaje afectivo, o a pesar incluso de que ambos conocimientos estén a menudo muy interrelacionados.

El aprendizaje de aquellos conocimientos que dependen de un campo (que están limitados a un área concreta) se facilita de diversas maneras distintas a las de los conocimientos de dominios independientes que representan niveles mayores de aprendizaje, como en el caso de las técnicas metacognoscitivas, a pesar de que ambas clases de conocimiento se utilizan frecuentemente unidas.

En la era industrial, la enseñanza necesitaba dirigirse principalmente al aprendizaje cognitivo simple (dependiente del campo concreto). Pero a medida que se profundiza en la era de la información, los educandos necesitan de nuevas técnicas para enfrentarse a tareas cognoscitivas más complejas, tales como las que se precisan para resolver problemas en campos mal estructurados. De igual forma, necesitan más apoyo para expandirse en áreas no cognoscitivas como el desarrollo emocional, el desarrollo del carácter o el espiritual. Las teorías de diseño educativo se han centrado hasta la fecha casi exclusivamente en el campo cognitivo y dentro de él, principalmente, en las tareas procedimentales e informaciones más sencillas de áreas bien estructuradas.

Al tener en consideración todo el espectro de los diferentes tipos de aprendizaje, es evidente que las teorías de diseño educativo deben enfocarse hacia una forma de favorecer de la mejor manera posible el aprendizaje en todas sus variedades y tipos.

“Para que la teoría de diseño educativo siga siendo un campo lleno de vitalidad y de futuro y colabore para descubrir las necesidades cambiantes de nuestros sistemas de enseñanza y formación, necesitamos urgentemente más teóricos e investigadores que trabajen conjuntamente para desarrollar y perfeccionar este nuevo paradigma de las teorías de diseño educativo” (Reigeluth, Charles. M.1999. Instructional design theories and models: a new paradigm of instructional theory).

2.5.1.9 NATURALEZA PROBABILÍSTICA DEL DISEÑO INSTRUCCIONAL

Esto significa que los métodos educativos no garantizan los resultados deseados, sino que sólo aumentan la probabilidad de que tales resultados tengan lugar. Esto se debe a que existen demasiados factores (situación, variables) que influyen en el buen funcionamiento de un método

educativo. Probablemente sea imposible desarrollar un método educativo que funcione en un 100 % de las veces mejor que cualquier otro método en las situaciones para las que se lo ha concebido. Pero el objetivo de una teoría de diseño educativo es lograr que se produzca la máxima probabilidad de resultados deseables posible, lo comúnmente incluye la ineficacia en los costes.

Por otra parte, sería muy saludable que las teorías de diseño educativo pudieran especificar las probabilidades de cada uno de los métodos que las componen, pero dichas probabilidades posiblemente difieran en las distintas situaciones y dependan de otros componentes de los métodos que se hayan utilizado con ellos (un efecto interactivo). Esto hace que resulte complicado especificar las probabilidades de cada uno de los métodos y que, por consiguiente, rara vez se incluyan las probabilidades en las teorías de diseño educativo.

La teoría del diseño instruccional no debe concentrarse sólo en los resultados de la instrucción, sino que debe tener en cuenta muy especialmente la incertidumbre y la impredecibilidad como parte de la complejidad del mundo. Al hacerlo, la teoría del diseño instruccional se convertiría en más probabilística y potente.

La perspectiva caótica reconoce que cada ser humano posee una mente propia y particular, y por lo tanto el diseño instruccional debe concentrarse en incorporar un amplio espectro de condiciones para poder replicar la naturaleza probabilística de la instrucción.

Los teóricos del caos sostienen que existen condiciones de la que no se es consciente que pueden tener un significativo impacto sobre el aprendizaje. Hay tantas variables interactuando durante cualquier proceso de aprendizaje que se vuelve imposible predecir sus efectos sobre el mismo. Por lo tanto, el caos del mundo real tiene tal impacto sobre el aprendizaje y el proceso instruccional, que resulta imposible determinarlo en forma precisa. De esta manera, y conforme a la perspectiva de la teoría del caos, el aprendizaje no es simplemente un proceso cognitivo.

2.5.1.10 TEORÍAS DEL APRENDIZAJE

En educación, los aspectos metodológicos generalmente se basan en determinadas teorías del aprendizaje, que a su vez están basadas en modelos de la psicología cognitiva acerca de cómo aprende un sujeto.

Existen muchas teorías al respecto, pero hay tres que resultan fundamentales y que concentran prácticamente toda la atención de un diseñador instruccional, a saber: *el conductismo*, *el cognitivismo* y *el constructivismo*.

La teoría del aprendizaje conductista se basa en observar las conductas externas del educando e intenta explicar porqué ocurren esos comportamientos. Esta teoría está basada en la premisa de que el aprendizaje resulta de la asociación entre estímulo y respuesta, es decir que los resultados del aprendizaje se dan como consecuencia de aparear respuestas a estímulos.

De esta manera, se debe definir qué estrategias de instrucción activan determinados comportamientos observados externamente y en este sentido (Hannafin & Peck, 1993) afirman: “la psicología de la conducta está basada en cuatro principios: *contiguidad* (la respuesta debería seguir al estímulo sin dilación), *repetición* (la práctica refuerza el aprendizaje y mejora la retención), *retroalimentación* y *refuerzo* (el conocimiento que concierne a la corrección de la respuesta contribuye al aprendizaje), *decrecimiento gradual de la intensidad de sugerencia* (guiando a la respuesta deseada bajo condiciones de menor cantidad de pistas). Llevando a cabo los cuatro principios expuestos, instructores y maestros han producido una instrucción altamente efectiva”.

“En contraste con la teoría de la psicología del comportamiento, la teoría del aprendizaje cognitivista intenta determinar como sucede el aprendizaje basándose en los procesos cognitivos que se cree ocurren en el interior del educando” (Hannafin & Peck, 1993).

De esta manera, se debe definir qué estrategias de instrucción activan procesos cognitivos que conduzcan a un aprendizaje significativo. En tal sentido, cabe destacar que desde el punto de vista de la teoría cognitivista (como opuesta a la conductista), se han encontrado cuatro clases de

conocimiento que son los más representativos al efectuar un análisis de los tipos de conocimiento presentes en una gran variedad de tópicos y tareas: conocimiento factual, basado en imágenes, procedimental y modelos mentales (Sierra Enrique, A Cognitivist Instructional Approach applied to the design of intelligent tutoring systems, ASAI (JAIIO)). Y las estrategias instruccionales asociadas (inferencia, interpretación, proceduralización / secuenciación / secuencia, simulación), surgen como consecuencia del tipo de conocimiento embebido en el tópico acerca del cual se provee la instrucción.

Por otro lado, el constructivismo es una filosofía del aprendizaje basada en la premisa de que el conocimiento a transferir al educando no existe fuera de éste, sino que es construido internamente por el sujeto que aprende a través de un proceso de reflexión basado en las propias experiencias del educando. De acuerdo con esta teoría, el conocimiento se adquiere en el marco de una experiencia y el contexto en el que ésta tiene lugar es de gran importancia en el proceso interno de construcción del conocimiento. Siguiendo con éste razonamiento, es que se explica que estudiantes altamente eficientes en un ambiente escolarizado o académico, pueden fallar en transmitir las competencias adquiridas en el contexto escolar a un contexto real.

De esta manera, las estrategias instruccionales en este sentido consisten en proveer al educando experiencias auténticas y significativas en contextos relevantes que le permitan transferir exitosamente los conocimientos adquiridos en ambientes académicos o escolarizados a entornos reales.

Si bien se ha puesto de manifiesto enfáticamente la importancia de las teorías del aprendizaje en el diseño y desarrollo instruccional, cabe puntualizar que dichas teorías constituyen visiones parciales en el sentido de que éstas, en general, contemplan ciertos aspectos de la situación de aprendizaje en su conjunto. Dependiendo de las características del ambiente de aprendizaje a ser diseñado, es tarea de quien lo diseña determinar la combinación adecuada de estrategias instruccionales a ser embebidas en el diseño.

2.5.1.11 PUNTOS FUERTES Y DÉBILES DE LAS TEORÍAS DE APRENDIZAJE

Los puntos fuertes y débiles que se han percibido al usar ciertas propuestas teóricas al diseño instruccional , son los siguientes:

Conductismo

- ✓ Punto Fuerte: al educando se lo enfoca a una meta clara. Por ejemplo, los pilotos de la Segunda Guerra Mundial estaban condicionados a reaccionar a siluetas de aviones enemigos.
- ✓ Debilidad: los educandos se pueden encontrar en una situación donde no ocurre el estímulo para la respuesta correcta, por lo tanto el educando no puede responder. Por ejemplo, los trabajadores que han sido condicionados a responder a cierta sugestión en el trabajo para la producción cuando tiene lugar una anomalía, porque ellos no comprenden como funciona el sistema bajo estas nuevas circunstancias.

Cognitivismo

- ✓ Punto Fuerte: el objetivo es entrenar al educando a llevar a cabo una tarea de la misma manera que adquirir consistencia. Por ejemplo, cargar y descargar información en una computadora de oficina es lo mismo para todos los empleados, por lo que puede ser importante hacer una rutina exacta para evitar problemas.
- ✓ Debilidad: el educando aprende a realizar la tarea de una determinada manera, pero puede que ésta no sea la más apropiada para el tipo de educando o la situación. Por ejemplo, cargar información a Internet en una computadora puede no ser lo mismo al hacerlo en otra computadora.

Constructivismo

- ✓ Punto Fuerte: porque el educando puede interpretar realidades múltiples, éste está más capacitado para tratar con situaciones de la vida real. Por ejemplo, si los educandos pueden solucionar problemas, ellos pueden aplicar mejor sus conocimientos existentes a una situación novedosa.
- ✓ Debilidad: en una situación donde la conformidad es esencial, el pensamiento y acción divergente puede causar inconvenientes. Por ejemplo, si todas las personas deciden informar su declaración de impuestos a su manera.

A modo de síntesis cabe señalar, que en términos de la práctica del diseño instruccional, es la teoría cognitivista la que domina. Es decir, que las teorías actuales de la instrucción se enfocan en los procesos cognoscitivos (Dick & Carey, 1990).

2.5.1.12 TEORÍAS DE DISEÑO EDUCATIVO O DE LA INSTRUCCIÓN

Como ya se ha mencionado, desde un punto de vista prescriptivo la teoría se considera un conjunto de prescripciones relativas a cuál es el modelo instruccional óptimo a fin de lograr los resultados deseados bajo ciertas condiciones del entorno educativo. Y en tal sentido, éstos modelos recomiendan las estrategias instruccionales adecuadas.

Para determinados dominios se adaptan determinadas teorías, las cuáles proporcionan estrategias de instrucción específicas “(Theory into Practice (TIP)”, Greg Kearsley, The Walden Institute, George Washington University).

A tal efecto, se pueden citar algunas de estas teorías, así como los dominios a los que conviene aplicarlas:

TEORIAS

- ✓ ACT (J. Anderson)
- ✓ Flexibilidad Cognitiva (R. Spiro)
- ✓ Andragogy (M. Knowles)
- ✓ Pensamiento Lateral (E. DeBono)
- ✓ Desarrollo Social (L. Vygotsky)
- ✓ Inteligencias Múltiples (H. Gardner)
- ✓ Gestalt (M. Wertheimer)
- ✓ Constructivista (Bruner)
- ✓ GPS (A. Newell & H. Simon)
- ✓ Gestalt (M. Wertheimer)
- ✓ Desarrollo Social (L. Vygotsky)

DOMINIOS

- Matemática
- Medicina
- Computación
- Managment
- Lenguaje
- Lenguaje
- Matemática
- Matemática
- Resolución de Problemas
- Resolución de Problemas
- Ingeniería

La función del diseño instruccional es más una aplicación de una teoría que una teoría en sí misma. Desde un punto de vista pragmático, los diseñadores instruccionales encuentran lo que funciona y lo usan, debiendo permitir que las circunstancias que rodean la situación de aprendizaje les ayuden a decidir cuál propuesta al aprendizaje es más apropiada.

2.6 UNA PROPUESTA MULTIDIMENSIONAL AL DISEÑO INSTRUCCIONAL

Un ambiente instruccional efectivo debe tratar con muchas variables interactuantes, las cuáles, debido al análisis extensivo que se requiere para definir sus características, son consideradas como dimensiones. El diagrama correspondiente a la figura 2 – 6, muestra como tres dimensiones principales pueden influenciar en el proceso de diseño instruccional : el educando, el curriculum y el contexto para el aprendizaje.

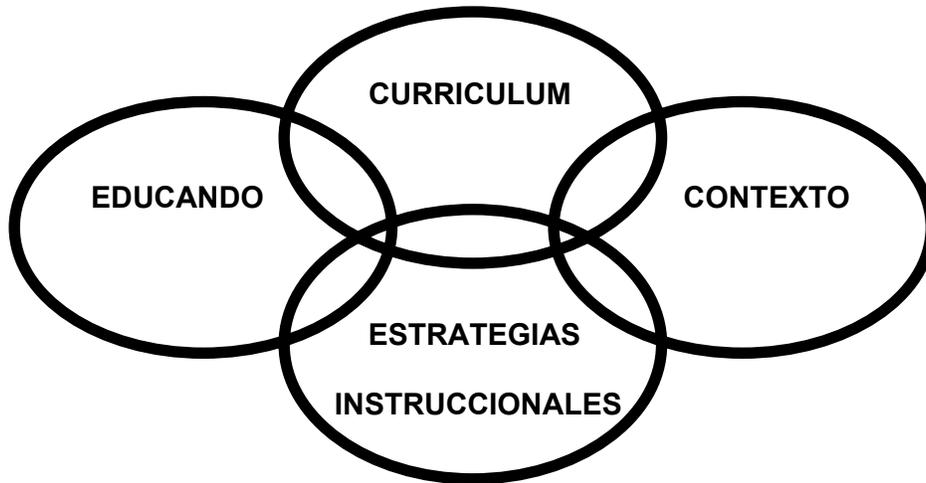


FIGURA 2 – 6: Dimensiones que afectan al Diseño Instruccional

La figura 2 – 7 representa un diagrama más detallado, donde la dimensión curricular es separada en dos dimensiones relacionadas: los objetivos curriculares y el contenido de la instrucción.

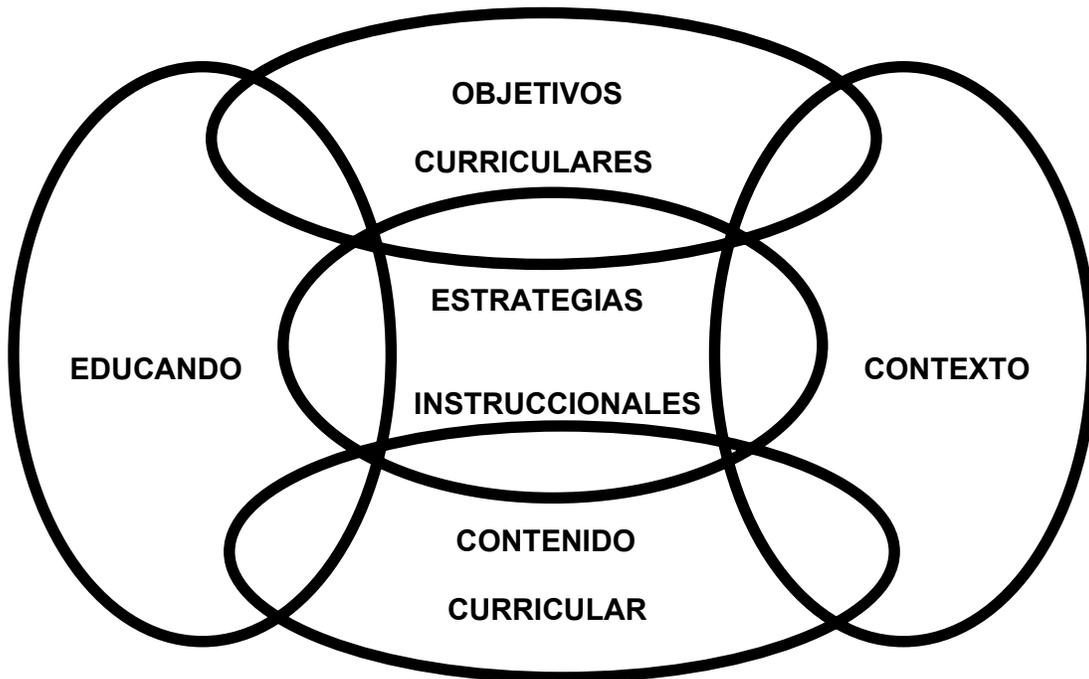


FIGURA 2 – 7: Diagrama más detallado de las dimensiones que afectan al Diseño Instruccional

Ambos diagramas reflejan la idea de que para lograr un diseño altamente efectivo, las cuatro dimensiones mencionadas deben ser analizadas y descritas.

Por ejemplo, la dimensión del educando se debe describir a través de ciertos atributos del mismo, tales como nivel de conocimiento previo, estilo de aprendizaje, nivel de motivación y nivel de desarrollo entre otros. Este juego de atributos inherentes a la dimensión del educando, puede tomar valores tales como bajo (nivel de conocimiento previo), visual (estilo de aprendizaje), alto (nivel de motivación) y operacional abstracto (nivel de desarrollo).

En lo que respecta a la dimensión de los objetivos curriculares, estos pueden describirse en términos del nivel de procesamiento cognoscitivo (bajo, medio, alto) requerido por las operaciones mentales activadas en el educando en función de la tarea que éste debe procesar.

A tal efecto, Benjamín S. Bloom siguiendo la convención de 1948 de la APA (Asociación Americana de Psicología) y junto con un grupo de psicólogos educacionales, formuló una clasificación de los objetivos del proceso educacional. Esto se convirtió en una *taxonomía* que incluye tres dominios que se solapan entre sí: cognitivo, psicomotor y afectivo.

Cabe destacar, que a diferencia de un esquema clasificador, el cuál puede poseer elementos arbitrarios, un sistema taxonómico debe organizarse de acuerdo a ciertas reglas estructurales. Una *taxonomía* se construye de tal manera, que el orden de los términos corresponda a algún orden real de los fenómenos representados por aquellos. Es decir, debe mostrar coherencia con los puntos de vista teóricos que resultan de la investigación del campo que intenta ordenar.

Conforme a Bloom (Benjamín S. Bloom y colaboradores, *Taxonomía de los Objetivos de la Educación*, 1956), esta *taxonomía* ha sido concebida como una clasificación de los comportamientos estudiantiles que representan los resultados deseados del proceso educativo. Es decir, que la intención es clasificar el comportamiento que la educación aspira a obtener o desarrollar en los educandos; las maneras en que las personas deberán actuar, pensar o sentir como resultado de haber participado de alguna unidad de instrucción. Debiéndose destacar en este sentido, que la conducta real de los estudiantes después de haber completado la unidad de

instrucción, puede diferir tanto en grado como en calidad de la conducta propuesta especificada por los objetivos. O en otras palabras, los efectos de la instrucción pueden ser tales que los estudiantes no adquieran mediante el aprendizaje una cierta habilidad deseada, o un determinado nivel de perfección.

Para el diseño instruccional en ambientes computarizados, interesa particularmente la *taxonomía* en el dominio cognitivo, dentro del cual Bloom identifica seis niveles o categorías de aprendizaje: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación.

Cabe aclarar asimismo, que el intento de Bloom y sus colegas de ordenar los comportamientos desde los más simples (conocimiento y comprensión) hasta los más complejos (síntesis y evaluación), estuvo fundamentado en la idea de que un comportamiento simple particular puede integrarse junto con otros, también simples, para llegar a formar uno más complicado. De esta manera, el concepto medular de esta clasificación responde al principio de que los comportamientos del tipo A conforman una clase, los del tipo AB, otra, y los del tipo ABC, otra clase más. Si este es el orden real, que va de lo más simple a lo más complejo, ha de estar relacionado con un orden de dificultad según el cual los problemas que requieren sólo el comportamiento A se resolverán correctamente con mayor frecuencia que los que necesitan AB. Por ejemplo, aquellos problemas que requieren de un cierto análisis de situaciones o datos, resultan más difíciles de resolver que los que exigen conocimiento.

A modo de ejemplo, ¿en qué categoría de objetivo de aprendizaje se ubicaría el siguiente caso: se le encomienda a un estudiante la tarea de obtener informes acerca de la ubicación de los principales campos petrolíferos en los Estados Unidos. Se supone que el educando ha aprendido cuáles son las funciones de los diferentes departamentos de gobierno de donde se podría obtener información (Departamento de Estado, Departamento del Interior, Departamento de Educación, etc) y conoce algo respecto de los tipos de publicaciones y clases de información que, en líneas generales, puede obtener de estos organismos. Como se puede observar, el comportamiento exigido al alumno en esta tarea es el de *conocimiento* acerca de determinados hechos.

Otro caso sería, si a un estudiante se le proporcionan una serie de datos respecto a la producción de petróleo de ciertos campos (producción en metros cúbicos, inversión realizada en cada uno de ellos, ubicación del campo, etc) y una determinada conclusión, como ser: los campos de tal zona son los más rentables del país. Los datos obtenidos, probablemente no justifiquen totalmente la conclusión extraída, lo harían si se estableciera un supuesto, es decir si se da por sentado un factor no afirmado en los hechos ofrecidos. Si se admite que los datos y el problema son esencialmente nuevos para el educando, se exige de este que sea capaz de identificar el supuesto necesario (no afirmado en los datos proporcionados) para justificar la conclusión en relación con los datos. En este caso el comportamiento exigido al educando en esta tarea es que realice un *análisis* acerca de los elementos de que dispone. Como se puede ver, esta tarea es de un nivel de complejidad mayor que la anterior, teniendo en cuenta de que para poder realizar un *análisis* de los datos, es preciso *conocerlos*.

Siguiendo con la misma idea de ordenamiento de las categorías de objetivos instruccionales (desde lo más simple o concreto hasta lo más complejo o abstracto), cada categoría de la taxonomía se subdivide a su vez en subcategorías, dependiendo de un objetivo de aprendizaje en particular. Por simple o concreto se entiende unidades elementales o aislables de fenómenos o información, por ejemplo, “ La capital de España es Madrid” o “ La ciudad de Nueva York está subdividida en cuatro grandes barrios”. De esta manera, la subclasificación de base correspondiente a la taxonomía en el dominio cognitivo es, “Conocimiento de Datos Específicos”. En el extremo superior de la categoría de conocimiento, las subclasificaciones hacen referencia a fenómenos más complejos, con lo cual se intenta representar el hecho de que recordar una teoría es una tarea más compleja que retener un dato específico, como puede ser la capital de un país o estado. El conocimiento de la teoría de la evolución, por ejemplo, resulta mucho más difícil. Correspondientemente, entonces, la subclasificación de complejidad más alta de esta categoría se denomina “Conocimiento de Teorías y Estructuras”.

A modo de síntesis, a continuación se exponen cada una de las categorías y subcategorías de la taxonomía, seguido de una breve explicación de cada una de ellas:

1. **Conocimiento:** los educandos que trabajan a este nivel, pueden memorizar y recordar la información clasificándola desde lo concreto a lo abstracto. En este sentido, significa la capacidad de recordar hechos específicos y universales, métodos y procesos, o un esquema, estructura o marco de referencia.

1.1 Conocimiento de Datos Específicos: consiste en recordar unidades de información específicas y aislables. A partir de este nivel de abstracción tan bajo, se construyen las formas más complejas y abstractas de conocimiento.

1.2 Conocimiento de la Terminología: es el conocimiento de los referentes de símbolos específicos (verbales y no verbales). Puede incluir el conocimiento de los referentes generalmente más aceptados de distintos símbolos; el conocimiento de los distintos símbolos que pueden usarse para representar un mismo referente, o el conocimiento del referente más correcto para un determinado uso de un símbolo.

- Definir términos técnicos, dando sus atributos, propiedades y relaciones.
- Tener íntimo conocimiento de una regular cantidad de palabras y sus gamas de significados corrientes.

1.3 Conocimiento de Hechos Específicos: se refiere al conocimiento de fechas, acontecimientos, personas, lugares, etc. Puede incluir información muy precisa y específica, tal como la fecha y magnitud exacta de un determinado acontecimiento histórico, e información aproximada, como el período aproximado, o el orden general de magnitud de un hecho o fenómeno.

- Recordar los acontecimientos principales de distintas culturas.
- Poseer conocimientos mínimos sobre los organismos estudiados en el laboratorio.

1.4 Conocimiento de las Convenciones: es el conocimiento de las formas características de tratar y presentar ideas o fenómenos. A fin de lograr una mayor coherencia, los especialistas de cada campo se valen de los usos, estilos, prácticas y formas que responden mejor a sus propósitos y que parecen adaptarse más a los fenómenos estudiados. Cabe destacar, que estas formas y convenciones se establecen sobre la base de acuerdos arbitrarios, desarrollos

accidentales o por prescripción de las autoridades en ese terreno. Se las conserva para alcanzar concordancia entre todos los especialistas en ese dominio.

- Familiaridad con las formas y convenciones de los principales tipos de obras literarias; por ejemplo, poesía, teatro, ensayos y monografías, etc.
- Hacer que los educandos adquieran conciencia de las formas y usos aceptados en el habla y la escritura de la lengua materna.

1.5 Conocimiento de Tendencias y Secuencias: es el conocimiento de los procesos, direcciones y movimientos de los fenómenos, en una dirección temporal.

- Comprender cuáles son los elementos que hacen a la continuidad del estilo de vida de un país, de acuerdo a como lo ejemplifica la vida cotidiana.
- El conocimiento de las principales tendencias subyacentes en el desarrollo de los programas de asistencia social.

1.6 Conocimiento de Clasificaciones y Categorías: es el conocimiento de las clases, conjuntos, divisiones y ordenamientos considerados como fundamentales en un campo de estudios dado, en un propósito, razonamiento, discusión o problema.

- Reconocer el área abarcada por distintos tipos de problemas o materiales.
- Familiarizarse con una amplia gama de diversas clases de literatura.

1.7 Conocimiento de Criterios: es el conocimiento de los criterios mediante los cuáles se comprueban o juzgan los hechos, principios, opiniones o la conducta.

- Conocer íntimamente los criterios apropiados para el juicio crítico de un tipo de obra dado y el propósito que nos mueve a leerla.
- Conocer los criterios para evaluar las actividades recreativas.

1.8 Conocimiento de la Metodología: es el conocimiento de los métodos de investigación, las técnicas y procedimientos empleados en un campo particular, así como aquellos que guían la investigación de un problema o tipo de fenómenos específicos. Se enfatiza en el conocimiento que la persona tenga de los métodos, antes que su habilidad para usarlos.

- Conocimiento de los métodos científicos para evaluar conceptos acerca de la salud.

- El estudiante conocerá los métodos de enfoque pertinentes a la clase de problemas que conciernen a las ciencias sociales.

1.9 Conocimiento de los Principios y Generalizaciones: es el conocimiento de las abstracciones específicas que resumen la observación de los fenómenos. Se trata de las abstracciones útiles en la explicación, descripción, predicción o determinación de la actividad o dirección más correcta, en un caso específico.

- Conocer los principios más importantes que sintetizan nuestra experiencia de los fenómenos biológicos.
- Recordar las principales generalizaciones respecto de culturas particulares.

1.10 Conocimiento de Teorías y Estructuras: es el conocimiento del cuerpo de principios y generalizaciones, y sus interrelaciones, que presentan una visión clara, completa y sistemática de un fenómeno, problema o campo complejo. Se trata de las formulaciones más abstractas, que pueden usarse para demostrar la interrelación y organización de una amplia variedad de hechos específicos.

- Recordar las principales teorías respecto de determinadas culturas.
- El conocimiento de una formulación relativamente completa de la teoría de la evolución.

2. **Comprensión:** representa el nivel más bajo de comprensión. Se trata de un tipo tal de comprensión por el cual la persona sabe qué se le está comunicando y hace uso de los materiales e ideas que se le transmiten, sin tener que relacionarlos necesariamente con otros materiales o percibir la totalidad de sus implicaciones. Bloom consideró que este nivel era el que se hacía mayor hincapié en los colegios y las universidades. En esta categoría, los educandos pueden traducir, interpretar y extrapolar la comunicación.

2.1 Traducción: es la comprensión puesta de manifiesto en el cuidado y exactitud con que se parafrasea o interpreta una comunicación recibida de un lenguaje a otro. Una traducción se juzga sobre la base de su fidelidad y exactitud, es decir teniendo en cuenta la medida en que el material original es preservado, aunque la forma de comunicación sea diferente.

- La habilidad para entender afirmaciones no literales (metáforas, símbolos, ironías, etc).

- La capacidad para traducir materiales verbales matemáticos a enunciados simbólicos, y viceversa.

2.2 Interpretación: es la explicación o resumen de una comunicación. Mientras que la traducción demanda una expresión objetiva de elemento por elemento, la interpretación implica el reordenamiento de la comunicación o una nueva forma de enfocarla.

- La habilidad para captar el pensamiento de una obra como un todo, en cualquier nivel de generalidad propuesto.
- La habilidad para interpretar diversos tipos de información social.

2.3 Extrapolación: es la extensión de las tendencias más allá de la información recibida, con la finalidad de determinar las implicaciones, consecuencias, corolarios, efectos, etc. Que concuerden con las condiciones descritas en la comunicación original.

- La habilidad para manejar las conclusiones de una obra en relación con la inferencia inmediata que puede extraerse de su enunciación explícita.
- La capacidad para predecir la comunicación de tendencias.

3. **Aplicación:** es el uso de abstracciones en situaciones particulares y concretas. Pueden presentarse en forma de ideas generales, reglas de procedimiento o métodos generalizados; así como también principios, ideas y teorías que deben reordenarse de memoria y aplicarse. Los alumnos pueden aplicar conceptos o abstracciones apropiados a una situación problemática concreta, inclusive cuando no se les impulse a hacerlo así.

- La aplicación a los fenómenos presentados en una disertación científica de los términos o conceptos usados en otras.
- La habilidad para predecir el efecto probable del cambio de un factor sobre una situación biológica previamente equilibrada.

4. **Análisis:** es el fraccionamiento de una comunicación en sus elementos constitutivos, de tal modo que se ponga de manifiesto la jerarquía relativa de las ideas y quede explícitamente expresada la relación existente entre éstas. Este análisis intenta clarificar la comunicación,

indicar como está organizada y la forma en que logra comunicar sus efectos, así como sus fundamentos y ordenación.

4.1 Análisis de los Elementos: es la identificación de los elementos incluidos en una comunicación.

- La habilidad para reconocer supuestos no explícitos.
- La habilidad para distinguir entre los hechos y las hipótesis.

4.2 Análisis de los Principios Organizadores: se refiere a la organización, ordenamiento sistemático y estructura que forman la unidad de una comunicación. Incluye tanto la estructura implícita como la explícita y también las bases, el ordenamiento necesario y la mecánica que hacen de una comunicación una totalidad.

- La habilidad para reconocer la forma y la estructura de las obras literarias o artísticas, como medio para llegar a la comprensión de su significado.
- La habilidad de reconocer las técnicas utilizadas en textos de intención persuasiva, tales como la publicidad, la propaganda, etc.

5. **Síntesis:** es la reunión de los elementos y las partes para formar un todo. Implica los procesos de trabajar con elementos aislados, partes, piezas, etc. Ordenándolos y combinándolos de forma tal que constituyan un esquema o estructura que antes no estaba presente de manera clara.

5.1 Producción de una Comunicación Unica: es el desarrollo de una comunicación en la cual el escritor u orador se propone transmitir ideas y/o experiencias a otros.

- La capacidad para escribir utilizando una buena organización de las ideas y las oraciones.
- La habilidad para narrar una experiencia personal de manera efectiva.

5.2 Producción de un Plan o Propuesta de un Conjunto de Operaciones: es el desarrollo de un plan de trabajo o la propuesta de un plan de operaciones. El plan debe satisfacer los requisitos de la tarea, los cuales pueden haber sido proporcionados al educando o haber sido creados por él mismo.

- La habilidad para proponer formas de comprobar hipótesis.

- La habilidad para planificar una unidad de instrucción en una situación de enseñanza dada.

5.3 Derivación de un Conjunto de Relaciones Abstractas: es el desarrollo de un conjunto de relaciones abstractas, ya sea para clasificar o explicar fenómenos y datos particulares, o para deducir afirmaciones y relaciones a partir de un conjunto de proposiciones básicas o representaciones simbólicas.

- La habilidad para formular hipótesis apropiadas basadas en el análisis de los factores implícitos, y para modificar estas hipótesis a la luz de nuevos factores o consideraciones.
- La habilidad para hacer descubrimientos y generalizaciones matemáticos.

6. **Evaluación:** se trata de formular juicios acerca del valor de materiales y métodos, de acuerdo con determinados propósitos. Incluye los juicios cualitativos y cuantitativos respecto de la medida en que los materiales o los métodos satisfacen determinados criterios. Los criterios pueden ser aquellos que el educando haya determinado o los que le son sugeridos.

6.1 Juicios formulados en términos de evidencias internas: la evaluación de la exactitud de una comunicación dada, a partir de evidencias tales como la exactitud lógica, la coherencia u otros criterios internos.

- La habilidad para evaluar la probabilidad general de exactitud en la información respecto de hechos, a partir de del cuidado observado en la exactitud de la expresión, la documentación, la prueba, etc.
- La habilidad para indicar las falacias lógicas en un razonamiento.

6.2 Juicios formulados en términos de Criterios Externos: la evaluación de materiales dados, con referencia a criterios elegidos o recordados por el educando.

- La comparación entre las principales teorías, generalizaciones y hechos de culturas particulares.
- La habilidad para comparar una cierta obra con las pautas de evaluación crítica más elevadas en su campo, y especialmente en comparación con otras obras de reconocida excelencia.

El trabajo de Bloom y sus colegas, ha proporcionado un lenguaje común a los educadores y se ha convertido en la norma para identificar y clasificar los objetivos y actividades educativas. Cabe señalar al respecto, que cada una de las subcategorías descriptas anteriormente guardan una estrecha relación con las diferentes clases de actividades de aprendizaje a embeber en el diseño de la instrucción (“Choosing Learning Activities for Specific Learning Outcomes: A tool for Constructivist Computer Assisted Learning Design”, Barney Dalgarno, School of Information Studies, Charles Sturt University, Journal: Educational Technology 98). Las cuales deben ser soportadas por la correspondiente tecnología teniendo en consideración los ambientes de aprendizaje computarizados (sonidos, videos, chat, simulaciones, gráficas, diagramas, hipermedia, etc), que son los que se adaptan a la propuesta del presente trabajo.

A efectos de clarificar algunos conceptos de relevancia en el modelo, es importante destacar la diferencia existente entre estrategias y actividades, la cual depende de una cuestión de perspectiva. De esta manera, estrategia es un concepto que involucra *qué es lo que hace el instructor*, mientras que actividad es un concepto que hace referencia a *qué es lo que hace el educando*. Ambos conceptos pueden visualizarse como diferentes formas de centrarse en el trabajo conjunto que instructor y educando llevan a cabo en el ambiente de aprendizaje.

En este sentido, una de las tareas más importantes en el desarrollo de ambientes de aprendizaje asistidos por computadora, es el diseño de actividades que faciliten el logro de las metas instruccionales propuestas, para determinados objetivos de aprendizaje. Cabe destacar, que los diseñadores deben tener muy en claro cuáles son las estrategias instruccionales a incluir en el diseño, dado que de esta manera, se puede comenzar con el proceso de elección de las actividades. Además, los recursos tecnológicos disponibles para el diseñador de un ambiente de aprendizaje asistido por computadora, también juegan un papel importante en la selección de las actividades a ser incluidas dentro del ambiente. La interacción entre las estrategias instruccionales, tecnología y actividades se puede observar en la figura 2 – 8.

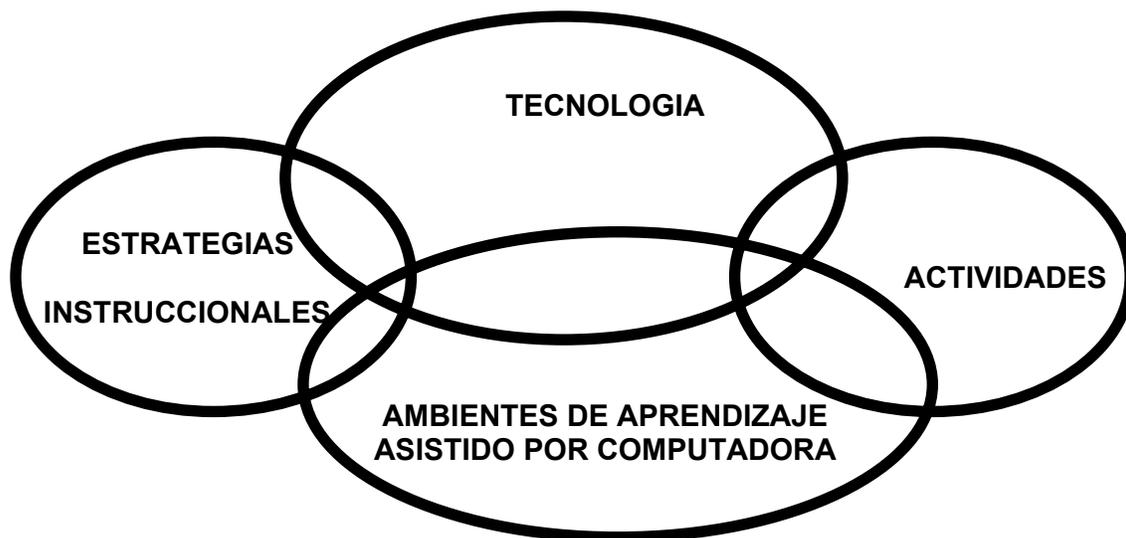


FIGURA 2 – 6: Dimensiones para el diseño de Ambientes de Aprendizaje asistidos por Computadora

Conforme a la propuesta multidimensional al diseño instruccional, la complejidad inherente al contenido curricular y su relación con el conocimiento previo y las habilidades pre – requeridas del educando, seguramente contribuirán a la definición de las estrategias instruccionales más apropiadas a ser empleadas en un ambiente de aprendizaje determinado.

El dominio de conocimiento al cual pertenece el contenido también contribuye a definir estrategias, que deben ser tomadas en consideración cuando se diseñan marcos instruccionales. Aun cuando el campo del diseño instruccional esté basado en la noción de estrategias genéricas de instrucción, modelos especiales de enseñanza pueden emerger que funcionen bien en un dominio de contenido particular. Es decir, que estrategias instruccionales específicas por dominio (managment, matemática, medicina, computación, etc), las cuales son suministradas por teorías específicas de instrucción de naturaleza prescriptiva, deben ser tenidas en cuenta a fin de que colaboren en la construcción de entornos de aprendizaje altamente efectivos “(Theory into Practice (TIP)”, Greg Kearsley, The Walden Institute, George Washington University).

También es importante el tipo de dominio al cual pertenece el contenido, es decir si es estructurado o complejo. El dominio estructurado o también llamado “bien definido” (weel

defined), presenta la particularidad de que la interdependencia de conceptos se da a nivel de organización jerárquica. Es decir, que en este tipo de dominio, es necesario que el educando conozca un determinado concepto para poder aprender otro. Por ejemplo, primero se debe aprender a sumar y luego a multiplicar. La Matemática y la Física son ejemplos de dominio estructurado. Por su parte, el dominio complejo se caracteriza por la existencia de múltiples conceptos que a su vez dependen de otros conceptos para su adecuada comprensión, Un dominio como la Medicina se considera complejo, pues por ejemplo, un estudiante de esta área debe relacionar el funcionamiento de determinados sistemas del cuerpo humano para poder llegar a comprender como trabaja un sistema particular, tal como el sistema nervioso donde convergen el cerebro, médula espinal, etc. A tal efecto se puede afirmar, que esta clase de dominios presentan una alta interdependencia entre conceptos.

En cuanto al contexto de aprendizaje y sus características, tales como si el marco instruccional está basado en forma individual o en grupo, o si la instrucción es soportada por un instructor humano o como enseñanza a distancia, también juegan un rol importante al definir las estrategias adecuadas para un ambiente de aprendizaje dado.

3. ESTUDIO DE VIABILIDAD

3.1 INTRODUCCIÓN

El estudio de viabilidad permite determinar si el problema planteado puede ser resuelto mediante un Sistema Experto. Se evalúan los aspectos de Plausibilidad, Adecuación, Justificación y Éxito que caracterizan al problema utilizando el Test de Viabilidad propuesto por la Metodología IDEAL. Es decir, que de acuerdo a esta metodología, se debe considerar si el desarrollo de un sistema experto como propuesta de solución a un determinado problema, es *posible*, está *justificado*, es *apropiado* y si va tener *éxito*.

A continuación, se presenta una breve explicación de cada una de las características que componen el test:

❖ *Plausibilidad*: determina si se cuenta con los medios necesarios para poder para poder abordar el problema desde la Ingeniería del Conocimiento (INCO). Para ello se analizan dos aspectos básicos: las características del experto y las características de la tarea que lleva a cabo el experto.

Del experto se analiza si existe, si es reconocido como tal por sus colegas, si es cooperativo y si es capaz de articular sus métodos y procedimientos de trabajo. Se considera de suma importancia que el experto haya resuelto el problema en cuestión con suficiente frecuencia y que esté verdaderamente interesado en el desarrollo del sistema.

De la tarea se analiza su grado de dificultad, si está adecuadamente estructurada y que tipo de habilidades se requieren para su realización.

❖ *Justificación*: determina si se justifica el abordaje del problema desde la INCO. Se analizan aspectos tales como la necesidad de la experiencia y la inversión a realizar.

Del primero de estos aspectos se estudian las características del ambiente en donde hay que realizar la tarea, como ser si la misma debe llevarse a cabo en entornos hostiles o peligrosos, por lo que no se desea mantener un experto humano en el lugar, o bien, cuando los expertos humanos escasean y una empresa necesita expertos en distintas ubicaciones a la vez. Otro

motivo que justifica el desarrollo de un sistema experto es cuando la experiencia adquirida esta a punto de perderse, por ejemplo por jubilación.

Del segundo de estos aspectos se analizan los costos del sistema, la recuperación de la inversión, el valor de la tarea a realizar y si existen soluciones alternativas.

- ❖ *Adecuación*: determina si el problema es adecuado para que sea resuelto por la INCO. Existen problemas que no son adecuados para que sean abordados por esta tecnología, pudiendo intentarse resolver a través de algoritmos convencionales o que requieran de sentido común. Se analiza la naturaleza, complejidad y el tipo de tarea.

- ❖ *Éxito*: determina si va a ser exitoso resolver el problema por intermedio de la INCO. Existen otras cuestiones no técnicas a tener en cuenta para decidir aplicar la Ingeniería del Conocimiento en la resolución de un problema, como por ejemplo la mentalización de los responsables de modo que los recursos humanos y materiales estén comprometidos en lograr la solución, que las personas implicadas estén lo suficientemente entrenadas, que el sistema experto sea finalmente ubicado en el lugar correcto para cumplir su función, que los usuarios lo acepten como una herramienta que mejora su calidad laboral, y que los expertos coincidan en la escuela de pensamiento acerca del problema a resolver.

3.2 TEST DE VIABILIDAD

Para estudiar la viabilidad del proyecto se utiliza el método propuesto en la metodología IDEAL. El mismo consiste en emplear una tabla donde se valoran un conjunto de variables para luego estimar si el sistema experto es posible, está justificado, es adecuado y tendrá éxito.

El método es de tipo métrico, usa ponderaciones, utiliza la media armónica e incorpora la manipulación de valores lingüísticos mediante intervalos difusos, con los que, además, se pueden definir operaciones básicas de cálculos.

El método integra tres tipos de valores para las características: numéricos, que podrán adquirir valores discretos dentro del intervalo [1,10], booleanos, que podrán tener los valores Sí o No; y lingüísticos. Se trata de conservar la naturaleza de cada tipo de valor por lo que cada uno es

traducido a un intervalo difuso, desarrollándose todos los cálculos con dichos intervalos. Esto es porque el cerebro humano piensa, en general, con valores lingüísticos en vez de valores numéricos.

Los valores lingüísticos se podrán tomar de entre un conjunto de los cinco valores siguientes: "nada", "poco", "regular", "mucho", "todo". Cuanto más verdadera parece la característica, mayor valor se le asigna, es decir, "mucho" o "todo", "poco" o "nada" se dan a características que parecen falsas. Finalmente, el valor "regular" es para los casos en los que no se sabe muy bien. Estos valores se pueden ver como cuantificadores de las características.

Todos los valores lingüísticos se han traducido en valores difusos. El intervalo dentro del cual se expresarán todos los valores difusos es [0,10]. La tabla correspondiente a la figura 4 – 1 muestra las funciones de pertenencia para los respectivos valores.

Valor Lingüístico	Intervalo difuso			
Nada	0,01	0,01	1,2	1,2
Poco	1,2	2,2	3,4	4,4
Regular	3,4	4,4	5,6	6,6
Mucho	5,6	6,6	7,8	8,8
Todo	7,8	8,8	10	10

FIGURA 4 – 1

Un valor lingüístico se define por su función de pertenencia del intervalo [0,10] en el intervalo [0,1]; que indica en que grado se ajusta a dicho valor lingüístico, sabiendo que cuanto más se acerca la función a 1, más cierto es el valor lingüístico.

Como se puede visualizar en la Figura 4 – 2, las gráficas de las funciones de pertenencia pueden ser definidas gracias a sus puntos de ruptura o puntos angulares. Es decir, que a cada valor lingüístico le será asociado un intervalo difuso determinado por los puntos angulares que están representados en la tabla correspondiente a la figura 4 – 1.

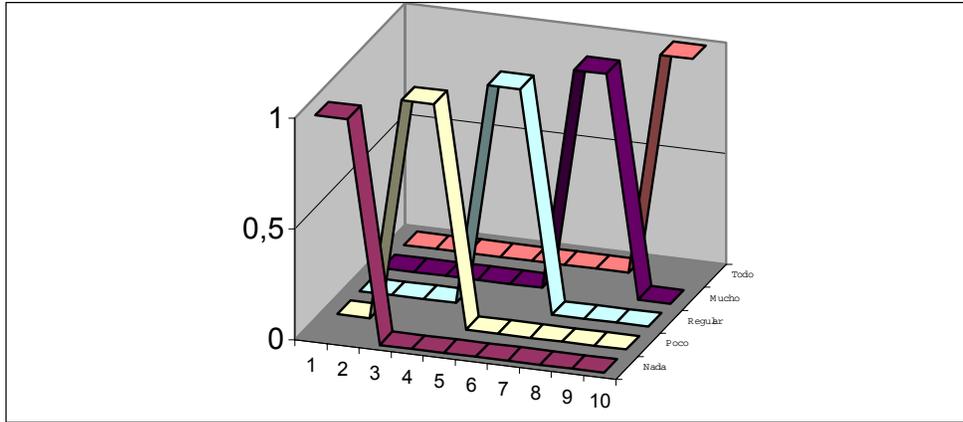


FIGURA 4 – 2

Como se puede observar en la tabla correspondiente a la figura 4 – 1, se tienen 4 columnas que definen el intervalo difuso. Cada uno de dichos valores se denomina "punto angular" o "punto de ruptura", dado que es en dichos puntos donde el valor de la característica cambia su función de pertenencia. Por ejemplo para el caso del valor lingüístico "regular", el punto de ruptura "3,4" indica que a partir de allí la característica no tiene más el valor "Cero", pero tampoco es "uno". El valor 4,4 indica que a partir de allí la característica tiene valor "Uno", hasta el punto de ruptura "5,6" en el cuál la característica se vuelve nuevamente difusa hasta el valor "6,6" a partir del cuál el valor es "cero". Puede observarse también que se utilizan para "Muy Poco o Nada" los valores 0,01 en lugar de cero. Esto es para evitar, en ciertas ocasiones, la división por cero.

Así mismo, en la tabla correspondiente a la figura 4 – 3 se muestra la función de pertenencia para valores booleanos a los efectos de realizar el cálculo en base a intervalos difusos.

Valor Lingüístico	Intervalo difuso			
No	0,01	0,01	0,01	0,01
Sí	10	10	10	10

FIGURA 4 – 3

Para los valores numéricos, los cuatro puntos angulares toman el mismo valor, que coincide con el numérico dentro de los posibles valores discretos que estos pueden adquirir en el intervalo [1,10]. Por ejemplo:

6 6 6 6 6

El procedimiento para aplicar la técnica es el siguiente:

PASO 1: completar la columna VALOR de la tabla.

- En las filas se detallan cada una de las características consideradas para establecer la viabilidad del proyecto.
- Los valores de las columnas, con excepción de la que corresponde a la columna VALOR, están predeterminados en función de la experiencia de los autores que proponen el método, pudiendo ser modificado alguno de ellos si el ingeniero de conocimiento lo estima necesario. Las columnas se dividen de la siguiente manera:
 - ✓ *Categoría:* es únicamente de carácter indicativo y muestra a qué o a quién se referirá la característica. Puede ser a la Tarea, a los Directivos/Usuarios o a los Expertos.
 - ✓ *Dimensión:* referencia con qué grupo básico está relacionada la característica, puede estar relacionada con: P (Posible), J (Justificado), A (Adecuado) o E (Exitoso).
 - ✓ *Peso:* permite otorgar una importancia relativa a cada característica en la globalidad del test. El peso tiene dos componentes, una de carácter numérico que puede tomar valor entero en el intervalo [1,10]. La otra de carácter binario toma el valor + si la importancia relativa que aporta la característica favorece la construcción del sistema experto, y el valor – si hace disminuir el grado de interés en el desarrollo del sistema experto.
 - ✓ *Tipo:* una característica puede ser de dos tipos: esencial o deseable. Si es vital para el proyecto, es esencial, una característica de este tipo deberá superar un valor de umbral, de lo contrario el proyecto deberá ser inmediatamente abandonado. En otro caso la característica se considera deseable.

- ✓ *Naturaleza*: referencia el tipo de valor asociado a la característica, pudiendo ser: booleano, numérico o difuso.
- ✓ *Umbral*: Es una referencia para características esenciales y representa el valor mínimo que es necesario superar para esa característica. El valor del umbral es fijo, pero no necesariamente igual para todas las características y es de la misma naturaleza que el valor de las características.
- ✓ *Valor*: para cada proyecto concreto hay que asignar un valor a cada característica dentro del conjunto de valores adecuados para cada naturaleza.

PASO 2: calcular el valor de cada dimensión.

La representación de los valores en intervalos difusos según los cuatro puntos angulares mencionados anteriormente, permiten trabajar con estos como si fueran valores numéricos.

La media armónica proporciona los valores más aceptables para el problema, con el único inconveniente que si hay un valor "cero" en el conjunto de los valores de los que se hace la media, el resultado obtenido es "cero". Esto se soluciona haciendo la media armónica y la media aritmética del conjunto de intervalos y luego, hacer la media aritmética de los dos intervalos obtenidos. Es decir:

$$VC_j = \frac{1}{2} \frac{\sum_{k=1}^{r_i} P_{ik}}{\sum_{k=1}^{r_i} \frac{P_{ik}}{V_{ik}}} + \frac{1}{2} \frac{\sum_{k=1}^{r_i} P_{ik} V_{ik}}{\sum_{k=1}^{r_i} P_{ik}}$$

Donde:

VC_j : Valor global de la aplicación en una dimensión dada.

V_{ik} : Valor de la característica k en la dimensión i.

P_{ik} : Peso de la característica k en la dimensión i.

r_i : Número de la característica en la dimensión i.

La suma de intervalos se realiza de la siguiente forma:

$$(V_1, V_2, V_3, V_4) + (W_1, W_2, W_3, W_4) = (V_1 + W_1, V_2 + W_2, V_3 + W_3, V_4 + W_4)$$

Cabe destacar, que la fórmula anterior es aplicable a las dimensiones de plausibilidad, adecuación y éxito. En tanto que para la dimensión de justificación, se debe tomar el máximo de los valores asignados a cada una de las características. Para calcular ese máximo, se multiplica el valor de la característica por el peso asociado, se calcula la aproximación numérica de los intervalos difusos y se toma el máximo.

Asimismo es importante señalar, que si una sola característica de justificación tiene un valor muy alto, entonces se considera que está justificado el desarrollo del sistema experto. Como así también, que la viabilidad técnica del proyecto es más dependiente de la plausibilidad y de la adecuación que de la justificación o del éxito. En el caso de la dimensión de justificación, esta adquiere gran importancia antes de que empiece el desarrollo del sistema, en tanto que su grado de influencia disminuye, en lo que a la viabilidad técnica se refiere, una vez que el sistema esté aceptado.

PASO 3: calcular el valor final. En este paso se trata de determinar la evaluación de viabilidad del proyecto, mediante el cálculo de la media aritmética ponderada de los valores obtenidos para cada dimensión con los pesos que se muestran en la tabla correspondiente a la figura 4 – 4:

PLAUSIBILIDAD	8
----------------------	----------

ADECUACION	8
JUSTIFICACION	3
EXITO	5

FIGURA 4 – 4

Y utilizando la siguiente fórmula:

$$V_j = \frac{\sum_{j=1}^4 P_i V_i}{\sum_{j=1}^4 P_i}$$

Aquí el producto de un intervalo por un número a, se define como:

$$a * (V_1, V_2, V_3, V_4) = (a * V_1, a * V_2, a * V_3, a * V_4)$$

El desarrollo del sistema experto se considera viable si el valor final el igual o mayor que 6.

3.3 ANALISIS DE VIABILIDAD PARA EL PROYECTO

A continuación se enumeran todas las características del test de viabilidad con una breve justificación del valor asignado a cada una de ellas.

3.3.1 JUSTIFICACIÓN DE LA DIMENSION PLAUSIBILIDAD

Característica P1: *Existen expertos, están disponibles y son cooperativos.*

Existe un grupo de expertos en el ámbito empresarial y académico, que se desempeñan laboralmente, liderando proyectos de desarrollo instruccional y de investigación aplicada referente a la temática, que están especialmente interesados en la construcción del sistema como apoyo en su tarea de gestión al comienzo del proyecto.

Se dispone de un experto principal, el Prof. Enrique Ariel Sierra dispuesto a cooperar en forma directa durante el desarrollo del sistema y a establecer los contactos necesarios con grupos de expertos internacionales, los cuáles ya han manifestado su deseo de cooperar en el proyecto.

Valor: SI

Característica P2: *El experto es capaz de estructurar sus métodos y procedimientos de trabajo.*

El experto principal ha sido compañero de tareas del autor por años, lo que permite aseverar que es capaz de estructurar sus métodos y procedimientos de trabajo. Lo mismo puede afirmarse de los demás expertos dispuestos a colaborar en el proyecto, por cuanto que la mayoría de estos han sido profesores del experto principal en la Universidad de Columbia o han compartido labores en compañías dedicadas al desarrollo instruccional.

Valor: MUCHO

Característica P3: *La tarea está bien estructurada y se entiende.*

La tarea es clara y está bien estructurada, dado que se han identificado la mayoría de las funciones que se deben realizar:

- ✓ Seleccionar actividades y estrategias instruccionales.
- ✓ Capturar información acerca de las diferentes variables que necesita el sistema (características del contenido, objetivos, educando, contexto y dominio) para llevar a cabo las funciones citadas en el punto anterior.

- ✓ Captura de información faltante según avanza el proceso.
- ✓ Crítica a los resultados obtenidos.

Valor: MUCHO

Característica P4: *Existen suficientes casos de prueba y sus soluciones asociadas.*

Tanto el experto principal como el conjunto de expertos, cuentan con suficientes casos de prueba. Por un lado, una cierta cantidad de proyectos que pueden aportar aquellos que se han desempeñado en desarrollos de sistemas de instrucción, ya sea en calidad de participantes o líderes

Valor: 9

Característica P5: *La tarea sólo depende de los conocimientos y no del sentido común.*

La tarea depende en gran parte de los conocimientos que se posean acerca del conjunto de variables que presenta un proyecto de diseño instruccional, al momento de inicio. Se debe conocer cuáles son las variables a analizar, así como estimar el valor que se les asigna. Para lo cual, se debe poseer la experiencia de haber realizado la tarea en varias oportunidades y con distintos proyectos, y también recurrir a determinada bibliografía específica.

Valor: 9

3.3.2 JUSTIFICACIÓN DE LA DIMENSION JUSTIFICACION

Característica J1: *Resuelve una tarea útil y necesaria.*

Los profesionales a cargo de proyectos de desarrollo instruccional, deben decidir el tipo de instrucción a impartir en un momento inicial del desarrollo, donde la información acerca del proyecto es incompleta, por lo que esta herramienta colabora activamente en revisar el conjunto de variables a tener en cuenta para tomar la decisión acerca de las actividades y estrategias instruccionales a embeber en el diseño. Por otra parte, los profesionales docentes contarán con una herramienta que facilita el entrenamiento y comprensión del tema por parte de los estudiantes.

Valor: MUCHO

Característica J2: *Se espera una alta tasa de recuperación de la inversión.*

La recuperación de la inversión se espera en términos de una mejor productividad, dado que consiguiendo un diseño altamente efectivo de acuerdo a las características de la instrucción, esto contribuye a un mejor plan de desarrollo y a un ajuste más adecuado de plazos y esfuerzos previstos.

Valor: 9

Característica J3: *Hay escasez de experiencia humana.*

Se puede decir que hay expertos en diseño instruccional, aunque cabe señalar, que se requieren personas que hayan trabajado como líderes de proyectos en una gran cantidad de proyectos de desarrollo de sistemas de instrucción, que, por lo general, no abundan.

Valor: REGULAR

Característica J4: *Hay necesidad de tomar decisiones en situaciones críticas o ambientes hostiles, penosos y/o poco gratificantes.*

El trabajo se realiza en ambientes adecuados, por lo que las situaciones no pueden considerarse críticas u hostiles.

Valor: POCO

Característica J5: *Hay necesidad de distribuir los conocimientos.*

Se espera que el sistema pueda ser utilizado por toda la comunidad educativa, tanto en el ámbito empresarial como académico.

Valor: TODO

Característica J6: *Los conocimientos pueden perderse de no realizarse el sistema.*

El trabajo se realiza basándose en gran parte en bibliografía, revistas, artículos, etc. Y parte en expertos, dado que para el análisis minucioso de las distintas variables, también es necesario la utilización de heurísticas. Pero dado que gran parte del conocimiento está documentado y se disponen de expertos en la temática, no se puede considerar que dicho conocimiento se pierda.

Valor: POCO

Característica J7: *No existen soluciones alternativas.*

En la actualidad la tarea se resuelve sobre la base de la experiencia humana, ya que por las características que presenta la tarea se intenta emular el comportamiento humano al tomar una decisión. En este contexto, las técnicas tradicionales de desarrollo de software no son adecuadas.

Valor: SI

3.3.3 JUSTIFICACIÓN DE LA DIMENSION ADECUACION

Característica A1: *La transferencia de experiencia entre humanos es factible.*

La transferencia entre humanos es factible, ya que tanto el experto principal como el grupo de expertos consultantes, poseen habilidad y experiencia en la transferencia de conocimientos. En especial, los profesionales expertos que se desempeñan liderando proyectos de desarrollo instruccional, cuentan en su haber con una gran experiencia en la transferencia de conocimientos por ser esta una de las actividades propias de la coordinación.

Valor: MUCHO

Característica A2: *La tarea requiere “experiencia”.*

En la actualidad, la tarea del diseño instruccional requiere que la persona que la realiza posea una gran experiencia y haber trabajado en muchos proyectos, a fin de poder estructurar con precisión las características a evaluar.

Valor: MUCHO

Característica A3: *Los efectos de la introducción del sistema experto no pueden preverse.*

Se espera que la introducción del sistema experto no depare efectos adversos, en cuanto a que la tarea que realizará será asistir al diseñador instruccional acelerando su trabajo y aportándole confiabilidad. No existen impedimentos éticos, ni legales que obstaculicen el desarrollo del sistema.

Valor: POCO

Característica A4: *La tarea requiere razonamiento simbólico.*

La tarea requiere de poco razonamiento simbólico.

Valor: POCO

Característica A5: *La tarea requiere el uso de “heurísticas” para acotar el espacio de búsqueda.*

La tarea requiere el uso de pocas heurísticas, ya que los conocimientos que se necesitan en muy pocas ocasiones constituyen estimaciones con alto grado de subjetividad.

Valor: POCO

Característica A6: *la tarea es de carácter práctico y más táctica que estratégica.*

La tarea está orientada fuertemente a la meta de lograr un diseño de instrucción altamente efectivo, tratando de incorporar en el mismo aquellas actividades y estrategias instruccionales más adecuadas. Por otra parte, el alcance de la tarea está dado para el proyecto en particular por lo que afecta en menor medida a la organización. Esto hace que la misma sea eminentemente táctica.

Valor: SI

Característica A7: *Se espera que la tarea continúe sin cambios significativos durante un largo período de tiempo.*

Se espera que la tarea en su esencia no presente cambios de importancia en el corto plazo. Puede haber otras propuestas de diseño instruccional, pero la tarea no ha cambiado sustancialmente. Por lo que se espera que el objetivo a lograr permanezca estable por un considerable período de tiempo.

Valor: MUCHO

Característica A8: *Se necesitan varios niveles de abstracción en la resolución de la tarea.*

Se puede considerar, que los conocimientos para resolver la tarea son de mediana complejidad y que se necesita cierto nivel de abstracción.

Valor: REGULAR

Característica A9: *El problema es relativamente simple o puede descomponerse en subproblemas.*

Se puede descomponer el problema en subproblemas. Es posible agrupar algunas de las características a evaluar y analizar cada subgrupo de variables. Por ejemplo, se puede establecer conjuntos de características para determinar estrategias de instrucción generales, otro grupo de variables para seleccionar estrategias de instrucción específicas por dominio y otro para la obtención de las actividades que se van a incluir en el diseño de la instrucción.

Valor: MUCHO

Característica A10: *El experto no sigue un proceso determinista en la resolución del problema.*

Cada proyecto a analizar es un problema diferente y su resolución demandará un nuevo análisis, el proceso de razonamiento implica analizar y evaluar las características de cada proyecto en particular.

Valor: SI

Característica A11: *La tarea acepta la técnica del prototipado gradual.*

Se han determinado distintos subproblemas para los cuales es posible iniciar el proceso de prototipado del sistema experto. Además los requisitos iniciales no están del todo claros por lo que el sistema puede ser desarrollado mediante el prototipado incremental.

Valor: SI

Característica A12: *El experto resuelve el problema a veces con información incompleta o incierta.*

Es muy probable que al inicio del proyecto, algunos aspectos en lo que se refiere a los requerimientos del caso de diseño particular de que se trate, no estén definidos con precisión. Por lo tanto, para algunos de las características de la tarea el experto suele contar con información incompleta o incierta.

Valor: REGULAR

Característica A13: *Es conveniente justificar las soluciones adoptadas.*

Es muy importante justificar las soluciones propuestas por el sistema, explicando al usuario el razonamiento aplicado y el fundamento de la conclusión.

Valor: MUCHO

Característica A14: *La tarea requiere investigación básica.*

La tarea no requiere investigación básica.

Valor: NO

Característica A15: *El sistema funcionará en “tiempo real” con otros programas o dispositivos.*

El sistema no trabajará en tiempo real con otros dispositivos o programas.

Valor: NADA

3.3.4 JUSTIFICACIÓN DE LA DIMENSION EXITO

Característica E1: *Existe una ubicación idónea para el sistema experto.*

El sistema se ubicará en el área de desarrollo instruccional en compañías especialmente dedicadas a la construcción de software educativo, particularmente a disposición de los líderes de proyecto.

En el ámbito académico el área podrá ser en cátedras de tecnología educativa, ya sea en el nivel universitario o de postgrado, y para ser utilizado por docentes y alumnos.

Valor: MUCHO

Característica E2: *Problemas similares se han resuelto mediante INCO.*

En la bibliografía encontrada, problemas similares de diseño instruccional, han sido resueltos por sistemas expertos.

Valor: SI

Característica E3: *El problema es similar a otros en los que resultó imposible aplicar esta tecnología.*

Se desconoce la existencia de antecedentes que demuestren haber intentado resolver problemas similares mediante la INCO, y que se haya fracasado.

Valor: NO

Característica E4: *La continuidad del proyecto está influenciada por vaivenes políticos.*

No es de esperar que la continuidad del proyecto esté influenciada por cambios políticos.

Valor: POCO

Característica E5: *La inserción del sistema se efectúa sin traumas, es decir, apenas se interfiere en la rutina cotidiana.*

En líneas generales, el sistema no interfiere demasiado ni genera cambios en la estructura del trabajo cotidiano. La herramienta es considerada como una colaboración.

No obstante todo cambio genera algo de resistencia y alguna adaptación siempre es necesaria.

Valor: REGULAR

Característica E6: *Se dispone de experiencia en INCO.*

No existe experiencia previa, pero se cuenta con conocimientos en el manejo de las técnicas y la metodología de desarrollo.

Valor: REGULAR

Característica E7: *Se dispone de los recursos humanos, hardware y software necesarios para el desarrollo e implantación del sistema.*

Se cuenta con computadoras para el desarrollo, el software adecuado, material bibliográfico y la disponibilidad de los expertos.

Valor: MUCHO

Característica E8: *El experto resuelve el problema en la actualidad.*

Los expertos tanto del área académica como empresarial, resuelven el problema cotidianamente.

Valor: TODO

Característica E9: *La solución del problema es prioritaria para la institución.*

La solución del problema es parte de una rama de investigación que se desea comenzar y proseguir con futuros trabajos, que asistan a los desarrolladores de sistemas de instrucción y docentes.

Valor: MUCHO

Característica E10: *Las soluciones son explicables.*

El sistema debe explicar cada solución adoptada para ayudar al usuario a continuar con el proceso y a mejorar la calidad del sistema experto.

Valor: MUCHO

Característica E11: *Los objetivos del sistema son claros y evaluables.*

Los objetivos del sistema están claramente establecidos y pueden ser evaluados mientras se desarrolla el sistema y al final del trabajo.

Los objetivos son profundizados y especificados con mayor precisión a lo largo del desarrollo del sistema, considerando que se ha optado para su construcción el prototipado incremental.

Valor: MUCHO

Característica E12: *Los conocimientos están repartidos entre un conjunto de individuos.*

Si bien se cuenta con varias personas expertas en la materia, todas poseen un nivel similar de conocimientos por lo que no es necesaria su presencia simultánea.

Valor: POCO

Característica E13: *Los directivos, usuarios, expertos e IC están de acuerdo en las funcionalidades del sistema experto.*

Todos los integrantes del proyecto están de acuerdo en las principales funciones que cumplirá el sistema experto. Cabe señalar, que la funcionalidad será definida con mayor precisión conforme se va desarrollando el sistema.

Valor: MUCHO

Característica E14: *La actitud de los expertos ante el desarrollo del sistema es positiva y no se sienten amenazados por el proyecto.*

Se espera con entusiasmo el desarrollo para luego continuar con el proyecto global de investigación. En el ámbito educativo el sistema permitirá emplear más y mejores casos de práctica. Ninguno de los expertos consideran que el sistema constituya una amenaza, sino que por el contrario permitirá realizar la tarea en forma más estructurada.

Valor: MUCHO

Característica E15: *los expertos convergen en sus soluciones y métodos.*

Todos los involucrados poseen una formación similar y adoptan soluciones convergentes.

Valor: MUCHO

Característica E16: *Se acepta la planificación del proyecto propuesta por el IC.*

Fue aceptada y consensuada por todos los involucrados en el proyecto.

Valor: SI

Característica E17: *Existen limitaciones estrictas de tiempo en la realización del sistema.*

Si bien no existen plazos rígidos es deseable finalizarlo en un tiempo razonable en función de los futuros proyectos.

Valor: REGULAR

Característica E18: *La dirección y usuarios apoyan los objetivos y directrices del proyecto.*

El proyecto está apoyado firmemente por la dirección ya que forma parte de un proyecto de investigación, en el cuál el objetivo que se persigue es desarrollar sistemas expertos que apoyen la tarea de los profesionales en el área en el diseño de entornos instruccionales de alta efectividad.

Valor: MUCHO

Característica E19: *El nivel de formación requerido por los usuarios del sistema es elevado.*

Está dirigido a desarrolladores de sistemas de instrucción o a docentes especializados.

Valor: MUCHO

Característica E20: *Las relaciones IC - Experto son fluidas.*

Las relaciones son fluidas, tanto con el grupo de expertos que colaboran en el desarrollo del proyecto como con el experto principal. Con este último se tiene previsto, al menos, un encuentro semanal para los momentos más intensos del proceso de Adquisición y Conceptualización de Conocimientos.

Valor: MUCHO

Característica E21: *El proyecto forma parte de un camino crítico con otros sistemas.*

El proyecto no forma parte de un camino crítico con otros sistemas.

Valor: NO

Característica E22: *Se efectuará una adecuada transferencia tecnológica.*

Está previsto un plan de capacitación, los manuales de usuario y un período de seguimiento en los primeros meses de uso.

Valor: MUCHO

Característica E23: *lo que cuenta en la solución es la calidad de la respuesta.*

La calidad de las respuestas es muy importante de tal manera que el usuario encuentre satisfactorios los resultados que el sistema experto le presente.

Valor: SI

3.4 CALCULO DE VIABILIDAD PARA EL PROYECTO

PASO 1: completar la columna VALOR en la tabla correspondiente a la figura 4 – 3.

En la tabla correspondiente a la figura 4 – 5, se completan en la columna VALOR los valores asignados a cada una de las dimensiones de Plausibilidad, Justificación, Adecuación y Exito.

PASO 2: calcular el valor para cada dimensión.

En las figuras 4 – 6, 4 – 7, 4 – 8, 4 – 9, 4 – 10, 4 – 11, 4 – 12 y 4 – 13 se presentan los cálculos para a cada una de las dimensiones y los gráficos respectivos.

PASO 3: calcular el valor final, que consiste en el cálculo de la media aritmética ponderada del resultado obtenido para cada dimensión.

En la tabla correspondiente a la figura 4 – 14 se presenta el cálculo del Valor Final, y en la figura 4 – 15 los gráficos respectivos.

Denominación de la característica	Categoría	Dimensión	Peso(P)	Tipo	Naturaleza	Umbral	Valor
Existen expertos están disponibles y son cooperativos	Experto	P1	10	Esencial	Booleana	Si(si)	SI
El experto es capaz de estructurar sus métodos y procedimientos de trabajo	Experto	P2	7	Deseable	Difusa	No	mucho
La tarea está bien estructurada y se entiende	Tarea	P3	8	Deseable	Difusa	No	mucho
Existen suficientes casos de prueba y sus soluciones asociadas	Tarea	P4	10	Esencial	Numérica	Si(8)	9
La tarea sólo depende del conocimiento y no del sentido común	Tarea	P5	9	Deseable	Numérica	No	9
Resuelve una tarea útil y necesaria	Tarea	J1	8	Deseable	Difusa	No	mucho
Se espera una alta tasa de recuperación de la inversión	Directivos / Usuarios	J2	7	Deseable	Numérica	No	9
Hay escasez de experiencia humana	Experto	J3	6	Deseable	Difusa	No	regular
Hay necesidad de tomar decisiones en situaciones críticas o ambientes hostiles, penosos y, o, poco gratificantes	Tarea	J4	10	Deseable	Difusa	No	poco
Hay necesidad de distribuir los conocimientos	Tarea	J5	10	Deseable	Difusa	No	todo

Los conocimientos pueden perderse de no realizarse el sistema	Experto	J6	10	Deseable	Difusa	No	poco
No existen soluciones alternativas	Tarea	J7	8	Esencial	Booleana	Si(si)	SI
La transferencia de experiencia entre humanos es factible	Tarea	A1	7	Deseable	Difusa	No	mucho
La tarea requiere experiencia	Tarea	A2	10	Deseable	Difusa	No	mucho
Los efectos de la introducción del SE no pueden preverse	Tarea	A3	2	Deseable	Difusa	No	poco
La tarea requiere razonamiento simbólico	Tarea	A4	5	Deseable	Difusa	No	poco
La tarea requiere el uso de heurísticas para acotar el espacio de búsqueda	Tarea	A5	7	Deseable	Difusa	No	poco
La tarea es de carácter práctico y más táctica que estratégica	Tarea	A6	8	Deseable	Booleana	No	SI
Se espera que la tarea continúe sin cambios significativos durante un largo período de tiempo	Tarea	A7	8	Esencial	Difusa	Si(mucho)	mucho
Se necesitan varios niveles de abstracción en la resolución de la tarea	Tarea	A8	8	Deseable	Difusa	No	regular
El problema es relativamente simple o puede descomponerse en subproblemas	Tarea	A9	6	Deseable	Difusa	No	mucho

El experto no sigue un proceso determinista en la resolución del problema	Experto	A10	3	Deseable	Booleana	No	SI
La tarea acepta la técnica del prototipado gradual	Tarea	A11	8	Deseable	Booleana	No	SI
El experto resuelve el problema a veces con información incompleta o incierta	Experto	A12	3	Deseable	Difusa	No	regular
Es conveniente justificar las soluciones adoptadas	Tarea	A13	3	Deseable	Difusa	No	mucho
La tarea requiere investigación básica	Tarea	A14	10	Esencial	Booleana	Sí(No)	NO
El sistema funcionará en tiempo real con otros programas o dispositivos	Tarea	A15	6	Deseable	Difusa	No	nada
Existe una ubicación idónea para el SE	Directivos / Usuarios	E1	7	Deseable	Difusa	No	mucho
Problemas similares se han resuelto mediante INCO	Tarea	E2	8	Deseable	Booleana	No	SI
El problema es similar a otros en los que resultó imposible aplicar esta tecnología	Tarea	E3	5	Deseable	Booleana	No	NO
La continuidad del proyecto está influenciada por vaivenes políticos	Directivos / Usuarios	E4	9	Esencial	Difusa	Sí(poco)	poco
La inserción del sistema se efectúa sin traumas, es decir, apenas se interfiere en la rutina	Directivos / Usuarios	E5	8	Deseable	Difusa	No	regular

cotidiana

Se dispone de experiencia en INCO	Tarea	E6	7	Deseable	Difusa	No	regular
Se dispone de los recursos humanos, hardware y software necesarios para el desarrollo e implantación del sistema	Tarea	E7	4	Deseable	Difusa	No	mucho
El experto resuelve el problema en la actualidad	Experto	E8	4	Deseable	Difusa	No	todo
La solución del problema es prioritaria para la institución	Directivos / Usuarios	E9	8	Esencial	Difusa	Sí(mucho)	mucho
Las soluciones son explicables	Tarea	E10	5	Deseable	Difusa	No	mucho
Los objetivos del sistema son claros y evaluables	Tarea	E11	6	Deseable	Difusa	No	mucho
Los conocimientos están repartidos ntre un conjunto de individuos	Experto	E12	7	Deseable	Difusa	No	poco
Los directivos, usuarios, expertos e IC están de acuerdo en las funcionalidades del SE	Directivos / Usuarios	E13	4	Esencial	Difusa	Sí(mucho)	mucho
La actitud de los expertos ante el desarrollo el sistema es positiva y no se sienten amenazados por el proyecto	Experto	E14	8	Deseable	Difusa	No	mucho
Los expertos convergen en sus soluciones y métodos	Experto	E15	5	Deseable	Difusa	No	mucho
Se acepta la planificación del proyecto propuesta por el IC	Directivos / Usuarios	E16	8	Esencial	Booleana	Sí(sí)	si

Existen limitaciones estrictas de tiempo en la realización del sistema	Tarea	E17	6	Deseable	Difusa	No	regular
La dirección y usuarios apoyan los objetivos y directrices del proyecto	Directivos / Usuarios	E18	7	Esencial	Difusa	Sí(mucho)	mucho
El nivel de formación requerido por los usuarios del sistema es elevado	Directivos / Usuarios	E19	2	Deseable	Difusa	No	mucho
Las relaciones IC - Experto son fluidas	Experto	E20	4	Deseable	Difusa	No	mucho
El proyecto forma parte de un camino crítico con otros sistemas	Tarea	E21	6	Deseable	Booleana	No	no
Se efectuará una adecuada transferencia tecnológica	Directivos / Usuarios	E22	8	Esencial	Difusa	Sí(mucho)	mucho
Lo que cuenta en la solución es la calidad de la respuesta	Experto	E23	5	Deseable	Booleana	No	si

FIGURA 4 – 5

Es importante destacar, tal como se puede comprobar en la tabla de la figura 4 – 5, que los valores correspondientes a las características de tipo esencial (P1, P4, J7, A7, A14, E4, E9, E13, E16, E18 y E22) deben estar por encima de su correspondiente umbral, ya que de lo contrario se rechazaría la tecnología de la INCO para resolver el problema. Habiéndose comprobado este aspecto de carácter excluyente para la viabilidad del sistema experto en el presente caso, se continúa con la evaluación del proyecto. A continuación se presentan los cálculos y los gráficos correspondientes a cada una de las dimensiones del test

DIMENSION DE PLAUSIBILIDAD

Característica	Peso	Valor	Valores Difusos				Peso / Valor				Peso * Valor			
P1	10	Sí	10	10	10	10	1	1	1	1	100	100	100	100
P2	7	Mucho	5,6	6,6	7,8	8,8	1,25	1,06	0,9	0,8	39,2	46,2	54,6	61,6
P3	8	Mucho	5,6	6,6	7,8	8,8	1,43	1,21	1,03	0,91	44,8	52,8	62,4	70,4
P4	10	9	9	9	9	9	1,11	1,11	1,11	1,11	90	90	90	90
P5	9	9	9	9	9	9	1	1	1	1	81	81	81	81
	44						5,79	5,38	5,04	4,82	355	370	388	403

RESULTADO	7,83	8,29	8,77	9,14
------------------	-------------	-------------	-------------	-------------

FIGURA 4 – 6

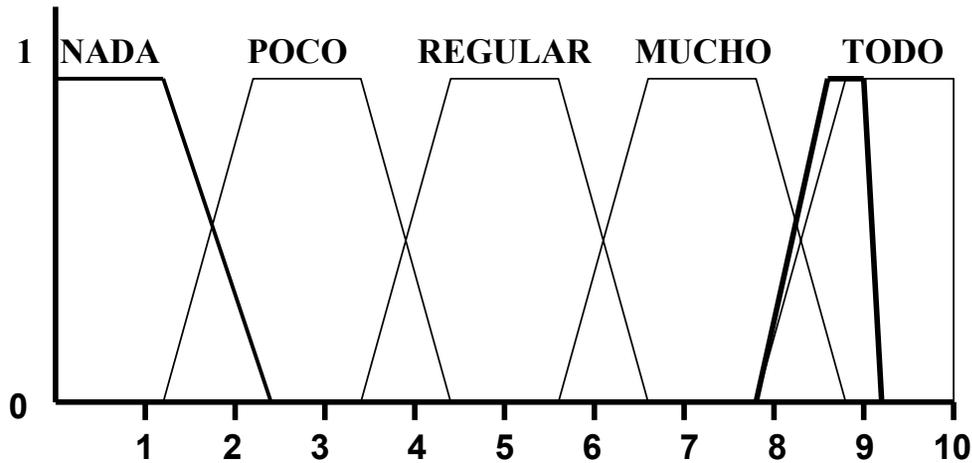


FIGURA 4 – 7

DIMENSION DE JUSTIFICACION

Característica	Peso	Valor	Valores Difusos				Peso * Valor				Aproximación Numérica
J1	8	Mucho	5,6	6,6	7,8	8,8	44,8	52,8	62,4	70,4	57,6
J2	7	9	9	9	9	9	63	63	63	63	63
J3	6	Regular	3,4	4,4	5,6	6,6	20,4	26,4	33,6	39,6	30
J4	10	Poco	1,2	2,2	3,4	4,4	12	22	34	44	28
J5	10	Todo	7,8	8,8	10	10	78	88	100	100	91,5
J6	10	Poco	1,2	2,2	3,4	4,4	12	22	34	44	28
J7	8	Sí	10	10	10	10	80	80	80	80	80
	59						310,2	354,2	407	441	

Valor Máximo: 91,5

RESULTADO	7,8	8,8	10	10	TODO
-----------	-----	-----	----	----	------

FIGURA 4 – 8

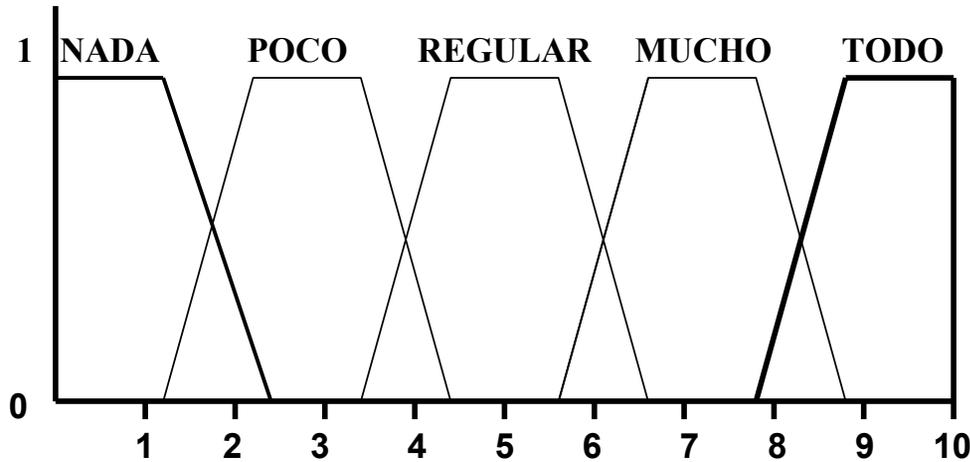


FIGURA 4 – 9

DIMENSION DE ADECUACION

Característica	Peso	Valor	Valores Difusos				Peso / Valor				Peso * Valor			
A1	7	Mucho	5,6	6,6	7,8	8,8	1,25	1,061	0,897	0,795	39,2	46,2	54,6	61,6
A2	10	Mucho	5,6	6,6	7,8	8,8	1,786	1,515	1,282	1,136	56	66	78	88
A3	-2	Poco	5,6	6,6	7,8	8,8	0,357	0,303	0,256	0,227	11,2	13,2	15,6	17,6
A4	5	Poco	1,2	2,2	3,4	4,4	4,166	2,272	1,47	1,136	6	11	17	22
A5	7	Poco	1,2	2,2	3,4	4,4	5,833	3,181	2,058	1,59	8,4	15,4	23,8	30,8
A6	8	Sí	10	10	10	10	0,8	0,8	0,8	0,8	80	80	80	80
A7	8	Mucho	5,6	6,6	7,8	8,8	1,429	1,212	1,026	0,909	44,8	52,8	62,4	70,4
A8	8	Regular	3,4	4,4	5,6	6,6	2,353	1,818	1,429	1,212	27,2	35,2	44,8	52,8
A9	6	Mucho	5,6	6,6	7,8	8,8	1,071	0,909	0,769	0,682	33,6	39,6	46,8	52,8
A10	3	Sí	10	10	10	10	0,3	0,3	0,3	0,3	30	30	30	30
A11	8	Sí	10	10	10	10	0,8	0,8	0,8	0,8	80	80	80	80
A12	3	Regular	3,4	4,4	5,6	6,6	0,882	0,682	0,536	0,455	10,2	13,2	16,8	19,8
A13	3	Mucho	5,6	6,6	7,8	8,8	0,536	0,455	0,385	0,341	16,8	19,8	23,4	26,4
A14	-10	No	10	10	10	10	1	1	1	1	100	100	100	100
A15	-6	Nada	7,8	8,8	10	10	0,769	0,682	0,6	0,6	46,8	52,8	60	60
	94						23,33	16,99	13,61	11,98	590,2	655,2	733,2	792,2



(Se consideran todos los pesos con signo positivo
Ver Nota Aclaratoria al final del capítulo)

RESULTADO	5,15	6,25	7,35	8,13
------------------	-------------	-------------	-------------	-------------

FIGURA 4 – 10

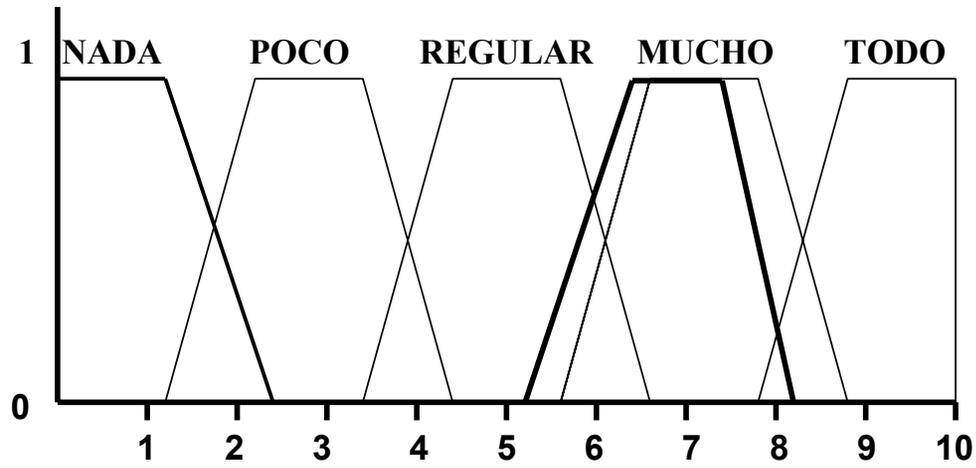


FIGURA 4 – 11

DIMENSION DE EXITO

Característica	Peso	Valor	Valores Difusos				Peso / Valor				Peso * Valor			
E1	7	Mucho	5,6	6,6	7,8	8,8	1,25	1,061	0,897	0,795	39,2	46,2	54,6	61,6
E2	8	SÍ	10	10	10	10	0,8	0,8	0,8	0,8	80	80	80	80
E3	-5	No	10	10	10	10	0,5	0,5	0,5	0,5	50	50	50	50
E4	-9	Poco	5,6	6,6	7,8	8,8	1,067	1,364	1,154	1,023	50,4	59,4	70,2	79,2
E5	8	Regular	3,4	4,4	5,6	6,6	2,353	1,818	1,429	1,212	27,2	35,2	44,8	52,8
E6	7	Regular	3,4	4,4	5,6	6,6	2,059	1,591	1,25	1,061	23,8	30,8	39,2	46,2
E7	4	Mucho	5,6	6,6	7,8	8,8	0,714	0,606	0,513	0,455	22,4	26,4	31,2	35,2
E8	4	Todo	7,8	8,8	10	10	0,513	0,455	0,4	0,4	31,2	35,2	40	40
E9	8	Mucho	5,6	6,6	7,8	8,8	1,429	1,212	1,026	0,909	44,8	52,8	62,4	70,4
E10	5	Mucho	5,6	6,6	7,8	8,8	0,893	0,758	0,641	0,568	28	33	39	44
E11	6	Mucho	5,6	6,6	7,8	8,8	1,071	0,909	0,769	0,682	33,6	39,6	46,8	52,8
E12	-7	Poco	5,6	6,6	7,8	8,8	1,25	1,061	0,897	0,795	39,2	46,2	54,6	61,6
E13	4	Mucho	5,6	6,6	7,8	8,8	0,714	0,606	0,513	0,455	22,4	26,4	31,2	35,2
E14	8	Mucho	5,6	6,6	7,8	8,8	1,429	1,212	1,026	0,909	44,8	52,8	62,4	70,4
E15	5	Mucho	5,6	6,6	7,8	8,8	0,893	0,758	0,641	0,568	28	33	39	44
E16	8	SÍ	10	10	10	10	0,8	0,8	0,8	0,8	80	80	80	80
E17	-6	Regular	3,4	4,4	5,6	6,6	1,765	1,364	1,071	0,909	20,4	26,4	33,6	39,6
E18	7	Mucho	5,6	6,6	7,8	8,8	1,25	1,061	0,897	0,795	39,2	46,2	54,6	61,6
E19	-2	Mucho	1,2	2,2	3,4	4,4	1,667	0,909	0,588	0,455	2,4	4,4	6,8	8,8
E20	4	Mucho	5,6	6,6	7,8	8,8	0,714	0,606	0,513	0,455	22,4	26,4	31,2	35,2
E21	-6	No	10	10	10	10	0,6	0,6	0,6	0,6	60	60	60	60
E22	8	Mucho	5,6	6,6	7,8	8,8	1,429	1,212	1,026	0,909	44,8	52,8	62,4	70,4
E23	5	SÍ	10	10	10	10	0,5	0,5	0,5	0,5	50	50	50	50
	141						25,66	21,76	18,45	16,55	884,2	993,2	1124	1229

(Se consideran todos los pesos con signo positivo Ver Nota Aclaratoria al final del capítulo)

RESULTADO	5,883	6,762	7,807	8,618
------------------	--------------	--------------	--------------	--------------

FIGURA 4 – 12

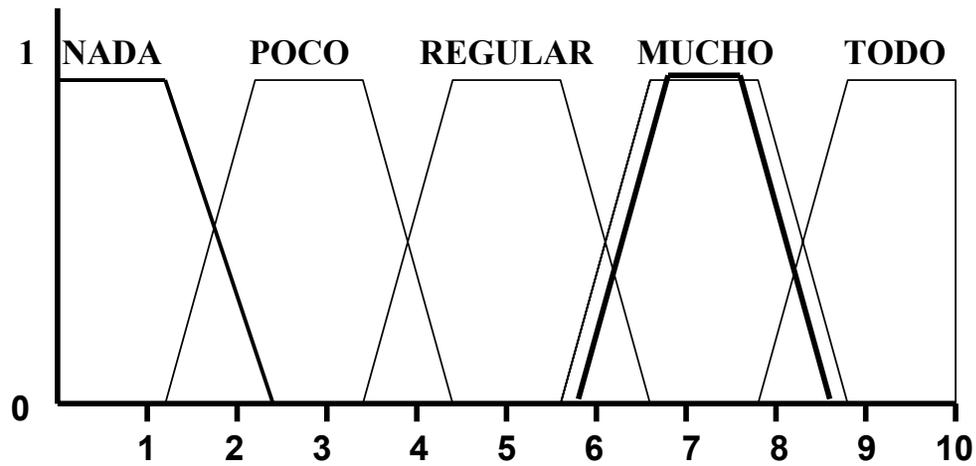


FIGURA 4 – 13

CALCULO DEL VALOR FINAL

Característica	Peso	Valores Difusos				Peso * Valor			
Plausibilidad	8	7,83	8,29	8,77	9,14	62,64	66,32	70,16	73,12
Justificación	3	7,8	8,8	10	10	23,4	26,4	30	30
Adecuación	8	5,15	6,25	7,35	8,13	41,2	50	58,8	65,04
Éxito	5	5,88	6,76	7,81	8,62	29,4	33,8	39,05	43,1
	24					156,64	173,4	198,01	211,26

RESULTADO	6,53	7,22	8,25	8,8
------------------	-------------	-------------	-------------	------------

MEDIA GENERAL	7,7
----------------------	------------

FIGURA 4 - 14

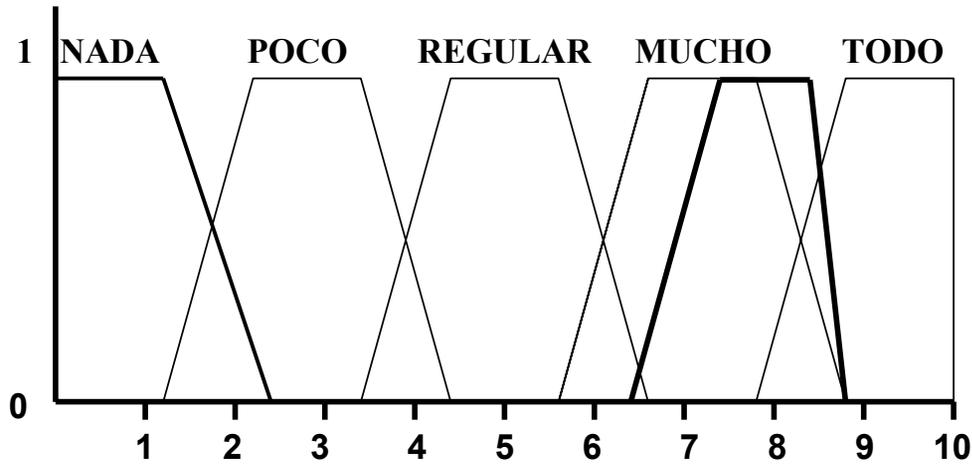


FIGURA 4 - 15

3.5 EVALUACION DE VIABILIDAD PARA EL PROYECTO

Los resultados obtenidos para cada dimensión son:

- **Plausibilidad:** 7,83; 8,29; 8,77; 9,14
- **Justificación:** 7,8; 8,8; 10; 10
- **Adecuación:** 5,15; 6,25; 7,35; 8,13
- **Éxito:** 5,88; 6,76; 7,81; 8,62
- **Conclusión Final:** 6,53; 7,22; 8,25; 8,8
- **Media General:** 7,9 > 6

El sistema planteado es viable desde la perspectiva de la Ingeniería del Conocimiento, ya que la media general es mayor que 6.

NOTA ACLARATORIA

Hay algunas características que en el test original de viabilidad tienen asociado a su peso el signo negativo, a saber: A3, A14, A15, E3, E4, E12, E17, E19 y E21.

Se aclara que éste signo no tiene ningún sentido matemático, es decir, que no ha sido tenido en cuenta para efectuar los cálculos.

Dicho signo denota simplemente, que una respuesta afirmativa a la pregunta correspondiente va en detrimento de la viabilidad de la aplicación. Así es que, durante el cálculo el signo debe ser ignorado y el valor otorgado a la característica reemplazado por su complementario en la misma escala.

De igual manera, cuando se divide por intervalos en los que alguno de los puntos angulares es igual cero, ésta división da como resultado un intervalo con valores ∞ .

Para evitar esto, se divide por un valor cercano al cero, por ejemplo 0.01. El cual no modifica esencialmente los intervalos y resuelve el problema de dividir por cero.

4. CONCLUSIONES

4.1 PROBLEMAS ABIERTOS

Uno de los pasos más importantes dentro del proceso de diseño instruccional, es el de “Identificar las Estrategias Instruccionales más apropiadas a embeber en el diseño” (Wilson, Brent. 1996). Es decir, que métodos educativos resultan ser los más adecuados para asistir a las personas destinatarias de la instrucción, a fin de poder proveer un diseño altamente efectivo de esta. Esta tarea de identificación de estrategias y actividades que hagan operativas a las mismas, presenta una serie de dificultades:

- Existe una gran cantidad de variables que interactúan entre si y que constituyen los datos de entrada que conforman el escenario de la instrucción. Estas variables deben ser consideradas a la hora de establecer aquellas estrategias y actividades instruccionales que contribuyan a un entorno de aprendizaje de alta efectividad.
- En una consideración inicial, las principales variables que influyen en el ambiente de aprendizaje a diseñar y que convergen en dicho escenario son: el contenido curricular, los objetivos curriculares, el educando, el contexto de aprendizaje y los recursos tecnológicos. El análisis extensivo que se requiere para cada una de estas variables así como la interacción entre ellas, resultan ser de gran complejidad.
- Existen diversas estrategias instruccionales (métodos educativos), a saber: las que están relacionadas con las teorías del aprendizaje, las que se infieren de acuerdo al dominio de conocimiento al cual pertenece el contenido, y también se tienen estrategias que se infieren en función del contexto en que se da el aprendizaje, del nivel de desarrollo y del estilo de aprendizaje de la persona que aprende (educando), entorno tecnológico, etc. No existe una estrategia que funcione para determinados datos del escenario de la instrucción, sino que, en líneas generales, el diseñador instruccional debe identificar un conjunto de métodos que se consideran los adecuados a tal efecto.

- De acuerdo a lo expresado, el problema del diseño instruccional puede ser considerado como complejo. En función de la cantidad de variables interdependientes a ser tomadas en consideración, es casi imposible estandarizar el proceso de solución.
- La selección de los modelos instruccionales a ser aplicados en cualquier diseño se realiza al comienzo del proyecto, debiéndose considerar un conjunto de variables de análisis que tienen ser definidas para darle forma al diseño. Esto requiere en su mayor parte del conocimiento y la experticia del diseñador instruccional, dado que al inicio del proyecto subyace una gran cuota de subjetividad acerca de muchos aspectos del mismo.
- En virtud de las consideraciones anteriormente citadas, la forma en que expertos y profesionales calificados del diseño instruccional enfrentan la compleja tarea de diseñar entornos de aprendizaje altamente efectivos, resulta ser una combinación de experticia, de aplicación de las teorías del aprendizaje y de las mejores prácticas adquiridas a través de su experiencia. A tal efecto, estos expertos tienden a utilizar modelos mentales, heurísticas y atajos para moverse a través de un espacio extenso de soluciones posibles, alcanzando un diseño efectivo en un período corto y evitar así caminos inútiles que ayudan a descartar soluciones ineficientes en el proceso de diseño.
- La bibliografía disponible en diseño instruccional, aún si menciona el juego de variables a ser tomado en consideración en un proceso de diseño, no presenta el conocimiento organizado en una forma sistemática y no ofrece una metodología para construir sistemas instruccionales que funcionen en cualquier caso y diversas condiciones del ambiente de aprendizaje. Por lo tanto, el estado actual del diseño instruccional no parece incorporar procedimientos sistemáticos para el desarrollo de estrategias de aprendizaje óptimas que satisfagan las necesidades de los dominios específicos, tareas de aprendizaje y educandos.

4.2. FUTURAS LINEAS DE TRABAJO

Constituye una futura línea de trabajo desarrollar un prototipo de Sistema Experto (SE) que asista al Diseñador Instruccional en la selección de las mejores estrategias y actividades más

efectivas a ser incluidas en un ambiente de aprendizaje computarizado en particular. Esto significa que dadas las características más relevantes de dicho ambiente: educando, contexto de aprendizaje, contenido curricular, objetivos curriculares y recursos tecnológicos, el sistema sea capaz de identificar aquellas estrategias y actividades de instrucción que faciliten el alcance de los objetivos de la instrucción por parte de los educandos).

La línea de trabajo señalada se puede articular mediante las siguientes acciones:

- Representar por medio de técnicas de Ingeniería del Conocimiento los criterios y metodología utilizada por los expertos para resolver el problema, entendiéndose por técnicas de Ingeniería del Conocimiento: Técnicas de Adquisición de Conocimiento, Técnicas de Conceptualización, Técnicas de Formalización y Técnicas de Evaluación.
- Iniciar el proceso para establecer un marco ordenado de variables a tener en cuenta para decidir las estrategias y actividades instruccionales que mejor se adaptan al entorno instruccional en particular.
- Establecer la manera en que los investigadores en el campo utilizan taxonomías y les otorgan relaciones entre variables relevantes que afectan al diseño.
- Encontrar una manera sistemática de emplear los tipos y niveles de teoría más apropiados, que se precisan para sustentar un proyecto de diseño instruccional en un ambiente de aprendizaje computarizado. Este propósito implica relacionar taxonomías, marcos de trabajo conceptuales, sistemas teóricos, análisis críticos y paradigmas filosóficos para descubrir cuáles son los mejores modelos a ser aplicados en un caso particular.
- Utilizar un marco metodológico para desarrollar el sistema experto.
- Contrastar el sistema experto desarrollado, mediante el análisis de su comportamiento y adaptabilidad a través de casos reales planteados por expertos.

5. REFERENCIAS

- Alexander, C. (1999). *A Timeless Way of Building*. Oxford University Press. Oxford. England
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives*. Handbook I: cognitive domain. New York: Davis McKay
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R.W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., and Palincsar, A. (1991). *Motivating project – based learning: Sustaining the doing, supporting the learning*. *Educational Psychologist*, 26 (3 & 4), 369 – 398
- Brachman, R. (1988). *The Basics of Knowledge Representation and Reasoning*. AT& T. Technical Journal 67 (1): 15
- Bransford, J. D. (1979). *Human Cognition: Learning, understanding and remembering*. CA: Wadsworth Inc
- Brophy, J. & Alleman, J. (1991, May) *Activities as instructional tools: A framework for analysis and evaluation*. *Educational Researcher*, pp. 9 – 22
- Cuban, L. (1998). *A fundamental puzzle of school reform*. *Phi Delta Kappa*, 69 (5), 341 – 344
- Duffy, M. & Jonassen, H. (1982). *Constructivism and the technology for instruction: a conversation*. Lawrence Erlbaum Associates. Washington. USA
- Ertmer, A. & Newby, P. (1993). *Practical Research: Planning and Design*. Prentice Hall
- Gagné R. M., Briggs L. J. & Wager W. W. (1992). *Principles of Instructional Design*. Wadsworth/Thomson Learning. Belmont, CA. USA.
- García Martínez, R. y Borrajo, D. (2000). *An Integrated Approach of Learning, Planning and Executing*. *Journal of Intelligent and Robotic Systems*. 29, 47-78.

Giarratano, J y Riley, G. (2001). *Sistemas Expertos. Principios y Programación*. International Thomson Editores

Jonassen, D. H. (1997). *Certainty, Determinism and Predictability in Theories of Instructional Design: Lessons from Science*. Educational Technology, 37, 27-37.

Merrill, M. D. (1996). *Instructional Transaction Theory: Instructional Design Based on Knowledge Objects*. Educational Technology, 36, 30-37.

Reigeluth, C. M. (1999). *Instructional design theories and models: a new paradigm of instructional theory*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers. Washington. USA

Resier R. A. & Gagné, R. M. (1993). *Selecting media for instruction*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications

Sierra, E. A. (1999). *Examining the Suitability of the Pattern Oriented Paradigm in the Educational Software Design Process*. In Press. Institute for Learning Technologies, Columbia University.

Sierra, E. A. (1999). *A Cognitivist Instructional Approach applied to the design of intelligent tutoring systems*, Proceedings of the Argentine Symposium on Artificial Intelligence, 221-232.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society*. Cambirdge, MA: Harvard University Press

Wilson, B. G. (1996). *Constructivist Learning Environments: Case Studies in Instructional Design*. Educational Technology Publications. Englewood Cliffs, New Jersey.