



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

La tecnología computacional como medio facilitador del proceso de enseñanza-aprendizaje en el ámbito escolar

Begoña Gros Salvat



Aquesta tesi doctoral està subjecta a la llicència Reconeixement- NoComercial – SenseObraDerivada 4.0. Espanya de Creative Commons.

Esta tesis doctoral está sujeta a la licencia Reconocimiento - NoComercial – SinObraDerivada 4.0. España de Creative Commons.

This doctoral thesis is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 4.0. Spain License.

UNIVERSIDAD DE BARCELONA
División de Ciencias de la Educación
Facultad de Pedagogía
Departamento de Teoría e Historia de la Educación

**"LA TECNOLOGIA COMPUTACIONAL
COMO MEDIO FACILITADOR
DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE
EN EL AMBITO ESCOLAR"**

46 p2

TD

481

Tesis doctoral presentada por
BEGOÑA GROS SALVAT



Dirigida por el Dr.

MIGUEL MARTINEZ MARTIN

Barcelona, 1987

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA



0700693084

T O M O I

INTRODUCCION	16
---------------------------	-----------

1ª PARTE:

EL DESARROLLO DE LAS NUEVAS TECNOLOGIAS Y SUS REPERCUSIONES SOCIOEDUCATIVAS.

A. PRIMERA APROXIMACION: ANALISIS GENERAL DE LA SITUACION.....	27
1.1. Características de la explosión tecnológica.....	33
<i>1.1.1. La evolución de la tecnología computacional.....</i>	<i>35</i>
1.1.1.1. De las primeras máquinas de cálculo a los ordenadores de la primera generación.....	35
1.1.1.2. El desarrollo tecnológico y la configuración de los ordenadores.....	38
1.1.1.3. Los ordenadores de la quinta generación.....	43
1.1.1.4. El futuro de la tecnología computacional.....	49
1.1.1.5. Esquema-resumen de la evolución de la tecnología computacional.....	54
<i>1.1.2. La mutación de las telecomunicaciones.....</i>	<i>56</i>

1.1.2.1. Breve reseña histórica.....	56
1.1.2.2. Las redes de comunicación.....	58
1.1.2.3. Modalidades de comunicación.....	61
1.1.3. <i>Expectativas suscitadas</i>	67
1.2. Posibles implicaciones del uso de las nuevas tecnologías	76
1.2.1. <i>En el terreno político</i>	78
1.2.1.1. El dominio de la comunicación.....	78
1.2.1.2. Redes centralizadas.....	79
1.2.1.3. Redes descentralizadas.....	80
1.2.2. <i>En el terreno laboral</i> :.....	83
1.2.2.1. El proceso de creación.....	83
1.2.2.2. El concepto de trabajo.....	85
1.2.2.3. La evolución del trabajo:	89
1.2.2.3.1. La cantidad.....	89
1.2.2.3.2. La calidad.....	91
1.2.2.3.3. Las nuevas profesiones.....	93

1.2.3. <i>En el terreno individual</i>	96
1.2.4. <i>En el terreno social:</i>	99
1.2.4.1. La división de clases.....	99
1.2.4.2. Modos de comunicación social.....	102
1.2.5. <i>En la cultura</i>	106
B. SEGUNDA APROXIMACION: LAS NUEVAS TECNOLOGIAS Y SU INCIDENCIA EN EL AMBITO EDUCATIVO	109
1.3. La educación en el ámbito institucional:	110
1.3.1. <i>Intraducción</i>	112
1.3.2. <i>Panorámica conceptual</i>	113
1.3.3. <i>Las barreras del universo educativo ante el desarrollo de las nuevas tecnologías:</i>	116
1.3.3.1. Los medios de comunicación.....	116
1.3.3.2. Los sistemas informáticos.....	117
1.3.3.3. La telemática.....	118
1.3.3.4. A modo de conclusión.....	118

1.4. La educación básica.....	121
<i>1.4.1. Demarcación del término.....</i>	<i>123</i>
<i>1.4.2. Adecuación de la educación básica:.....</i>	<i>126</i>
1.4.2.1. Al sistema social.....	126
1.4.2.2. Al desarrollo del saber.....	129
1.4.2.3. A la formación de la persona.....	130
<i>1.4.3. Introducción de las nuevas tecnologías de la información en la educación básica.....</i>	<i>133</i>
C. TERCERA APROXIMACION: LA UTILIZACION DEL ORDENADOR EN LA EDUCACION BASICA.....	138
1.5. Evolución del uso del ordenador en la educación básica:.....	139
<i>1.5.1. Introducción.....</i>	<i>141</i>
<i>1.5.2. Fases del uso del ordenador con intencionalidad educativa:.....</i>	<i>144</i>
1.5.2.1. Los modelos clásicos.....	144
1.5.2.2. Búsqueda de modelos más abiertos.....	149

1.5.2.3. Énfasis en los modelos de aprendizaje por descubrimiento.....	152
1.5.2.4. Modelos basados en sistemas expertos.....	156
1.6. La utilización del ordenador en la educación básica:	162
<i>1.6.1. Posibles áreas de utilización:.....</i>	<i>164</i>
1.6.1.1. Uso de la informática como fin.....	166
1.6.1.2. Uso de la informática como medio.....	168
1.6.1.3. Uso de la informática como herramienta.....	170

2ª PARTE:

ESTUDIO DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE MEDIANTE EL USO DEL ORDENADOR EN LA INSTITUCION ESCOLAR.

Introducción.....	170
2.1. Primer estudio: aprender del ordenador.....	180
<i>2.1.1. La informática como media.....</i>	<i>181</i>

2.1.1.1. Modalidades y sistemas de aplicación.....	183
2.1.1.2. Los sistemas de Enseñanza Asistida por Ordenador:	195
2.1.1.2.1. La enseñanza tutorial.....	195
2.1.1.2.2. Práctica y ejercitación.....	197
2.1.1.2.3. Demostración.....	198
2.1.1.2.4. Simulación.....	199
2.1.1.2.5. Juegos.....	202
2.1.1.2.6. Los paradigmas de la E.A.O.....	204
2.1.1.3. Los sistemas Inteligentes de Enseñanza Asistida por Ordenador.....	208
2.1.1.3.1. Fundamentos del sistema.....	208
2.1.1.3.2. Los sistemas expertos.....	209
<i>2.1.2. El software educativo en los sistemas de E.A.O.</i>	<i>214</i>
2.1.2.1. Criterios de demarcación.....	216
2.1.2.2. El diseño del software actual:	225
2.1.2.2.1. Fases del diseño:	225
2.1.2.2.1.1. Concepción del programa.....	229
2.1.2.2.1.2. Creación del programa.....	232

2.1.2.2.2. Lenguajes de programación para sistemas de E.A.O.....	244
2.1.2.2.2.1. Tipos de lenguajes.....	244
2.1.2.2.2.2. Sistemas multiuso.....	245
2.1.2.2.2.3. Microordenadores.....	248
2.1.2.3. El software educativo.....	252
2.1.2.3.1. Tipos de programas.....	252
2.1.2.3.2. Criterios de valoración.....	257
<i>2.1.3. El software educativo para sistemas Inteligentes de E.A.O.....</i>	<i>263</i>
2.1.3.1. El diseño de sistemas expertos.....	265
2.1.3.2. Los sistemas de programación:	271
2.1.3.2.1. Entornos de programación.....	271
2.1.3.2.2. Lenguajes de programación para sistemas expertos.....	274
2.1.3.3. Programas para sistemas de I.E.A.O.....	281
2.1.3.3.1. Aspectos generales.....	281
2.1.3.3.2. El sistema SCHOLAR.....	284
2.1.3.3.3. El sistema GUIDON.....	286
2.1.3.3.4. El sistema SPADE.....	288
2.1.3.3.5. El sistema SOPHIE.....	291

2.1.3.3.6. El sistema WUSOR-1.....	294
<i>2.1.4. Problemas básicos de diseño y utilización de los sistemas de aprendizaje a través del ordenador.....</i>	<i>297</i>
2.1.4.1. Determinación de los aspectos problemáticos.....	299
2.1.4.2. La representación del conocimiento.....	302
2.1.4.2.1. Descripción general.....	302
2.1.4.2.2. Las redes de Petri.....	304
2.1.4.2.3. Representaciones lógicas.....	310
2.1.4.2.4. Estructuras del conocimiento:.....	313
2.1.4.2.4.1. Declarativas.....	313
2.1.4.2.4.2. Procedimentales.....	316
2.1.4.3. El modelo del alumno	318
2.1.4.3.1. Situación actual.....	318
2.1.4.3.2. Algunos ejemplos.....	324
2.1.4.4. Las estrategias de enseñanza.....	330
2.1.4.5. El modelo de comunicación.....	335
2.1.4.6. El sentido del aprendizaje a través del ordenador.....	342

T O M O II

2.2. Segundo estudio: aprender con el ordenador	356
<i>2.2.1. El lenguaje Logo como teoría educativa: S. Papert.....</i>	<i>357</i>
2.2.1.1. Demarcación de los objetivos del lenguaje Logo.....	358
2.2.1.2. Desarrollo histórico:	365
2.2.1.2.1. El proyecto Logo.....	365
2.2.1.2.2. La utilización del ordenador en la enseñanza.....	369
2.2.1.2.3. Logo y el aprendizaje de las matemáticas.....	371
2.2.1.2.4. Renovación pedagógica y nuevas tecnologías.....	372
2.2.1.2.5. Influencia de la cultura computacional en el desarrollo cognitivo del sujeto.....	375
2.2.1.3. Caracterización de los conceptos de <i>educación, cultura y tecnología</i> a través de la obra de S. Papert.....	378
2.2.1.3.1. El papel de la cultura computacional en la sociedad actual.....	378
2.2.1.3.2. El uso del lenguaje Logo como ejemplo de la cultura computacional:	387
2.2.1.3.2.1. La cultura matemática.....	387

2.2.1.3.2.2. Logo en la escuela.....	389
2.2.1.3.3. El pensamiento tecnocentrista.....	391
2.2.1.4. Cuestiones suscitadas.....	394
<i>2.2.2. Características del lenguaje Logo.....</i>	<i>397</i>
2.2.2.1. Introducción.....	399
2.2.2.2. Características de orden técnico.....	402
2.2.2.2.1. Ambitos de programación:	402
2.2.2.2.1.1. La geometría de la tortuga.....	402
2.2.2.2.1.2. El manejo de listas y palabras.....	405
2.2.2.2.1.3. Operaciones y funciones matemáticas.....	410
2.2.2.2.1.4. El manejo de múltiples tortugas: la animación.....	411
2.2.2.2.1.5. Música.....	414
2.2.2.2.1.6. Logo tridimensional.....	415
2.2.2.2.1.7. Otros ámbitos de programación.....	418
2.2.2.2.2. Aspectos estructurales.....	422
2.2.2.2.3. Aspectos conceptuales:	426
2.2.2.2.3.1. Procedimiento.....	426
2.2.2.2.3.2. Primitivas.....	426
2.2.2.2.3.3. Instrucciones.....	427

2.2.2.2.3.4. Comandos y operaciones.....	427
2.2.2.2.3.5. Variables.....	428
2.2.2.2.3.6. Recursión.....	429
2.2.2.2.3.7. Estructuras de control.....	437
2.2.2.2.3.8. Planificación y depuración.....	440
2.2.2.3. Características de orden pedagógico.....	442
<i>2.2.3. Areas de investigación sobre el uso del lenguaje Logo en el ámbito escolar.....</i>	<i>450</i>
2.2.3.1. Introducción.....	452
2.2.3.2. Investigaciones sobre los procesos de desarrollo:	458
2.2.3.2.1. Requerimientos cognitivos.....	458
2.2.3.2.2. Estrategias de programación.....	462
2.2.3.2.3. Estilos cognitivos.....	467
2.2.3.2.4. Etapas y procesos de aprendizaje.....	469
2.2.3.2.5. Logros cognitivos.....	473
2.2.3.2.6. Implicaciones socio-afectivas.....	477
2.2.3.3. Investigaciones sobre aplicaciones curriculares:	482
2.2.3.3.1. Educación preescolar.....	483

2.2.3.3.2. Enseñanza primaria:	489
2.2.3.3.2.1. Matemáticas.....	489
2.2.3.3.2.2. Física.....	491
2.2.3.3.2.3. Lenguaje.....	492
2.2.3.3.2.4. Música.....	493
2.2.3.4. Métodos de enseñanza y formación del profesorado.....	494
<i>2.2.4. Problemas básicas del diseño y utilización de los sistemas de aprendizaje con el ordenador.....</i>	<i>497</i>
2.2.4.1. Análisis de los presupuestos de la teoría de S.Papert sobre el aprendizaje mediante el uso del lenguaje Logo:	500
2.2.4.1.1. Demarcación de los núcleos de estudio.....	500
2.2.4.1.2. El concepto de programación.....	503
2.2.4.1.3. La creación de micromundos como ámbitos de exploración.....	510
2.2.4.1.4. Supuestos de carácter epistemológico: el paralelismo hombre-máquina.....	517
2.2.4.1.5. El modelo de aprendizaje de J.Piaget:	529
2.2.4.1.5.1. Breve descripción de los aspectos más significativos para nuestro estudio de la teoría de J.Piaget.....	529
2.2.4.1.5.2. Aplicaciones del modelo piagetiano en la escuela.....	533

2.2.4.1.6. Beneficios cognitivos.....	537
2.2.4.2. La adecuación de la teoría de Vygotski al modelo de enseñanza-aprendizaje del lenguaje Logo.....	546
2.2.4.2.1. Planteamiento del problema.....	546
2.2.4.2.2. La organización de las actividades en el aula.....	548
2.2.4.2.3. La construcción del conocimiento a través de la interacción grupal:.....	557
2.2.4.2.3.1. La teoría de Vygotski.....	557
2.2.4.2.3.2. El aprendizaje del lenguaje Logo mediante proyectos.....	564
RECAPITULACION FINAL	568
BIBLIOGRAFIA.....	590
<i>Libros</i>	<i>592</i>
<i>Artículos</i>	<i>615</i>
ESQUEMA GENERAL DE LA TESIS	667

INTRODUCCION

I

El desarrollo de las nuevas tecnologías está provocando, sobre todo en las dos últimas décadas, importantes cambios en las formas de vida individual y social. El paso de la sociedad industrial a la sociedad de la información se caracteriza, entre otras cosas, por la enorme rapidez con que acontecen estos cambios. De ahí surgen los temores y la desconfianza con que a menudo el hombre mira hacia el futuro.

La institución escolar, enmarcada dentro del contexto de su sociedad, no escapa a este tipo de transformaciones. Si bien la evolución de la escuela siempre resulta más lenta y compleja, produciéndose a menudo desfases entre lo que ella ofrece y lo que le exige la sociedad, no puede negarse que la problemática existe. En este sentido, la escuela se está viendo obligada a incorporar elementos que le proporcionen una mayor contextualización.

A diferencia de otros materiales utilizados en la escuela, el ordenador se presenta como un objeto versátil que puede usarse para conseguir objetivos muy diversos. Por ello, la introducción de esta herramienta intenta satisfacer intereses muy variados: la enseñanza de la informática en la escuela, la utilización del ordenador para la transmisión de contenidos curriculares, el uso de programas de aplicación, la utilización del ordenador como medio facilitador en la construcción de conocimientos, etc.

Resulta pues difícil realizar una valoración global de la eficacia de esta máquina. Es preciso, ante todo, fijarnos en los objetivos que se pretenden alcanzar y en la forma en que este medio puede actuar para conseguirlos. En este contexto se sitúa nuestro trabajo. En él, se ha tratado de analizar cómo puede ser utilizado el ordenador en la escuela y hasta que punto puede constituir un objeto útil para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje. Aspecto éste fundamental en el análisis de cualquier proceso educativo.

II

Mi interés por la temática se originó a través de la confluencia de varios hechos aislados.

En setiembre de 1982, leí la obra de S. Papert, *Desafío a la mente*, que me causó un enorme interés. Había encontrado un autor que quería poner en práctica los planteamientos básicos de la teoría de Piaget¹ a través del diseño de un lenguaje de programación. Papert pretendía conseguir que el ordenador actuara como elemento facilitador de la construcción del conocimiento. Este aspecto me pareció algo realmente innovador.

Más adelante, con ocasión de la asistencia a la "IV Convención Internacional de TV y Educación" tuve la oportunidad de

¹ Entre 1980 y 1982 habíamos estado trabajando en la confección de la Tesis de Licenciatura dedicada a la teoría de la construcción del conocimiento de Piaget. De aquí nuestro interés por todos los aspectos relacionados con la aplicación de dicha teoría.

conocer los trabajos realizados por el profesor H. Ingle² de la Universidad de Chico en California. Las conversaciones que entonces y más adelante pude mantener con él incrementaron mi motivación por el tema.

Finalmente, tuve ocasión de plantear todas estas inquietudes al Dr. Miguel Martínez, director de este trabajo, que me animó a iniciar la tesis que aquí presentamos.

III

Los inicios de la investigación fueron quizá los momentos más difíciles. Ello fundamentalmente por dos motivos: la carencia de bibliografía en castellano sobre el tema y la dificultad de acceder a una formación informática.

La bibliografía en castellano ha sido bastante escasa hasta principios de 1984³. En estos tres últimos años las traducciones de obras, fundamentalmente americanas, así como los artículos y libros de autores en lengua castellana han proliferado enormemente. Pero lo cierto es que hasta entonces apenas existían obras traducidas. La dificultad para nosotros no era tanto el idioma,

² En Setiembre de 1983, H. Ingle presentó el proyecto de investigación que estaba realizando en E.E.U.U. En él se realizaba un estudio de la introducción de las Nuevas Tecnologías (fundamentalmente la informática y el video interactivo) en los centros de enseñanza básica de California.

³ Las obras en lengua castellana sobre informática educativa anteriores a esta fecha se refieren fundamentalmente a la E.R.O. y a la Enseñanza Programada. En cambio, la bibliografía sobre la utilización del lenguaje Logo y los sistemas I.E.R.O. era bastante escasa.

ya que la mayor parte de la producción está escrita en inglés, sino el acceso a las publicaciones.

De hecho, la cuestión bibliográfica ha constituido un factor problemático durante todo el proceso de elaboración de la tesis. He podido constatar que la mayor parte de los artículos y libros publicados sobre la temática tienen todavía fundamentalmente un carácter introductorio. De este modo, aunque la bibliografía es ya muy amplia, la mayor parte de ella redundante sobre los mismos temas y, además, de forma asistemática y sin proporcionar excesivos marcos de reflexión y profundización. Este hecho se hace patente en algunos capítulos de la tesis en los que he tenido que realizar una sistematización de los conceptos y términos utilizados al hablar sobre la informática educativa.

La dificultad antedicha se ha hecho más patente en el análisis de la E.A.D que en el caso del lenguaje Logo. Sobre este último el material es mucho más específico. Además, en el mes de Julio de 1985, tuve ocasión de participar en el Congreso Internacional de Logo⁴ celebrado en el M.I.T., con lo que pude ampliar la perspectiva y adquirir un mayor conocimiento de los trabajos e investigaciones realizadas a nivel internacional.

Otro aspecto que también me supuso alguna dificultad, al principio del trabajo, fue el acceso a la formación informática. Desde el primer momento consideré que era absolutamente imprescindible

⁴ La participación en el mencionado Congreso fue realizada mediante la comunicación "The problem of the evaluation and integration of Logo language in the school", *Logo 85 Pre-Proceedings*, M.I.T Press, Cambridge, 1985, pp 113-115.

adquirir una formación informática para poder llegar a elaborar la tesis. Sin embargo, durante los primeros meses, tuve dificultades para adquirir este tipo de conocimientos ya que la mayoría de los centros ofrecían cursos de informática de gestión y, por ejemplo, el lenguaje Logo apenas era conocido en nuestro país. Todos estos aspectos no son ya una dificultad para las personas que deseen dedicarse a esta temática, ya que en poco tiempo se han creado muchos centros, cursos, seminarios, etc. dedicados a la formación en informática educativa.

IV

Desde octubre de 1984 he podido combinar el estudio teórico con la práctica. De este modo, he realizado diversas experiencias centradas en la utilización del lenguaje Logo con niños de diferentes niveles educativos. Durante el curso de 1984-1985, tuve la ocasión de hacerlo con un grupo de alumnos de Ciclo Medio y otro de Ciclo Superior de E.G.B. Al siguiente curso añadí a la experiencia un grupo de niños de Preescolar. Actualmente, trabajo en talleres de formación informática con niños de edades comprendidas entre los 8 y los 12 años.

Además de la práctica con niños he participado, durante estos años, en cursos de formación de profesores de E.G.B y de Universidad. La docencia que he realizado en las prácticas de la asignatura "Pedagogía Cibénetica" también han contribuido a enriquecer mi experiencia.

Como trabajo paralelo a la tesis durante 1985 realice una investigación subvencionada por FUNDESCO sobre evaluación de software educativo⁵.

Todo ello ha influido enormemente en la tesis ya que me ha proporcionado un rico marco en el que poner en juego mis estudios y reflexiones.

V

Como apuntaba al principio, el objeto fundamental del trabajo es el análisis del ordenador como medio facilitador del proceso de enseñanza-aprendizaje. Para alcanzar este objetivo, entre los posibles tipos de aplicaciones del ordenador en la escuela he seleccionado aquellos que, en mi opinión, ofrecen un mayor interés por su carácter innovador. De este modo, he escogido la utilización del ordenador como herramienta transmisora de informaciones (lo que en el trabajo denomino *aprender del ordenador*) y como facilitador de la construcción de aprendizajes (*aprender con el ordenador*).

La introducción del ordenador en la escuela no es únicamente un fenómeno de carácter pedagógico sino que responde a la transformación social y cultural de la sociedad actual. Por ello, para profundizar sobre la implantación de la informática en la educación resulta necesario caracterizar los múltiples factores que inciden en dicha transformación. De este modo, he considerado necesario dedicar

⁵ GROS, B-RODRIGUEZ, J.L.: La evaluación de software educativo. Informe de Fundesco, 1985.

una primera parte de la tesis al estudio del desarrollo de las nuevas tecnologías y sus repercusiones socioeducativas.

Los capítulos que componen la primera parte del trabajo tienen sólo un carácter introductorio y, por tanto, no pretenden constituir un estudio en profundidad de los temas tratados. Se trata de proporcionar una idea general sobre el contexto en que se desarrolla nuestra tesis. Esta parte está estructurada a partir de tres aproximaciones.

La primera aproximación es un análisis general de la situación. En ella se describe el desarrollo de las nuevas tecnologías y sus implicaciones políticas, laborales, individuales, sociales y culturales.

La incidencia de las nuevas tecnologías en el ámbito educativo constituye el tema central de la segunda aproximación. Aquí se pretende analizar la influencia que tienen sobre la escuela y, más concretamente, sobre la educación básica, los cambios acontecidos en la sociedad de la información.

Se concluye esta primera parte con una tercera aproximación centrada ya en la utilización del ordenador en la educación básica. Se pretende aquí describir cuál ha sido la evolución de la informática educativa y qué posibles usos puede adoptar el ordenador en la escuela actual.

La segunda parte constituye el núcleo central de la tesis. Tiene por objeto ofrecer un análisis del papel del ordenador en el

proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta dividida en dos estudios: en el primero se analiza el papel del ordenador como medio transmisor de información y, en el segundo, se estudia el uso del ordenador como medio facilitador de la construcción de aprendizajes.

Para el primer estudio, he escogido la enseñanza asistida por ordenador (E.A.O.) y los sistemas inteligentes de enseñanza asistida por ordenador (I.E.A.O.) por constituir las aplicaciones más representativas. En el primer capítulo se describen las principales características de estos sistemas. A continuación se realiza un análisis del software⁶ educativo construido para cada uno de los sistemas. Finalmente, se efectúa un estudio de los aspectos que, en mi opinión, constituyen los núcleos fundamentales de dichos sistemas: la representación del conocimiento, el modelo del alumno, las estrategias de enseñanza y el modelo de comunicación.

El segundo estudio está dedicado a la utilización del lenguaje Logo. Se compone de cuatro capítulos. En el primero, he examinado las principales tesis mantenidas por S. Papert, a través del estudio de las publicaciones más importantes de este autor. A continuación, en el segundo capítulo, se presenta una sistematización de las características del lenguaje Logo, desde el punto de vista técnico y pedagógico. Dedico el tercer capítulo a la descripción de las principales conclusiones obtenidas en las investigaciones sobre el uso del lenguaje Logo a las que hemos tenido acceso. Dichas conclusiones

⁶ Durante todo el trabajo hemos utilizado los términos ingleses "hardware" y "software" por considerar que debido al uso habitual de estos, resultan más claros y comprensivos que algunas traducciones realizadas al castellano: chatarrería, quincallería, material de paso, logicial, etc.

han sido agrupadas bajo tres temas: implicaciones en el proceso de desarrollo, aplicaciones curriculares y métodos de formación del profesorado. Finalmente, dedico el último capítulo de este segundo estudio al análisis de los problemas básicos del diseño y utilización del lenguaje Logo en la escuela. En él, se estudian y, en algunos aspectos, se contrastan críticamente los presupuestos de la teoría de S. Papert. Analizo también en este último capítulo las ventajas que, desde mi punto de vista, podrían ofrecer la adopción de un planteamiento *vygotskiano* frente al *piagetiano* sobre el aprendizaje del lenguaje Logo.

Acabamos este trabajo con un capítulo en el que se sintetizan las ideas fundamentales expuestas a lo largo de la tesis.

Por último, se transcribe la bibliografía que recoge los artículos y obras utilizadas para la confección de este trabajo.

VI

Como he indicado anteriormente, los inicios de la tesis no fueron sencillos ya que esta temática comenzaba entonces a ser estudiada en nuestro país. Por ello, considero que este trabajo no podría haberse elaborado sin la colaboración de las personas que durante todo este tiempo me han estado ayudando mediante sugerencias, críticas, discusiones, etc. Así, deseo agradecer la colaboración de :

- El equipo de la empresa Idealogic y, en particular, a los miembros del Centro Logo . Especialmente a Damián García quien me ayudó en los primeros pasos del aprendizaje del Lenguaje Logo proporcionándome todo tipo de material, y a Miguel Figini por compartir conmigo sus ideas siempre brillantes.

- El Sr. Pere Ribera por la ayuda bibliográfica prestada durante los inicios del trabajo.

-Javier Rosell por el material proporcionado y las reflexiones compartidas durante todo este tiempo.

- Miguel Angel Agualeles con el cual he mantenido discusiones siempre interesantes en todos los lugares donde había algún seminario o congreso sobre informática educativa.

- Los compañeros del Departamento de Pedagogía Sistemática que se han interesado y me han animado a realizar este trabajo. Particularmente a José Luis Rodríguez junto al que he realizado estudios y trabajos sobre informática y a Jaume Trilla por la lectura crítica de la tesis.

-Finalmente, expresar mi especial agradecimiento al Dr. Miguel Martínez Martín, director de este trabajo, quien ha sido una ayuda constante en la elaboración de esta tesis.

1ª PARTE:

**EL DESARROLLO DE LAS NUEVAS TECNOLOGIAS
Y SUS REPERCUSIONES SOCIOEDUCATIVAS**

A. PRIMERA APROXIMACION: ANALISIS GENERAL DE LA SITUACION.....	27
1.1. Características de la explosión tecnológica.....	33
<i>1.1.1. La evolución de la tecnología computacional.....</i>	<i>35</i>
1.1.1.1. De las primeras máquinas de cálculo a los ordenadores de la primera generación.....	35
1.1.1.2. El desarrollo tecnológico y la configuración de los ordenadores.....	38
1.1.1.3. Los ordenadores de la quinta generación.....	43
1.1.1.4. El futuro de la tecnología computacional.....	49
1.1.1.5. Esquema-resumen de la evolución de la tecnología computacional.....	54
<i>1.1.2. La mutación de las telecomunicaciones.....</i>	<i>56</i>

1.1.2.1. Breve reseña histórica.....	56
1.1.2.2. Las redes de comunicación.....	58
1.1.2.3. Modalidades de comunicación.....	61
<i>1.1.3. Expectativas suscitadas.....</i>	<i>67</i>
1.2. Posibles implicaciones del uso de las nuevas tecnologías	76
<i>1.2.1. En el terreno político.....</i>	<i>78</i>
1.2.1.1. El dominio de la comunicación.....	78
1.2.1.2. Redes centralizadas.....	79
1.2.1.3. Redes descentralizadas.....	80
<i>1.2.2. En el terreno laboral:.....</i>	<i>83</i>
1.2.2.1. El proceso de creación.....	83
1.2.2.2. El concepto de trabajo.....	85
1.2.2.3. La evolución del trabajo:	89
1.2.2.3.1. La cantidad.....	89
1.2.2.3.2. La calidad.....	91
1.2.2.3.3. Las nuevas profesiones.....	93

<i>1.2.3. En el terreno individual</i>	96
<i>1.2.4. En el terreno social</i>	99
1.2.4.1. La división de clases.....	99
1.2.4.2. Modos de comunicación social.....	102
<i>1.2.5. En la cultura</i>	106
B. SEGUNDA APROXIMACION: LAS NUEVAS TECNOLOGIAS Y SU INCIDENCIA EN EL AMBITO EDUCATIVO	109
1.3. La educación en el ámbito institucional:	110
<i>1.3.1. Introducción</i>	112
<i>1.3.2. Panorámica conceptual</i>	113
<i>1.3.3. Las barreras del universo educativo ante el desarrolla de las nuevas tecnologías:</i>	116
1.3.3.1. Los medios de comunicación.....	116
1.3.3.2. Los sistemas informáticos.....	117
1.3.3.3. La telemática.....	118
1.3.3.4. A modo de conclusión.....	118

1.4. La educación básica.....	121
<i>1.4.1. Demarcación del término.....</i>	<i>123</i>
<i>1.4.2. Adecuación de la educación básica:.....</i>	<i>126</i>
1.4.2.1. Al sistema social.....	126
1.4.2.2. Al desarrollo del saber.....	129
1.4.2.3. A la formación de la persona.....	130
<i>1.4.3. Introducción de las nuevas tecnologías de la información en la educación básica.....</i>	<i>133</i>
C. TERCERA APROXIMACION: LA UTILIZACION DEL ORDENADOR EN LA EDUCACION BASICA.....	138
1.5. Evolución del uso del ordenador en la educación básica:.....	139
<i>1.5.1. Introducción.....</i>	<i>141</i>
<i>1.5.2. Fases del uso del ordenador con intencionalidad educativa:.....</i>	<i>144</i>
1.5.2.1. Los modelos clásicos.....	144
1.5.2.2. Búsqueda de modelos más abiertos.....	149

1.5.2.3. Enfoque en los modelos de aprendizaje por descubrimiento.....	152
1.5.2.4. Modelos basados en sistemas expertos.....	156
1.6. La utilización del ordenador en la educación básica:	162
<i>1.6.1. Posibles áreas de utilización:</i>	<i>164</i>
1.6.1.1. Uso de la informática como fin.....	166
1.6.1.2. Uso de la informática como medio.....	168
1.6.1.3. Uso de la informática como herramienta.....	170

**A. PRIMERA APROXIMACION:
ANALISIS GENERAL DE LA SITUACION**

1.1.

CARACTERISTICAS DE LA EXPLOSION TECNOLOGICA.

1.1.1. La evolución de la tecnología computacional.

1.1.1.1. De las primeras máquinas de cálculo a los ordenadores de la primera generación.

1.1.1.2. El desarrollo tecnológico y la configuración de los ordenadores.

1.1.1.3. Los ordenadores de la quinta generación.

1.1.1.4. El futuro de la tecnología computacional.

1.1.1.5. Esquema-resumen de la evolución de la tecnología computacional.

1.1.2. La mutación de las telecomunicaciones.

1.1.2.1. Breve reseña histórica.

1.1.2.2. Las redes de comunicación.

1.1.2.3. Modalidades de comunicación.

1.1.3. Expectativas suscitadas.

1.1.1. LA EVOLUCION DE LA TECNOLOGIA COMPUTACIONAL.

1.1.1. De las primeras máquinas de cálculo a los ordenadores de la primera generación.

En un principio, el objetivo fundamental del diseño y construcción de las computadoras fue la aceleración de la velocidad de cálculo. Precisar en qué momento surge esta idea es tarea difícil. No obstante, podemos afirmar que los ordenadores modernos son el resultado del empeño que ya desde hace siglos tenía el hombre en fabricar máquinas que le ayudasen en la ejecución de sus cálculos. En este sentido, se suele considerar al **ABACO CHINO** como la primera máquina manual de cálculo.

Un segundo paso importante fue la construcción de calculadoras mecánicas. El primero en concebir esta idea fue Leonardo da Vinci a principios del siglo XVI y quien la materializó fue el alemán W. Schickard hacia comienzos del XVII¹.

B. Pascal en 1642 desarrolló una máquina mecánica para realizar adiciones : la **Pascalina**. Esta, poseía un disco decimal numerado de 0 a 9. Para sumar una unidad había que dar un décimo de vuelta al disco. Al pasar del 9 al 0 se arrastraba al siguiente disco 1/10 con lo cual se solucionaba el problema del arrastre de una forma mecánica.

¹ Este hecho permaneció ignorado hasta hace aproximadamente veinte años. En los textos frecuentemente aparece Pascal (1623-1662) como primer constructor de las calculadoras mecánicas.

Basado en el sistema anterior, en 1673 Leibnitz desarrolló una calculadora mecánica que podía efectuar multiplicaciones y divisiones. Estas operaciones se conseguían realizar mediante adiciones sucesivas. La construcción masiva de este tipo de máquinas no fue posible hasta un siglo después de la muerte de Leibnitz, puesto que las técnicas de ingeniería de producción del siglo XVIII eran incapaces de conseguir el grado de precisión que exigían los mecanismos.

En el siglo XIX fueron construidos más de 1500 modelos diferentes basados en el diseño de la máquina de Leibnitz. Sin embargo, las calculadoras mecánicas requerían una constante acción de los operadores, lo que significaba un serio obstáculo para la velocidad y fiabilidad de los resultados. Por ello, muy pronto alcanzaron un éxito mayor las calculadoras analógicas.

En 1835 Charles Babbage diseñó la primera máquina analógica capaz de resolver problemas mediante un programa adecuado. Esta poseía cinco elementos esenciales:

1. Una **memoria** capaz de almacenar 1000 números de más de cuatro cifras.
2. Una **unidad aritmética-lógica** para realizar todas las operaciones con aquellos números.
3. Una **unidad de control**, que se utilizaba para hacer que la máquina ejecutará las operaciones en el orden correcto.

4. Un **dispositivo de entrada** para suministrar a la máquina los números y las instrucciones de operación.

5. **Dispositivos de salida** para los resultados.

Esta máquina no pudo construirse en el momento en que fue diseñada por la carencia de un desarrollo técnico adecuado. Sin embargo, estos cinco elementos constituyen en la actualidad las partes esenciales de todo ordenador.

La II Guerra Mundial otorgó el impulso decisivo a la mecanización del cálculo. Tanto para definir la trayectoria de las bombas como para la investigación de nuevos modelos, los físicos y matemáticos se veían obligados a realizar innumerables cálculos. En 1942 se construyó en Alemania el **Z-3**. Este fue el primer calculador electrónico . Constaba de 11500 lámparas y embragues electromecánicos. Dos años más tarde fueron los norteamericanos quienes fabricaron la primera máquina que poseía las características de la diseñada por Babbage.

En 1937, fue el profesor H.Aiken de la Universidad de Harvard quien empezó a trabajar en el diseño usando los principios conceptualizados por Babbage. Esta máquina llamada **MARK I** era, en su mayor parte, mecánica aunque también existían en su interior algunos circuitos eléctricos. A **MARK I** pronto le sucedió el **MARK II** que poseía un número aún mayor de válvulas pero que calculaba con una mayor rapidez.

Si bien la construcción de estos calculadores mecánicos supuso una importante contribución, la primera máquina de tratamiento automático no apareció hasta 1946. Esta primera computadora, llamada **ENIAC**, fue construida por J.Presler y J.Mauchly de la Universidad de Pensylvania.

El ENIAC constaba de 18.000 tubos y 5.000 conmutadores, pesaba treinta toneladas y ocupaba varias habitaciones. Aunque tenía mayor velocidad que las calculadoras mecánicas, era muy difícil de programar pues para ello un operador debía cambiar partes enteras del ordenador. Además de este hecho, se planteaba el problema de su utilización puesto que los tubos que poseía no pasaban de unas pocas horas con lo cual debían repasarse constantemente.

En 1946 J.Von Newman, que formaba parte del equipo ENIAC, sugirió una solución para mejorar el computador: un sistema para introducir programas mediante papel perforado, utilizando así un sistema binario. De esta forma, los programas podrían ser almacenados y modificados total o parcialmente.

El **EDVAC** seguido del **UNIVAC** contenía las dos aportaciones de Newman; el concepto de almacén de memoria y el uso de la notación binaria. Con la aparición de estos elementos surgió la llamada **PRIMERA GENERACIÓN DE ORDENADORES**.

1.1.1.2. El desarrollo tecnológico y la configuración de los ordenadores.

Hasta la aparición de ordenadores más potentes la incidencia de las máquinas en la vida cotidiana no fue demasiado importante. No obstante, cabe destacar que la primera empresa que se interesó en la venta de estas computadoras fue la "Compañía Internacional de Máquinas de Oficina" ², más conocida por sus siglas I.B.M.

La empresa UNIVAC en 1951 incorporó al mercado su primer ordenador, **UNIVAC-1**, al precio de un millón de dolares, vendiendo tan sólo 36 unidades. Fue entonces cuando la empresa IBM , que competía con UNIVAC , decidió dedicarse también a la fabricación de ordenadores comercializándolos. Así, aparecieron sus primeros modelos, el 701 en 1953 y el 704 en 1956, vendiendo diecinueve y doscientas unidades respectivamente. A pesar de este "éxito" , el proceso de fabricación de las máquinas era muy lento y costoso. No obstante, IBM tuvo la suerte de que justamente cuando empezaba a introducir sus productos en las empresas, el desarrollo tecnológico incorporó un nuevo elemento en la fabricación de los ordenadores: el transistor.

A partir de 1958 con la aparición de este elemento surge la **SEGUNDA GENERACIÓN DE ORDENADORES** caracterizada por el reemplazo de las válvulas y tubos por el transistor, avanzando así en las técnicas de almacenamiento de memoria. Estas computadoras eran más pequeñas, de circuitos más sencillos y también más rápidas.

Con los ordenadores de la segunda generación surge la **informática**, es decir, la ciencia del tratamiento de la información.

Paralelamente al desarrollo de estos nuevos ordenadores aparecen:

a. Instrumentos de almacen de información en forma magnetica, de grandes capacidades y reducidas dimensiones: discos, cintas y tambores.

b. Dispositivos de entrada y salida de alta velocidad de transmisión: lectoras de fichas perforadas, impresoras, etc.

c. Los primeros niveles de lenguaje de programación: primero los ensambladores (lenguajes de bajo nivel) y después los de alto nivel (FORTRAN, COBOL y ALGOL).

Esta nueva generación de ordenadores tuvo una gran demanda, de tal forma que del modelo 1401 que lanzó IBM en 1960 con una capacidad de 48 Kbytes se vendieron más de diez mil unidades.

La política utilizada por IBM para la venta de los ordenadores estaba basada , según señala Lussato³, en una agil estrategia. En primer lugar, se empezó vendiendo ordenadores a empresas muy potentes, pidiéndoles que transformarán sus estructuras. Pero éstas eran un poco reacias ya que no sabían con exactitud qué podían hacer con los aparatos. Fue entonces cuando los generentes de IBM pusieron en práctica la siguiente idea: al vender un

³ LUSSATO, B: *El desafío informático*, Planeta, Barcelona, 1982, p. 34.

ordenador a una empresa se proponía la formación gratuita del personal con el fin de que éste pudiera atender su funcionamiento. Si aquel no quedaba lo suficientemente preparado, se enviaba a especialistas de IBM durante un tiempo para que se ocuparían del ordenador y siguieran formando a los empleados. Ante esta oferta los empresarios americanos no pudieron resistirse, y así fue como la compañía fue introduciendo los ordenadores en la sociedad norteamericana⁴.

Cuando en 1964 apareció la **TERCERA GENERACIÓN DE ORDENADORES**, éstos ya encontraron un terreno abonado para su comercialización.

En la tercera generación, los transistores son desplazados por los circuitos integrados (chips). Su introducción permitió que a costos iguales se logrará incrementar la potencia de manera considerable. Estas máquinas son de dimensiones aún más pequeñas y la velocidad de proceso es de nanosegundos⁵.

La evolución de esta tercera generación está formada por una serie de etapas:

1ª. Entre 1965 y 1971 se desarrolla la denominada **Escala Media de Integración (MSI)**, en la que aproximadamente un centenar de transistores están integrados en un sólo circuito impreso.

⁴ Esta misma política de venta sigue estando presente en la sociedad norteamericana. Se evidencia, en la actualidad, a través de los préstamos y donaciones realizados por compañías de ordenadores tales como Apple o la propia IBM, a centros escolares, institutos y universidades.

⁵ Un nanosegundo equivale a $10 \text{ exp } -9$ segundos.

2ª. Entre 1972 y 1975 se desarrolló la **Gran Escala de Integración** (LSI). En este caso son miles de transistores los que pueden integrarse en un circuito impreso.

3ª A partir de 1976 se desarrolla lo que para muchos autores forma parte de la **CUARTA GENERACIÓN DE ORDENADORES** ⁶: la **Escala de Integración Muy Grande** (VLSI). Durante esta etapa el grado de miniaturización ha sido tan elevado que se han producido circuitos integrados de 100.000 elementos. Así, la caracterización de la "Escala de Integración Muy Grande" se aplica para aquellos circuitos integrados que poseen entre 10.000 y 100.000 elementos. Esta cuarta generación ha llevado a la creación de los denominados **ordenadores personales** o **domésticos** caracterizados por su pequeño tamaño, bajo coste e importante capacidad de almacenamiento de información.

Paralelamente al desarrollo de los ordenadores de la tercera y cuarta generación surgen:

- a. Periféricos más efectivos y rápidos.
- b. Adaptaciones para controlar procesos industriales, realizar análisis clínicos, etc.
- c. Terminales remotas (bancos de datos, actualización de cuentas corrientes, etc).
- d. Dispositivos y programas dedicados a la enseñanza.

⁶ Algunos autores han denominado a la VLSI como la quinta generación de ordenadores.

e.La multiprogramación (el ordenador procesa diversos programas simultáneamente) y, como consecuencia, el tiempo compartido (diversos usuarios, provistos de terminales, utilizan el ordenador simultáneamente).

La cuarta generación va a tener importantes efectos sobre la sociedad. Si bien, según afirma Lussato⁷, *"al principio únicamente las firmas muy importantes podían permitirse el lujo de poseer un ordenador, posteriormente, les tocó el turno a las sociedades medianas, luego a las pequeñas empresas. Pronto, simples sucursales de sociedades pudieron tener una también, más adelante cada puesto de trabajo, por última, toda particular solvente"*.

1.1.1.3. Los ordenadores de la quinta generación.

Llegados a este nivel de desarrollo, ¿cabén esperar nuevos avances?. La respuesta es, sin duda, afirmativa. Actualmente se habla ya de una **QUINTA GENERACION DE ORDENADORES** que está siendo en este momento impulsada por un equipo de investigadores japoneses⁸.

La superación de los límites de los ordenadores actuales se enfoca hacia sistemas o máquinas que procesen el

⁷ LUSSATO, B, Op.Cit., p. 59.

⁸ En octubre de 1981 un grupo de técnicos japoneses dieron a conocer al resto de países los planes para la quinta generación. El Gobierno Japonés expuso cómo en las próximas décadas pensaba gastar cerca de 450 millones de dolares para conseguirlo. La meta es desarrollar estos tipos de ordenadores "inteligentes" hacia 1990. El informe presentado puede encontrarse en la obra de FEIGENBAUM, E.A-McCOBURCK, P : *The Fifth Generation*, New American Library, New York, 1984.

conocimiento. Por tanto, esta nueva generación supone un cambio muy importante no tan sólo en lo que afecta al desarrollo tecnológico sino también a la concepción de la propia máquina.

Uno de los principales impulsores de esta futura generación de ordenadores es el japonés J.Fuchi, quien define a esta quinta generación como " *knowledge information processing* ".⁹ Las máquinas, según este autor, deberán ser diseñadas para soportar amplias bases de conocimientos, permitiéndolo una asociación muy rápida, efectuando inferencias lógicas veloces y utilizando paralelismos en la estructura del programa y el hardware para incrementar velocidad. En definitiva, estos sistemas deberán poder realizar inferencias a partir de hechos y reglas almacenadas en una base de conocimiento, siendo además capaces de mantener una conversación "inteligente". Para ello, es preciso dotarlos de las siguientes funciones¹⁰:

1. *De inferencia y resolución de problemas.* Para poder resolver problemas mediante inferencias deductivas e inductivas.

2. *De gestión de la base de conocimientos.* Un sistema que realice la adquisición, acumulación y utilización de los diversos tipos de conocimientos necesarios para el proceso de inferencia.

⁹ FEIGENBAUM, E.A-McCOBURCK, P, Op.Cit., p. 122

¹⁰ BARBERA, J : "Conferencia internacional sobre la 5ª Generación", en *Mundo electrónico*, Nº 145, Marzo, 1985, p. 67

3. *De interfase inteligente.* Un interfase persona/máquina, interactivo y flexible, con capacidad de utilizar lenguajes naturales, gráficos, imágenes y otros tipos de datos de entrada.

4. *De programación inteligente.* Es preciso que puedan convertirse automáticamente los problemas de aplicaciones en programas más eficientes.

Estas cuatro funciones son , pues, las que caracterizan a los ordenadores previstos para la próxima década.

El proyecto de creación de estos ordenadores , tal y como muestra el siguiente esquema está dividido en tres etapas: inicial de tres años de duración (1982-85), intermedia (1985-89) y final (1989-92).

Etapa Inicial duración: 3 años	Etapa intermedia duración: 4 años	Etapa final duración : 3 años
<ul style="list-style-type: none"> ● Mecanismos funcionales del sistema ● Mecanismos para las bases de conocimiento ● Sistemas de software básico ● Heramientas de desarrollo: hardware y software 	<ul style="list-style-type: none"> ● Software para interfases inteligentes ● Subsistemas de inferencia ● Subsistemas de base de conocimientos 	<ul style="list-style-type: none"> ● Desarrollo del prototipo final

La etapa inicial, finalizada al menos teóricamente, tenía como objetivo investigar y desarrollar la tecnología fundamental y los elementos básicos necesarios para construir la quinta generación. En la etapa intermedia, se pretende seguir las investigaciones iniciadas en la anterior fase pero introduciendo el concepto y las técnicas de paralelismo de sistemas multiprocesadores. La última etapa tiene como objetivo la realización del prototipo de un sistema basado en las tecnologías desarrolladas en las etapas previas e integrando los subsistemas de desarrollo.

Además de los objetivos principales de las diversas etapas, y puesto que los sistemas de esta quinta generación suponen una nueva concepción del proceso de la información, es necesario desarrollar herramientas nuevas y eficientes tanto en el caso del hardware como del software.

Si bien no nos detendremos aquí en el análisis del futuro del hardware¹¹ por ser un tema de índole técnica que sobrepasa los límites de nuestro trabajo, si haremos una breve referencia al desarrollo del software dado que la evolución de los sistemas inteligentes de enseñanza asistida por ordenadores, que analizaremos en la segunda parte, está basada en la concepción de estos nuevos tipos de ordenadores.

En un sistema de proceso de datos actual, el software está formado por un conjunto de programas (procesadores de lenguajes de bajo nivel, editores, interpretes, lenguajes de alto nivel) coordinados por el sistema operativo, apareciendo dos tipos de entornos¹²:

a. Entorno de programación. Orientado hacia la construcción de sistemas. Está formado por un conjunto de herramientas que asisten al programador en las distintas fases de construcción del programa (edición, verificación, etc).

¹¹ Hay un listado de gran interés en el artículo de BARBERA, J : "Conferencia internacional sobre la 5ª generación", Op.Cit. pp. 68-70.

¹² GARIJO, F.J : "Entornos de programación", en *Mundo electrónico*, Nº 149, Marzo 1985, p. 85

b. Entorno de utilización. Orientado a facilitar la comunicación del usuario con el sistema. Está compuesto de herramientas que facilitan la comunicación hombre-máquina (menús, sistemas de adquisición de datos, gráficos, etc).

Estos dos entornos adquieren unas propiedades diferentes en el caso de los ordenadores de la quinta generación. De este modo, se pretende que el entorno de utilización esté formado por sistemas de diálogos que permitan una interacción natural ofreciéndose, además, sistemas de análisis y comprensión gráfica, escrita y oral. En lo que se refiere al entorno de programación, se pretende crear lenguajes que permitan la elaboración de bases de conocimientos, sistemas inteligentes para facilitar la ayuda a la resolución de problemas, así como la utilización de lenguajes basados en la lógica de programación de primer orden.

En definitiva, las diferencias entre los ordenadores actuales y los del futuro pueden concretarse en base a las siguientes características:

	SISTEMAS ACTUALES	QUINTA GENERACION
ENTORNO DE UTILIZACION	<ul style="list-style-type: none"> ● Sistema de diálogo en lenguajes de programación ● Sistemas gráficos ● Sistemas de adquisición datos. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Sistemas de diálogo en lenguajes naturales. ● Sistemas de análisis y comprensión de imágenes, dibujos, etc. ● Sistemas de comprensión de información escrita, voz
ENTORNO DE PROGRAMACION	<ul style="list-style-type: none"> ● Lenguajes de alto nivel ● Sistemas de ayuda de detección de errores ● Lenguajes de programación de bajo nivel 	<ul style="list-style-type: none"> ● Lenguajes para la creación y gestión de bases de conocimientos ● Sistemas "inteligentes" de ayuda al análisis y verificación de problemas ● Lenguajes basados en lógica de primer orden (Prolog)

1.1.1.4. El futuro de la tecnología computacional.

El proyecto japonés ha tenido como consecuencia la unión de distintos grupos para la realización de planes más ambiciosos. Así,

por ejemplo en EEUU se encuentra el proyecto presentado en junio de 1983 por los equipos de C.Green (Proyectos PSI, CHI en Stanford), R.Balzer (C.I.S.I. de California), C.Rich (M.I.T, Boston). El objetivo de este proyecto es desarrollar un sistema de ayuda inteligente a la construcción de programas para ordenadores. El cuadro¹³ que presentamos a continuación resume el conjunto de herramientas y el plazo previsto para su construcción.

¹³ Garijo, F.J., Op.Cit. p. 90

OBJETIVOS	CORTO PLAZO (3-5 años)	MEDIO PLAZO (5-10 años)	LARGO PLAZO (10-15 años)
1. Especificación informal del problema. - Lenguajes de expresión de problemas - Editor inteligente de requerimientos de problema - Comprobación de la consistencia del requerimiento	X X	X	X
2. Especificación formal del problema y validación. - Lenguajes de especificación. - Lenguaje de transformación para expresar refinamientos. - Sistema para verificar la especificación. - Sistema de explicación del proceso para la obtención de la especificación.	X X	X X	X X
3. Ayuda al desarrollo eficiente del algoritmo. - Sistemas para ayudar al análisis de datos. - Sistemas para aconsejar al usuario acerca de la estructuración del programa	X X	X X	
4. Ayudas a la gestión y documentación del proyecto - Sistema para definir una base de conocimiento. - Sistema de asistencia a la dirección de un proyecto.	X X	X	X

Como puede observarse, la mayoría de los objetivos coinciden con las especificaciones del proyecto japonés.

En Europa, los proyectos en esta área se realizan a dos niveles : a nivel nacional en el marco de cada estado y a nivel de la Comunidad Económica Europea (C.E.E.).

En el primer caso, se encuentran los proyectos de

- Gran Bretaña: Proyecto Alvey. Centrado en la producción de software.

- Francia: Proyecto GRECO. El cual no tiene establecida un área de interés prioritaria.

- Alemania: Plan de apoyo a la tecnología de la Información. Al igual que el caso británico, la mejora de la producción de software es el aspecto prioritario.

En España no existe ,por el momento, un plan a nivel estatal aunque si existen grupos de investigaciones dedicados a esta temática¹⁴.

A nivel de la C.E.E. , a principios de 1983, los diez países miembros en aquel momento pusieron en marcha el denominado Proyecto ESPRIT. Este cuenta con un presupuesto de 1000 millones de dólares para impulsar el desarrollo de la tecnología de la información hasta 1988. Los principales proyectos así como las empresas participantes quedan reflejados en el siguiente esquema:

¹⁴ Destacamos las investigaciones efectuadas por el equipo de la Facultad de Informática de San Sebastian quienes están desarrollando el Proyecto CAPRA que centra su atención en los ciclos de construcción de programas. En el Departamento de la Facultad de Informática de Barcelona está desarrollandose un proyecto para la obtención rápida de protótipos a partir de especificaciones formales.

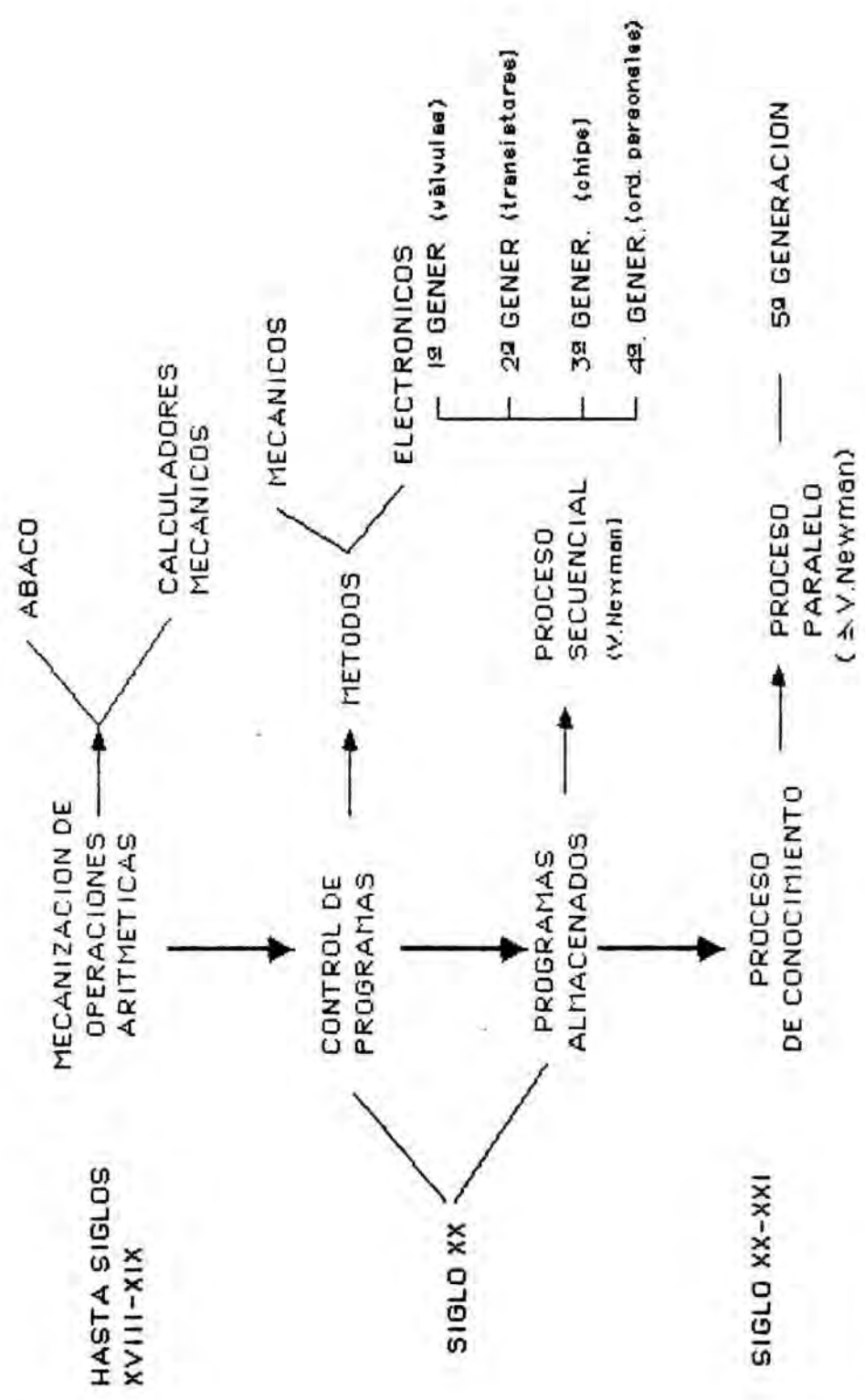
TEMA	EMPRESAS	GRUPOS UNIVERSITARIOS	PAIS
Transportabilidad de herramientas de software	H.Bull, Siemens, Nixforf, Olivetti.		Francia Alemania Italia
Especificación formal y des. de programas	Philips, Comp. Orga nization, Systems.	Stiching Match. Centrun Laboratoire de Marcousis	Holanda Francia Irlanda
Sistema de man- tenimiento y producción de software	Siemens, Philips, Systems designers		Alemania Holanda Francia Gran Bretaña
Producción y mantenimiento de software basado en reglas	Standard telecom Consult-Data		Francia Holanda

En definitiva, la reacción de los países más avanzados ante el reto japonés ha sido rápida y es de esperar que ello producirá un fuerte impulso al desarrollo tecnológico computacional.

1.1.1.5. Esquema-resumen de la evolución de la tecnología computacional.

Tal y como hemos visto a lo largo de este capítulo, la evolución de la tecnología computacional puede quedar resumida a través del siguiente esquema :

DESARROLLO DE LA TECNOLOGIA COMPUTACIONAL



1.1.2. LA MUTACION DE LAS TELECOMUNICACIONES.

1.1.2.1. Breve reseña histórica.

Paralelamente a la evolución de la tecnología computacional se desarrollaron las tecnologías de las telecomunicaciones que junto con la anterior incorporan enormes cambios en la sociedad del siglo XX.

Se entiende por telecomunicaciones " *el conjunto de técnicas cuya finalidad es la transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritas, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos* "15

El telégrafo, junto con el teléfono y la radiocomunicación iniciada por Marconi a finales del siglo XIX, constituyen los tres grandes hitos iniciadores de las telecomunicaciones. Sin embargo, éstas no alcanzan un impulso considerable hasta principios del siglo XX, momento en que se incorporan los primeros dispositivos electrónicos16.

15 U.V.A.A. : *El desafío tecnológico*, Alianza Universidad, Madrid, 1986, p. 38

16 No repetiremos aquí la etapas de evolución de la electrónica pero si hemos de recordar que los avances citados para la evolución de la tecnología computacional afectan de igual manera a las telecomunicaciones. Así, en un principio se incorporarán las válvulas, éstas serán sustituidas por los transistores y finalmente, en la actualidad, todos los medios han incorporado los circuitos integrados lo que ha otorgado unas posibilidades de transmisión de mensajes visuales y sonoras desconocidas hasta la actualidad.

Durante el presente siglo la evolución de la tecnología de las comunicaciones se ha ceñido de forma especial a la radio, la televisión, el teléfono y el video. Aparatos que han tenido y tienen fuertes implicaciones en el desarrollo de la vida social.

Durante los años cuarenta y cincuenta son precisamente la televisión y el teléfono junto con la radio los medios de mayor influencia. El primero de ellos, tendría una repercusión tan importante que incluso contribuyó al cambio de aspectos tan importantes como la distribución del tiempo libre, la organización familiar, los hábitos de lectura, etc. Por otra parte, el teléfono es utilizado por la mayor parte del público y ha llegado a ser un elemento imprescindible de comunicación bidireccional.

Hacia los años 60, se pasa de la transmisión analógica a la digital . Aparecen los teléfonos de teclado, el videoteléfono, comienzan a lanzarse los primeros satélites de comunicación y la televisión sigue alcanzando cotas cada vez más amplias de emisión.

En la década de los 70, comienza la televisión digital experimental, se implanta la televisión en color, se inician las primeras experiencias de transmisión por láser, la red telefónica se hace digital y aparece el video.

A partir de 1980 se profundiza en las técnicas de comunicación por laser y empieza el "boom" de los videos caseros.

De esta rápida descripción de la evolución de los medios cabe destacar la incorporación de los procesos digitales de

información. La digitalización produce un cambio fundamental que afecta a cada uno de los medios de comunicación mencionados. Pero además de permitir el desarrollo de la propia tecnología, favorece las posibilidades de interconexión entre los mismos lo que provoca la creación de nuevos medios de comunicación y transmisión de información.

Al mismo tiempo, las facilidades de transmisión a distancia de información han encontrado un impulso importante gracias a la incorporación de la fibra óptica y la utilización de satélites. Estos métodos permiten enviar una gran cantidad de información por segundo. Todo ello unido a la posibilidad de tener terminales informáticos que estén conectados a un ordenador por medio de vías de telecomunicación ha ido configurando unas redes de comunicación a nivel internacional cada vez más amplias y potentes.

En definitiva, el desarrollo de las telecomunicaciones adquirirá un impulso cada vez mayor en la medida en que estos medios pueden relacionarse aportando mayores ventajas.

1.1.2.2. Las redes de comunicación.

Hasta hace poco tiempo se distinguían dos redes básicas de información: la red de radiotelevisión y la de comunicación.

Habitualmente, la red de radiotelevisión estaba concebida en plan radial. Es decir, a partir de un único punto se emitía una red de transmisión que llegaba a los diversos lugares del país. Los sistemas de televisión eran unidireccionales y esta característica es

precisamente la que los diferenciaba de las redes de comunicación. Estas últimas, permiten el tráfico entre dos puntos (emisor-receptor) bidireccionalmente.

En la actualidad, las redes de radiotelevisión ya no funcionan exclusivamente en sentido único ya que existe la posibilidad de respuesta del receptor a través de la línea telefónica.

Paralelamente a las redes de telefonos se desarrollan nuevos tipos de redes de información. Algunas de las más importantes son:

1. Las redes de datos.

El crecimiento de información, de datos, de acceso a la información de nuevas capas de usuarios y las necesidades que ofrecen capacidades de transmisión más variadas que las líneas telefónicas conducen a la creación de las redes de datos. Estas permiten multiplicar los servicios ofrecidos a los usuarios: administraciones, empresas o particulares. En este sentido, y por citar un ejemplo, técnicamente es ya posible realizar ediciones a distancia de periódicos en imprentas descentralizadas. Esto en un futuro podrá realizarse indiferentemente por líneas telefónicas o por canales de televisión. Así, los diarios podrán salir de una telecopiadora y aparecerán escritos por la pantalla del televisor.

El acceso a los bancos de datos podrá ser telefónico y cada persona podrá recibir una respuesta en su pantalla. Según señala el informe de S.Nora y A.Minc " *esta vulgarización cada vez*

mayor de señales llegará a su apogeo con el desarrollo de los satélites de transmisión ¹⁷

2.Satélites universales.

La facilidad de comunicación a través de los satélites universales implica una aceleración de las mutaciones de la informática.

Las ventajas de universalidad, acceso, coste, etc, harán de ellos el principal sistema de transmisión. En este sentido, se produce un desfase entre el desarrollo tecnológico y la política mundial establecida dado que si bien ya es posible la utilización de estos satélites, aparecen muchos problemas de competencia y poderío, lo que frena su implantación.

Las posibilidades tecnológicas previstas en un futuro para la transmisión de información vía satélite son muy numerosas ¹⁸

:

En términos generales se prevee que serán transmisores:

- De gran potencia. Las vías de transmisión de las comunicaciones locales se realizarán a través de fibras ópticas y cables coaxiales. Medios que permiten transmitir grandes cantidades de información.

¹⁷ NORR, S-MINC, A : *La informatización de la sociedad*, Fondo de Cultura Económica, México, 1982, p. 43

¹⁸ *Ibidem*, pp 43-44

- Universales.
- De fácil acceso.
- Con un radio de acción sin límites, mientras que las redes terrestres, aéreas o de cables sufren las molestias geográficas, los satélites escapan por completo a ello.

3. Redes telemáticas¹⁹.

Hasta el momento, las conexiones entre los ordenadores y la transmisión de datos están restringidos a las líneas telefónicas. En contrapartida, los satélites ofrecerán también posibilidades de transmisión de gran potencia dado que : aceleran las transferencias de tratamientos y permiten la interconectabilidad de las redes²⁰.

El satélite aunque garantice una transmisión fácil, de gran capacidad y bajo coste, no permite por si sólo que un determinado terminal se comunique con un banco de datos. Para ello será preciso que las redes puedan comunicarse recíprocamente, y que sus respectivos lenguajes sean comprensibles entre ellos. Esta función no es posible llevarla a cabo en la actualidad ya que cada constructor prevé la compatibilidad de sus redes, pero se cuida de hacerla incompatible con la de sus competidores.

1.1.2.3. Modalidades de comunicación.

¹⁹ La palabra telemática fue creada en Francia para describir la confluencia de la tecnología informática con las telecomunicaciones.

²⁰ NORR,S-MINC,R, Op.Cit. pp 46-49

Se pueden distinguir cuatro posibles modalidades comunicativas a través de la utilización de las tecnologías de la comunicación : a) de persona a persona, b) de uno a muchos , c) de muchos a muchos y , d) de muchos a uno.

a. El modo de comunicación de persona a persona.

Hasta la invención del teléfono, la correspondencia fue la que se encargó de este tipo de comunicación. Más adelante, el teléfono y el telegráfo permitieron al hombre acceder a un sistema de comunicación más personal. Admite una comunicación a distancia de una forma casi instantánea , presenta unas características de fácil accesibilidad y gran difusión , a la vez que permite un control individual y directo sobre el contenido del mensaje. Hacia los años setenta, las redes de equipos telefónicos se hicieron más complejas apareciendo el marcador directo, la llamada automática a larga distancia y el videotéfono.

Las aplicaciones de los ordenadores y los satélites de comunicaciones permiten el enlace , nacional o internacional, entre dos interlocutores con gran facilidad. En un futuro, se prevé también la posibilidad de establecer comunicaciones entre dos interlocutores preservando sus rasgos personales , y con mayores posibilidades de acceso , disponibilidad y control sobre el contenido de la información.

El teléfono utilizado para la transmisión de señales digitales es una herramienta fundamental para el desarrollo de las comunicaciones.

La utilización del teléfono viene complementada a través del uso de los modems que facilitan la transformación de las señales digitales introducidas por medio de ordenadores, en señales analógicas codificables vía telex, pantalla de video, ordenador, etc.

En definitiva, este medio tendrá un doble sentido: el tradicional de habla a distancia y el de proporcionar la transmisión de información. Este último aspecto probablemente tendrá aplicaciones muy variadas ya que, programado y gobernado por un microprocesador, hará posible la incorporación de una gran cantidad de dispositivos adicionales como contestadores electrónicos, aparatos de marcado automático, alarmas automáticas, etc.

Para intensificar el contacto comunicativo el videoteléfono puede también resultar una buena herramienta. Este medio permite la transmisión simultánea del lenguaje hablado y de la imagen (móvil) dentro de las redes de comunicación. El videoteléfono completa la comunicación hablada a distancia agregándole los componentes visuales con lo que intensifica el contacto personal en comparación con la llamada telefónica limitada a lo verbal. Pero, además, facilita la adquisición de información a partir de bancos de datos, simplifica la concesión de préstamos de todo tipo, puede permitir a los sordos tomar parte en la comunicación telefónica y, en definitiva, el contacto comunicativo puede resultar mucho más intenso y versátil.

El teletexto aparece también como ejemplo de comunicación persona a persona. Este medio permite la transmisión de

textos mecanografiados entre cualquier usuario conectado al sistema. Es un medio que combina el télex y la transmisión de datos. Se puede utilizar de dos maneras : local y comunicativa.

Se utiliza localmente un aparato de teletexto cuando éste funciona como máquina de escribir normal o como una máquina para confeccionar télex, por cuanto dispone de un conjunto numeroso de signos propios de una máquina de escribir. Pero puede utilizarse además comunicativamente cuando los textos escritos con este aparato se retienen en una memoria electrónica y ,en el momento deseado, se transmiten los signos gráficos a través de una red de telétexto hasta llegar al destinatario. La transmisión se realiza por páginas , el texto aparece en poder del destinatario con el mismo formato y estructura de las páginas que en el modelo original.

b. Modo de comunicación de uno a muchos.

La imprenta facilitó este tipo de comunicación. La comunicación auditiva en este sentido, ha sido realizada a través de la radio y la televisión. Ambos medios son ,en la actualidad, los grandes canales de información. No obstante, y a pesar del amplio abanico de elección de información que ofrecen, no existe un control directo sobre el contenido de la información.

c. Modo de comunicación de muchos a muchos.

Las recientes sofisticaciones de los modos de comunicación de persona a persona y de uno hacia muchos permite la transformación de ambos en modos de comunicación de muchos hacia

muchos. Los ejemplos los constituyen las nuevas comunicaciones a través de servicios cableados y la difusión de periódicos, radio o televisión. Existe también una proliferación reciente de los servicios denominados *underground*, que ofrecen películas, cintas de video, cassettes, etc.

d) Modo de comunicación de muchos a uno.

La mejora de la eficiencia y el perfeccionamiento de los medios permitirán una expansión de los modos existentes en comunicaciones de muchos hacia uno. Los sistemas de comunidad de antena para televisión, los videocassettes y los registros electrónicos de cintas de video están surgiendo y potencialmente son capaces de proporcionar muchos nuevos servicios. Se prevé que hacia el año 2000 ²¹ habrá modos de comunicación potentes que podrán ser utilizados normalmente para realizar encuestas, plesbicitos, y cualquier otra situación que exija una respuesta interactiva.

En definitiva, las características esenciales de las nuevas tecnologías de la información pueden expresarse en los siguientes términos²²:

²¹ McHALE, J : *El entorno cambiante de la información*, Tecnos, Madrid, 1981, p. 43

²² *Ibidem*, p. 32

- Aumento exponencial del volumen del flujo de la información.
- El tiempo y la distancia dejan de ser factores restrictivos de las comunicaciones.
- Reducción del "tiempo de retardo" entre los cambios sociotécnicos y sus impactos y consecuencias.
- Mayor dependencia de los servicios de información y comunicaciones.
- Crecimiento de sistemas interconectados complejamente que extenderán los servicios básicos de la sociedad.
- Mayor interdependencia de instituciones y servicios, debido a la realimentación necesaria para la información común.
- Cambios bruscos en la percepción del entorno físico-social.
- Cambios conceptuales radicales ocasionados por el aumento de la información y las comunicaciones.

1.1.3. EXPECTATIVAS SUSCITADAS.

El desarrollo de estos nuevos medios de comunicación y el impulso alcanzado por la tecnología computacional han provocado un fuerte y rápido desarrollo de la sociedad afectando, no sólo a las estructuras sociales, sino de una forma directa a la propia persona.

El período actual es denominado de formas muy diversas: la sociedad postindustrial, la segunda revolución industrial, la era de la información, la revolución del conocimiento, la era electrónica, la tercera ola, la sociedad de la información... En definitiva, todas estas denominaciones dejan patente la existencia de un cambio histórico importante que trazará la línea divisoria entre lo que ha sido la revolución industrial y la época actual.

La sociedad futura será un nuevo tipo de sociedad humana, completamente diferente de la sociedad industrial actual. El cambio fundamental estriba en que los valores de la producción de información, tomando el lugar de los valores de la producción material, son los que adquirirán fuerza en el desarrollo y la configuración de la sociedad. A. Toffler caracteriza el período actual como el paso de la *segunda* a la *tercera ola*. Esta última se caracterizará, según este autor, por el abandono de los códigos principales establecidos por la sociedad de la segunda ola. Estos quedan resumidos en las siguientes categorías²³:

²³ TOFFLER, A. *La Tercera Ola*, Plaza & Janes, Barcelona, 1984 ⁹, capítulo IV.

1. Uniformización.

Uno de los aspectos más destacados de la segunda ola es la uniformización de la producción. Esta se extiende no sólo a los productos sino también a las técnicas , formas de trabajo, dinero, consumo,etc. Se creó un marco consumista similar en todas las sociedades industrializadas.

2. Especialización.

Con más se unificaron las costumbres en materia de idioma, ocio y estilos de vida, más se diversificó la especialización laboral. Así, *"acelerando la división del trabajo, la segunda ola sustituyó al campesino más o menos habilidoso por el especialista concienzudo y el obrero que solamente realizaba una tarea repetida hasta el infinito a la manera que preconizaba Taylor"*²⁴

3. Sincronización.

La nueva relación entre producción y consumo impuso también un cambio en la forma en que las gentes de la segunda ola se enfrentaban al tiempo. Esto produjo el tercer principio : la sincronización. Tal y como afirma Toffler *"las niñas empezaban y terminaban el año escolar en épocas uniformes. Los hospitales despertaban simultáneamente a todos sus pacientes para el desayuno. Los sistemas de transporte se bamboleaban bajo las horas punta. Las emisoras de radio*

²⁴ *Ibidem*, p. 62

*transmitían programas ligeros a horas especiales. Toda actividad comercial tenía sus horas o temporadas culminantes, sincronizadas con las de sus proveedores y distribuidores. Surgiendo especialistas en sincronización, desde programadores y controladores de fábrica, hasta policías de tráfico y cronometradores.*²⁵

4. Concentración.

La segunda ola concentró la energía, el trabajo y la población en centros urbanos gigantescos desplazando los habitantes de las zonas rurales a las grandes urbes.

5. Maximización.

Surgió entre los diversos países la obsesión por la producción, lanzándose todos ellos a una carrera por incrementar a toda costa el producto nacional bruto maximizando el crecimiento aún a riesgo de provocar desequilibrios de tipo ecológico y social.

6. Centralización.

Finalmente, todas las naciones industriales se convirtieron en sociedades centralizadas, económica y políticamente, con la finalidad de conseguir una igualación y un control social que unificara el mercado y la producción de todo el país para crear la posibilidad de una competencia real con otras naciones.

²⁵ *Ibíd.*, p. 63

Estas seis características vienen a resumir la forma de vida de la sociedad industrial, la cual todavía se hace patente en el momento actual. Sin embargo, todas estas características sufrirán importantes cambios en la sociedad postindustrial. El cambio alcanzará a todos los niveles : laborales, personales, sociales , politicos, abandonandose las características anteriormente descritas.

Siguiendo el modelo comparativo expuesto por Masuda²⁶, analizaremos los cambios fundamentales que caracterizan el paso de la sociedad actual a la sociedad de la información:

²⁶ MASUDA, Y : "Computopia", en FORESTER, T: *The Information Technology Revolution* , MIT Press, Cambridge, 1985, p. 622

CARACTERISITICAS	SOC. INDUSTRIAL	SOC. DE LA INFORMACION
Innovación tecnológica	Máquina de vapor.	tecnología computacional.
producción	Ampliación de las materias de producción.	Poder de producción en masa.
Industrias líderes	máquinas y productos químicos	industrias intelectuales
Estructura económica	Productos	Información
Actividades Sociales	Economía de grupo	Comunidades locales y de grupo
Forma de sociedad	Jerárquica	Autónoma
Sistema social	asociación obreros	participación comunidades
Sistema político	parlamentaria	democracia participativa
Problemas sociales	desempleo y conflictos internacionales	terrorismo

1. La primera innovación tecnológica en la sociedad industrial fue la máquina de vapor y su mayor función fue la de sustituir y ampliar el trabajo físico del hombre. En la sociedad de la información la tecnología computacional será la innovación

tecnológica que constituirá el núcleo del desarrollo, y su función principal será sustituir y ampliar las tareas mentales del hombre.

2. La sociedad industrial incrementó rápidamente la producción e hizo posible la promoción y difusión rápida de bienes. En la sociedad de la información será posible la producción en masa de información, tecnología y conocimiento.

3. En la sociedad industrial, las industrias líderes eran las de maquinaria y química. En la sociedad de la información, las industrias líderes serán las *industrias intelectuales*,²⁷ el núcleo de las cuales será el conocimiento formando la industria cuaternaria.

4. La estructura económica de la sociedad industrial se caracterizaba por 1) una economía orientada a la ventas, 2) la especialización de la producción y 3) la completa división de la producción y consumo entre empresa y consumidor. En la sociedad de la información, 1) la información es el eje del desarrollo económico. Así como, 2) la autoproducción de información por parte de los usuarios que conducirá a 3) una acumulación de información que se extenderá hacia la producción sinérgica y la utilización compartida y 4) la economía cambiará su estructura pasando de una economía de cambio a una economía sinérgica.

5. En la sociedad industrial, el objetivo fundamental de las actividades sociales es la economía de grupo. Actualmente hay tres tipos de grupos: empresas privadas, públicas y un sector en el que actúan conjuntamente aparato gubernamental y empresa privada. En la

²⁷ *Ibidem*, p. 621

sociedad de la información, la socioeconomía de grupo se verá aumentada por las comunidades locales y las comunidades voluntarias de información.

6. La sociedad industrial está centrada en el poder y la jerarquía de clases. La sociedad de la información puede cambiar estas relaciones manteniendo un mayor orden social a través de la autonomía y la ayuda a los ciudadanos mediante especialistas que se dediquen a la asistencia de problemas de tipo social.

7. El sistema político de la sociedad industrial es el sistema parlamentario y la regla de la mayoría. En la sociedad de la información el sistema político quizá no varíe sustancialmente pero cabe la posibilidad de que haya una mayor facilidad de participación en los sistemas democráticos.

8. En la sociedad de la información los movimientos y asociaciones obreras tenderán a desembocar en movimientos ciudadanos.

9. Los problemas fundamentales de la sociedad industrial son : el desempleo, los conflictos internacionales y las dictaduras existentes en algunos países. Los problemas de la sociedad de la información se centrarán en las actividades de grupos terroristas, en las invasiones sobre la vida privada y en la crisis del control social.

10. En la sociedad industrial, la satisfacción de las necesidades físicas y psicológicas era uno de los valores básicos. En la sociedad de la información se buscará la consecución de

satisfacciones de metas autoimpuestas, la autodisciplinas y la simbiosis del hombre con la naturaleza.

El paso de una forma de vida a otra supone en un primer instante una situación de fuerte desequilibrio social que lleva a la búsqueda de nuevas formas de vida que devuelvan la estabilidad precisa. En este sentido, podemos observar como en la actualidad en casi todos los ámbitos sociales se tiene la sensación de que todo lo que concierne al desarrollo tecnológico acontece con excesiva rapidez. Ello es realmente así pues hasta a los propios profesionales les resulta difícil mantenerse al día de todas las innovaciones que van ocurriendo. Este fenómeno es fuente de constantes tensiones ya que la persona siempre tiene la sensación de quedarse atrasada, de adquirir productos que pronto quedarán cáducos. Es pues preciso buscar nuevos modelos económico-sociales que permitan disminuir la sensación de incertidumbre a que se ve sometido el hombre actual.

Así, en este momento de transición en que nos movemos entre modelos propios de la sociedad industrial y elementos de la nueva sociedad de la información se han generado una serie de dudas, temores, esperanzas, que han ido creando una serie de expectativas que podríamos analizar bajo dos polos distintos. Desde un punto de vista positivo, algunas personas creen en las ilimitadas posibilidades de la tecnología para satisfacer los deseos y las necesidades humanas. Así, consideran que la sociedad del futuro supondrá un mayor avance de los conocimientos sobre el hombre y el mundo que le rodea, una liberación del trabajo repetitivo, un incremento de la educación, del tiempo libre, de la libertad individual, etc. Mientras que para otros

las expectativas son más bien negativas : temor a la pérdida del trabajo, miedo a sentirse desplazado por la máquina, a la invasión de la vida privada, y, en definitiva, temor a que la sociedad inhumana preconizada por Orwell se haga realidad.

Dos términos han sido utilizados para definir estas dos posturas maniqueas ; los *infarmágicas* y los *infapatológicas*²⁸. A los primeros se les suele asignar una derecha liberal y un tanto tecnocrática, mientras que la *infapatología* se suele situar en la nueva izquierda radical y ecologista. Evidentemente, la realidad es mucho más compleja. Por este motivo, hemos considerado necesario realizar una reflexión sobre las posibilidades de utilización de las nuevas tecnologías, analizando en que medida éstas puede desembocar en cambios negativos o positivos para el hombre. Con esta finalidad se ha confeccionado el siguiente capítulo, cuyo objetivo fundamental es el análisis de las posibles implicaciones que el uso de las nuevas tecnologías puede suponer en el terreno político, laboral, social, cultural e individual.

²⁸ Estos términos han sido utilizados por GALVAN, J : "Servidumbres y liberaciones de la electrónica", U.U.R.A. : *Nuevas Tecnologías en la Vida Cultural Española*, Fundesco, Madrid, 1985, pp 113-120.

1.2.

**POSIBLES IMPLICACIONES DEL USO DE
LAS NUEVAS TECNOLOGIAS.**

1.2.1. En el terreno político.

1.2.1.1. El dominio de la comunicación.

1.2.1.2. Redes centralizadas .

1.2.1.3. Redes descentralizadas.

1.2.2. En el terreno laboral:

1.2.2.1. El proceso de creación.

1.2.2.2. El concepto de trabajo.

1.2.2.3. La evolución del trabajo:

1.2.2.3.1. La cantidad.

1.2.2.3.2. La calidad.

1.2.2.3.3. Las nuevas profesiones.

1.2.3. En el terreno individual

1.2.4. En el terreno social:

1.2.4.1. La división de clases.

1.2.4.2. Modos de comunicación social.

1.2.5. En la cultura.

1.2.1. EN EL TERRENO POLITICO.

1.2.1.1. El dominio de la comunicación.

Para poder analizar qué posibles repercusiones pueden acontecer en el terreno socio-político, es preciso conocer la situación actual de las telecomunicaciones en los diversos países y de qué forma, dada su estructura, pueden influir en la situación político-económica del país de que se trate. Así pues, el primer paso consiste en analizar cómo se está llevando a cabo, en la actualidad, la transmisión de información.

Es difícil concretar la situación general de los países desarrollados, sin embargo, existen dos aspectos generales a tener en consideración :

- Los países que poseen ya en este momento una centralización de la información y, por consiguiente, un control de las redes de comunicación y

- Los países que admiten la participación de múltiples interesados a nivel del Estado pero con posiciones diferentes y objetivos diversos. Este es el caso de algunos países europeos. Así , se da el hecho de que las telecomunicaciones dependen de diversos monopolios : sistemas de radiodifusión, teledifusión, ministerio de comunicaciones, de industria, etc. De esta forma, la conexión administrativa de la organización de telecomunicaciones fluctúa al ritmo de las organizaciones gubernamentales.

En Francia existe ya un proyecto denominado TRANSPAC que supondrá la creación de una red pública que podrá transmitir datos informáticos de diversa índole. Los abonados tendrán acceso, o bien directamente, o bien por teléfono. De este modo, muchos usuarios podrán utilizar, por un bajo coste, unos servicios que hasta el momento exigirían el alquiler de líneas telefónicas especializadas. Este sistema apoyaría la democratización de la información.

Así pues, es preciso que exista, por parte de los poderes públicos, una mayor acción y coordinación. No obstante, no se trata sólo de establecer una política concreta en materia de comunicación sino que, además, deberá decidirse qué uso se otorgará a las diversas redes telemáticas. Será precisamente este factor el que influirá decisivamente en la concepción del estado por lo que se refiere a sus relaciones con los organismos municipales, regionales, personales, etc.

En definitiva, el problema de los poderes políticos se centra en el dominio de la red. Por ello, se plantean dos peligros: los referentes a los macrosistemas y el de los microsistemas. Los primeros están encabezados por las llamadas **redes centralizadas de información** y los segundos por las **redes descentralizadas de información**.

1.2.1.2. Redes centralizadas.

Estas consisten en un establecimiento de redes que se organizan alrededor de uno o varios ordenadores centrales que desembocan en terminales instaladas en las secciones de los diversos

organismos. Es la dirección la que decide los grados de libertad de que dispondrán las secciones de base y nadie tiene autoridad para programar por sí mismo la terminal.

La vía centralizada implica el uso de grandes sistemas. La elección de un sistema u otro afectará a la situación política desencadenante. Así, mediante el uso de la vía centralizadora, se puede apreciar una estructura organizativa que tiende a ser más compacta. Las tecnologías se podrían utilizar para conseguir un mayor control social. El deseo de descentralizarla información, de dispersarla puede verse neutralizado por la conciencia de que cualquier pérdida de eficacia en la sociedad puede provocar repercusiones internacionales.

En resumen, sólo una élite puede utilizar los medios de comunicación e informatización para ejercer un control sobre el Estado. En este sentido, se puede afirmar que algunos aspectos inherentes a las tecnologías de la información pueden hacer más fácil la centralización del poder.

1.2.1.3. Redes descentralizadas.

Existe también la posición contraria, es decir, la utilización de la tecnología informática a través de la participación del ciudadano mediante el uso libre de los sistemas, la posibilidad de programación según necesidades individuales, la compra y diseño de paquetes de software, etc.

En este sentido, puede llegarse también a una informática autónoma en la cual los ordenadores no se encuentren conectados permanentemente a una red, sino que sea el usuario el único dueño.

La vía descentralizada supone el uso de sistemas más pequeños y por consiguiente, provoca una participación más fácil y directa del ciudadano.

Mediante un sistema descentralizado, el aumento del número de fuentes de información incrementaría el número de colectivos de opinión. Asimismo, se facilitaría una comunicación bidireccional entre personas con problemáticas similares pero ubicados en distintos lugares físicos. Estos, podrían establecer contactos mutuamente sin necesidad de desplazarse.

En definitiva, con el uso de las nuevas tecnologías cabe la posibilidad de que los medios de comunicación se dispersen mucho más lo cual tendrá importantes consecuencias políticas. Según McHale¹, éstas pueden concretarse en los siguientes aspectos:

1. La multiplicidad de los medios fragmentará las actitudes y disminuirá el consenso. Ello implicará:

- la disminución del paso de tiempo entre la aparición de nuevos intereses y su transformación en asuntos públicos.

- la discontinuidad de actitudes problemáticas entre los diversos niveles sociales.

¹ McHALE, J, Op.Cit., p. 130

2. Se hará disponible información individualizada más específica, sobre los asuntos públicos.

3. Disminuirá la centralización en el control de noticias, lo que llevará a que las lealtades a los partidos tradicionales se debiliten y la estructura de los partidos se vea amenazada.

4. Aumentarán las formas de comunicación de uno a muchos, muchos a muchos, y muchos a uno, lo que supondrá el surgimiento de nuevos movimientos sociales que se unirán alrededor de problemáticas comunes y se organizarán para la acción directa dirigida a solucionar problemas específicos.

En resumen, tal y como el propio McHale señala², los nuevos medios de información pueden proporcionar en la política dos tipos de tendencias:

1. La fragmentación de la opinión pública. Es posible que aumente el número de fracciones de partidos debido al incremento de "*políticas de movimientos sociales*"³.

2. O, por el contrario, una integración de partidos nacionales con una estructura política más compacta y una estructura económica más centralizada.

² Ibídem, p. 133

³ CURNOW, R-CURRAN, S: "La tecnología aplicada", en FRIEDRICH, G-SCHAFF, A : *Microelectrónica y sociedad. Para bien y para mal*, Alhambra, Madrid, 1982, p. 74

1.2.2. EN EL TERRENO LABORAL.

1.2.2.1. El proceso de creación

Con el desarrollo de las nuevas tecnologías surge una paulatina transformación tanto del proceso de creación de productos como del trabajo en sí mismo.

En cuanto a la creación de productos, éstos nuevos medios suponen un importante cambio en⁴ : 1) la aplicación de los productos, 2) la aplicación de los procesos, 3) la infraestructura y 4) el desarrollo de la investigación.

1. Algunos de los hechos que caracterizan la nueva aplicación de los productos son⁵ :

- La sustitución directa de dispositivos antiguos por dispositivos electrónicos.

- La evolución del producto, como por ejemplo, el paso de las calculadoras mecánicas a las electrónicas.

- La rapidez de difusión de los productos existentes

- La potencia de cálculo.

2. En cuanto a la aplicación de los procesos se observa un incremento en la automatización de éstos en la fabricación,

4 Ibídem, p. 80

5 Ibídem, p. 85

apareciendo el diseño y construcción asistidos por ordenador. A este respecto, se prevé que las fábricas del futuro estén prácticamente automatizadas, encargándose las máquinas de la mayor parte del trabajo.

En las industrias de procesos continuos (petroquímica, plásticas, ...) , las repercusiones de la microelectrónica se han manifestado a través de la revolución teóricamente experimentada por los dispositivos de instrumentación y control.

3. Es evidente que todo el desarrollo de los procesos de producción tendrán unas implicaciones sobre el gobierno, la administración, los servicios públicos, financieros, etc. Cabe esperar, a este respecto, que la burocracia actual apoyada por un buen sistema de distribución de información será capaz de prestar un buen servicio al público, para ello se utilizarán los nuevos medios de comunicación tales como las redes interactivas por cable telefónico, los servicios de transmisión gráfica , de datos, etc. Asimismo, la tecnología microelectrónica puede utilizarse para transmitir dinero lo cual conllevará a un cambio de los modelos de operaciones monetarias, ejerciendo este hecho un efecto indirecto sobre las propias estructuras sociales.

4. La investigación y el desarrollo de la microelectrónica es ,en este momento, muy importante aunque , en cierta forma, algo imprevisible.

Todos estos aspectos descritos tienen en común el hecho de facilitar las comunicaciones, los instrumentos y la

automatización. Estas características son precisamente las que configuran a la nueva era del control y la informatización. En este sentido, lo importante es averiguar no sólo hasta dónde se puede llegar sino hasta dónde se quiere llegar con la implantación de estos medios.

1.2.2.2. El concepto de trabajo.

Un aspecto que sin duda afectará al desarrollo de la sociedad de la información es la propia concepción de trabajo que se desprende de ésta y que difiere de la visión actual que de este concepto tenemos en los países industrializados. Así, alguien ha llegado a afirmar que *" la plena automatización eliminará el trabajo en el sentido tradicional de la palabra "*⁶.

Nuestro concepto de trabajo actual se formó cuando la función primordial de la sociedad era la producción de bienes y servicios necesarios para incrementar la productividad económica del trabajador individual lográndo con ello las satisfacciones personales a través de bienes de consumo primarios. En este sentido, denominamos trabajo a toda aquella actividad *" encaminada a obtener un cierto efecto en la producción (de genesis) o servicios (satisfacción de determinadas necesidades humanas) empleando en ello energía física o intelectual "*⁷. Actualmente, el desarrollo económico y social ha provocado una nueva visión de esta actividad.

⁶ SCHAFF, R: "Ocupación y trabajo", en FRIEDRICH, G-SCHAFF, R, Op.Cit., p. 282

⁷ *Ibidem*, p. 277

La automatización eliminará ciertas tareas de producción y servicios pero ello no significará el fin de la actividad ni de la ocupación. Por tanto, el hombre buscará nuevas actividades que no tendrán el significado actual que damos al trabajo pero que mantendrán a la persona en actividad.

La expansión económica se ha visto limitada por restricciones políticas, sociales y de materias primas, por ello, el desempleo se ha convertido en una característica de la sociedad presente y quizás también de la futura. De este modo, aunque " *el parada* - en opinión de A. Schaff- *a diferencia de lo que sucede en la sociedad actual, tendrá cubiertas sus necesidades materiales y por lo tanto, desde tal punto de vista, no sufrirá las consecuencias del desempleo*"⁸, se plantea un grave problema: "¿qué hacer cuando la tecnología ha avanzado hasta un punto en que se puede "adiestrar" a los robots para que desempeñen cualquier tarea de las que realizan las humanas?. Y no sólo eso, sino que el robot probablemente lo hará mejor, más deprisa y más barato".⁹ La respuesta según el propio Harman es "obsesionarse por la creación de nuevas puestos de trabajos basados en la información. Puede hacerse aumentar la demanda de servicios relacionados con la información a un ritmo tal que disipe todo temor a las futuras efectos de reducción de empleo creados por los

⁸ Ibídem, p. 277

⁹ HARMAN, W: "La sociedad informática y el "trabajo significativo" : el próximo desafío de la sociedad industrial", en U.U.R.A. : *El desafío de los años 90*, Fundesco, Madrid, 1986, p. 150.

ordenadores"¹⁰ La solución más eficaz parece ser la creación de nuevas profesiones encaminadas al manejo de la información. Sin embargo, el simple hecho de eliminar unos trabajos y sustituirlos por otros no significa que el valor otorgado al trabajo siga siendo el mismo.

Por ello, puede afirmarse que en una sociedad tecnológicamente avanzada en la que la producción de suficientes bienes y servicios puede gestionarse con facilidad, el trabajo podría tener como una de sus funciones principales el desarrollo de la propia persona.

Si el concepto de trabajo generado hasta la actualidad por la familia, los medios de comunicación y la propia escuela no se modifica, se pueden provocar importantes problemas de satisfacción personal en los individuos. En este sentido, debemos tener presente que el trabajo es una de las actividades más aceptadas socialmente y consideradas como más constructivas. Pero en una economía industrial avanzada las oportunidades de encontrar empleos que satisfagan a la persona es cada vez más difícil. Por ello, los núcleos formativos más importantes deben contribuir al cambio de imagen de esta actividad.

El trabajo como tarea de producción no es lo que parece satisfacer al hombre. La persona se siente satisfecha realizando actividades que le sean significativas. Por ello, aunque el pleno

¹⁰ *Ibidem*, p. 150

empleo no sea necesario, desde el punto de vista de la producción, la participación en el ámbito social no deja de ser necesaria.

Dado que no parece posible que el proceso de producción pueda crear suficientes roles laborales aparecen dos posibles vías de solución: los **pagos por transferencia** y la **sociedad discente**.

Los **pagos por transferencia** hacen referencia a las ayudas económicas realizadas por los gobiernos a las personas que consideran necesitadas o merecedoras de ellos. Dentro de ésta se incluirían pagos tales como subsidios para la manutención de hijos, becas para escolares, investigación, .., subsidios de paro, asistencia a ancianos, etc.

El concepto de **sociedad discente**¹¹ tiene como objeto realizar una transformación social mucho más profunda que la mencionada anteriormente. Parte de la consideración de que toda actividad social debe centrarse en el aprendizaje, entendido éste en el sentido más amplio posible. " *Se trata de una sociedad en la que el aprendizaje, la autorrealización y la dignidad humana son las objetivos primarios y en la que todas sus instituciones están orientadas a este fin* ¹²".

En la sociedad discente se trata de cambiar la ética del consumo de la sociedad industrial por una ética ecológica (es decir, una identificación con la naturaleza en su conjunto) y por una ética de

¹¹ El concepto de **sociedad discente** es utilizado por Robert Hutchins y retomado aquí en su mismo sentido por Harman en la obra citada, p. 154.

¹² HARMAN, W, Op.Cit. p. 155

autorrealización. Así, ésta última, supone que la finalidad por excelencia de toda experiencia individual es el desarrollo de la propia persona.

Cabría preguntarse sobre la viabilidad de estas dos tendencias. Si bien no es posible aquí realizar un análisis profundo sobre la temática, sí que consideramos que es posible intuir la existencia actual de ambas posturas, siendo quizás la primera la prioritaria en grupos amplios de poder, y la segunda, en grupos minoritarios que acceden a ella como opción personal.

En cualquier caso, se hace patente la necesidad de la persona de realizar actividades con una dimensión social que le satisfagan a nivel persona, aunque estas no impliquen una producción en el sentido dado por la sociedad industrial. Este cambio conceptual es, como veremos más adelante, un factor importante a tener en cuenta en la formación de la persona desde la propia institución escolar.

1.2.2.3. La evolución del trabajo:

1.2.2.3.1. La cantidad.

Tal y como se ha señalado al principio del capítulo, otro aspecto que merece tenerse en cuenta lo constituye el conocimiento

de en qué medida la informatización de la sociedad afectará al trabajo en sí : cantidad, calidad, tipos, etc.

En lo que respecta a la creación o supresión de puestos de trabajo, existen en la actualidad diversas corrientes de opinión . Si bien todos los autores consultados coinciden en que en un primer momento habrá una fuerte supresión de puestos de trabajo, lo cual supondrá un aumento del número de desempleados, a partir de este hecho los criterios divergen estableciéndose dos líneas de opinión¹³:

1. LA TEORÍA EVOLUCIONISTA

Algunos autores sostienen que este hecho será transitorio de tal forma, que tal como sucedió con la revolución industrial, habrá un primer momento de desequilibrio, pero posteriormente y tras la creación de nuevos puestos de trabajo, la sociedad volverá a quedar equilibrada y los índices de desempleo serán bajos.

2. LA TEORÍA REVOLUCIONISTA

No obstante, existe la postura contraria que considera que esta nueva transformación industrial tiene implicaciones diferentes a las acontecidas anteriormente, y que el número de puestos de trabajo que se están perdiendo en la actualidad no serán recuperados más que en una pequeña parte.

¹³ KING, A: "¿Nueva revolución industrial o simplemente otra tecnología?", en FRIEDRICH, G-SCHAFF, A, Op.Cit., pp 1-28.

Esta última postura parece que se está generalizando. Son numerosos los estudios que señalan cómo los países no han podido ir respondiendo de forma adecuada a la automatización y éstos difícilmente van a poder salir de la crisis generada. Algunas de las medidas adoptadas (reducción semana laboral, adelanto de la edad de jubilación, etc.) tampoco parecen haber constituido la solución¹⁴. Así pues, se considera que la sociedad tendrá que habituarse a mantener a un cierto número de personas sin puestos de trabajo, lo cual implicará, seguramente, la necesidad de esquemas de mayor movilidad y un mayor énfasis en las ocupaciones de tiempo libre.

1.2.2.3.2. La calidad.

Además del cambio de actitud respecto al trabajo, son de preveer también cambios con respecto a la cualidad y el contenido del trabajo a desempeñar.

Algunos de los factores que determinan el contenido del trabajo son, según Evans, *"la exigencia de cualificación, responsabilidades, libertades en cuanto a supervisión y control sobre el ritmo de trabajo"*¹⁵

Un hecho parece estar fuera de toda duda, y es que el uso de la microelectrónica puede simplificar muchas tareas y eliminar cantidad de trabajos repetitivos que no necesitan habilidades

¹⁴ Ver estudios de W.LEONTIEV: "Distribución de trabajo y renta" en *Investigación y Ciencia*, Nº 74, Noviembre 1982, pp 132-142 y "La economía mundial en el año 2000", en *Investigación y Ciencia*, Nº 50, Noviembre, 1980, pp 140-152.

¹⁵ EVANS, J : "El trabajador y el puesto de trabajo", En FRIEDRICH, G-SCHAFF, A, Op.Cit., p. 131

especiales. Así, en los sistemas de producción en cadena es ya habitual la introducción de estos sistemas. Un ejemplo de estas aplicaciones lo constituye la utilización de robots.

Otra importante característica, es que la eliminación de los trabajos no cualificados lleva a una degradación de los cualificados. De esta forma, parece necesaria la aparición de un nuevo concepto de cualificación en el que se tenga más en cuenta las capacidades lógicas o análíticas de la persona.

Otros factores que afectan también al concepto de cualificación son ¹⁶:

1. La intensidad del trabajo.

La microelectrónica exige una mayor intensidad de movimiento de capital de industrias y servicios que antes se caracterizaban por un alto empleo de mano de obra y que , actualmente, induce a pensar que se utilizaran de forma más intensiva los equipos adquiridos. Ello conlleva un cierto riesgo que consiste en el progresivo deterioro de las condiciones laborales.

2. Aislamiento.

El efecto de la interacción entre el hombre y la máquina, así como el aumento de trabajos en casa, implica el peligro de que el trabajador quede aislado del contacto con otros compañeros en su puesto de trabajo.

¹⁶ *Ibidem*, pp. 144-147

3. Control y supervisión.

Los terminales pueden recoger información relativa al comportamiento del trabajador.

1.2.2.3.3. Las nuevas profesiones.

Como ya hemos mencionado en ocasiones anteriores, una de las características fundamentales de la sociedad de la información es la rapidez con que acontecen los cambios. Este hecho afecta directamente al mundo laboral.

El desarrollo de la tecnología informática y de las telecomunicaciones ha comenzado a originar profesiones que hace cincuenta años eran imprevisibles pero que en este momento adquieren un carácter fundamental. El futuro se hace, en cierto modo, imprevisible. De esta forma, algunos estudios¹⁷ han señalado que antes del año 2000, más de una cuarta parte de la población activa estará ocupada en actividades que aún no conocemos.

Si bien no es fácil enumerar las carreras y profesiones del futuro, sí que es posible especificar las áreas prioritarias de formación. Así, J.Evans¹⁸ establece que serán necesarios conocimientos especialmente en el campo de la electrónica pero

¹⁷ APARÓ, A: *Les noves professions*, Generalitat de Catalunya, Barcelona, 1985. CARABAÑA, J "Sistema educativo y mercado de trabajo en el horizonte del año 2000", en *Revista de Educación*, Nº 273, Enero-Abril 1984, pp 23-48. U.U.A.A. : "Formación, innovación tecnológica y empleo juvenil", *Bordon*, Nº 259, pp 495-502

¹⁸ EVANS, J, Op.Cit., pp 135-138

también en la comprensión de los sistemas de control, producción, y equipos mecánicos. Esto supone un mayor nivel de cualificación de los trabajadores.. Además, será también necesario personal adiestrado en el campo de la lógica, la aplicación y los sistemas de software. Para ello se requerirán trabajadores semicualificados con un nivel de formación técnica.

Evidentemente, no todas las personas deberán dedicarse a profesiones relacionadas con la electrónica o la informática. En terminos generales es previsible que¹⁹ :

1. Haya un grupo de carreras universitarias actuales que continuen teniendo muchas posibilidades en el futuro. De entre estas destacan : sanidad, económicas, derecho, ingeniería industrial, informática, electrónica, marketing, telemática, técnicos en comunicación, químicos, veterinaria, diseño industrial e ingeniería de telecomunicaciones.

2. Otras profesiones, parece que ganarán en oferta de puestos de trabajo si se saben adaptar a las nuevas necesidades reclamadas por la sociedad. Este es el caso de los estudios técnicos en electrónica, informática, administración, comercio exterior, interpretes, traductores, limpieza, servicios relacionados con el ocio, educadores de adultos, animadores turísticos, etc.

3. Entre las profesiones que surgirán en los próximos años destacan: automatización de fábricas, electrónica, reciclajes

¹⁹ APARÓ, A: *Les noves professions*, Generalitat de Catalunya, Barcelona, 1985. TRIADU, J : *Les professions del futur*, Tibidabo edicions, Barcelona, 1986.

profesionales, servicios de asesoramiento familiares, técnicas de geriatría y servicios sociales, animadores culturales, trabajadores del tiempo libre, sistemas de seguridad y mantenimiento, técnicos en laser, etc.

4. Por el contrario, algunas profesiones parecen estar en proceso de regresión: técnicos de administración pública, revisores, taquilleros, peones no cualificados, electricistas, y , en general, todas aquellas actividades que pueden ser sustituidas por un mecanismo técnico.

Si bien son previsibles las áreas de trabajo futuras también hemos de tener en cuenta que es muy probable que los estudios y profesiones varíen muy rápidamente. Por ello, la institución escolar deberá cuidar este hecho de forma que dé una formación lo suficientemente flexible para que la persona pueda ir adaptándose a las innovaciones sin que ello le suponga un esfuerzo excesivo o una crisis de sus valores y personalidad.

1.2.3. EN EL TERRENO INDIVIDUAL

Dos son las preocupaciones más importantes que pesan sobre el hombre; Por un lado, la posible existencia de un control más rígido ejercido por potentes sistemas, y por otro lado, la consideración de que las máquinas pueden tomar el papel del hombre y reducirlo a un mero espectador pasivo.

Es cierto que estas preocupaciones pueden tener fundamentos pero el tema requiere una reflexión más amplia.

Comenzando con los aspectos más negativos, consideramos que realmente es posible que:

- Exista una sobrecarga de información que ,en algunos casos, puede llevar al individuo a un sentimiento de confusión y angustia.
- Se realice un mayor control de la vida privada aunque sin llegar a una visión *orwelliana*.
- Exista una manipulación -que, por otra parte, también está presente en la actualidad- de los contenidos de las informaciones y los medios de control de noticias y corrientes de opinión.
- Se establezca una menor cohesión social en cuanto a que puede existir una mayor fragmentación de actitudes,motivaciones e intereses. Y ,como consecuencia, un mayor individualismo.

- Aparezca una discriminación en las posibilidades de acceso a las técnicas necesarias para el uso de las informaciones y comunicaciones.

En cuanto a los impactos de carácter positivo, podemos considerar los siguientes²⁰:

- La ampliación de las capacidades sensoriales lograda a través de los medios tecnológicos. Al parecer, se posibilita a nivel individual, una ampliación considerable de los sentidos. Esto permite mejorar, de forma apreciable, no sólo las capacidades sensoriales y de percepción de las personas, sino también el poder y el control que los hombres pudieran ejercer sobre sus entornos personales e institucionales.

- Un mayor mantenimiento de los rasgos personales en los intercambios de información y en las comunicaciones.

- La mejora de las posibilidades de diálogo interpersonales y entre grupos a través de medios más sofisticados.

- El acceso más flexible e igualitario al conocimiento disponible.

- La capacidad de utilizar el proceso informático en orden a : conocer más, permitir elecciones más libres y voluntarias, incorporar nuevas formas en el proceso social y por último, evitar trabajos y costes innecesarios de experiencias haciendo uso de la simulación.

²⁰ McHALE, J, Op.Cit., p. 45

En cuanto al cambio que puede presentarse en la conceptualización de determinados valores, éstos parece que pueden quedar distorsionados si la información disponible queda únicamente en términos cuantitativos, otorgando un valor exagerado a la incorporación de la tecnología en la vida de la persona. Asimismo, la sensación de seguridad puede eliminar valores de actuación voluntaria como, por ejemplo, el traspaso de las responsabilidades del hombre a la máquina.

Sin embargo, a pesar de este riesgo de distorsión de valores quizás pueda observarse una mejora de los mismos si consideramos que las personas tendrán mayores oportunidades de mejorar sus niveles de conocimiento, inquietudes y autorealización.

1.2.4. EN EL TERRENO SOCIAL.

1.2.4.1. La división de clases.

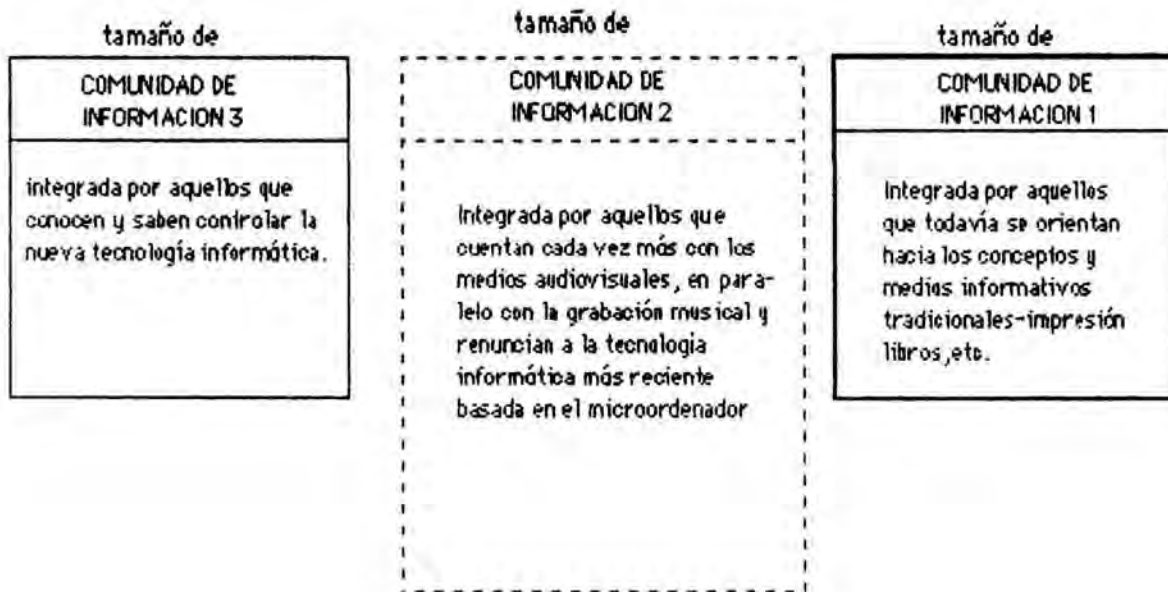
La informática, como ya hemos señalado anteriormente, permitirá y acelerará el advenimiento de una sociedad de alta productividad, un menor trabajo para una mayor eficacia, puestos de trabajos diferentes a los actuales, etc. Todo ello, supone un cambio de las estructuras, de las organizaciones y de las actitudes hacia el trabajo. En este sentido, un aspecto importante a plantearse es si estos medios informáticos supondrán un factor emancipador o, si por el contrario, agudizarán las diferencias existentes en la actualidad.

Algunos autores tales como J.Ellul, G.Metayer y en cierta medida, A. Toffler²¹ manifiestan una gran esperanza en la sociedad futura considerando que la nueva era de la información supondrá un factor de emancipación igualando las distintas clases sociales existentes en la actualidad.

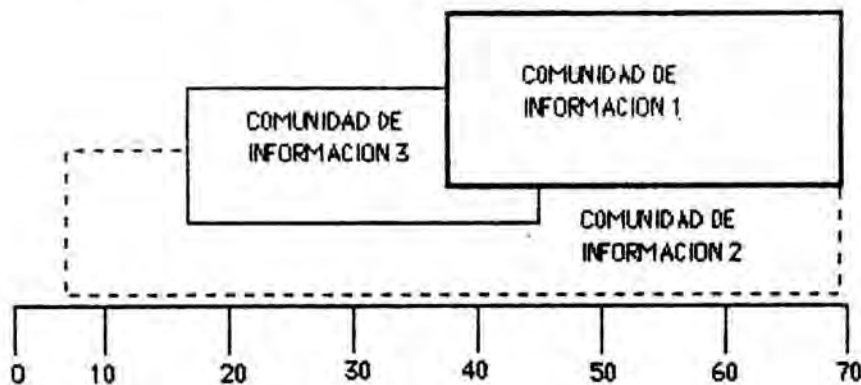
Quizás estos autores estén en lo cierto, sin embargo, en nuestra opinión, es mucho más acertado el modelo de estratificación social presentado por McHale. Este autor considera que dada la rapidez del desarrollo tecnológico, existe la posibilidad de una estratificación de los individuos en comunidades de información divergentes cuyas actitudes, necesidades y deseos pueden estar en

²¹ ELLUL, J: *Changer de révolution. L'inéluctable prolétariat*, Sevil, París, 1982. METAYER, G : *Futurs en tique, Ouvriers*, París, 1982. TOFFLER, R : *La tercera ola*, Plaza & Janes, Barcelona, 1984⁹

conflicto. En el siguiente esquema se presentan algunas categorías posibles basadas en el surgimiento de comunidades de información diferentes ²² :



DISTRIBUCION ESQUEMATICA POR EDADES



La población de cada tipo de comunidad también podría caracterizarse por la presencia de grupos generacionales que se

²² McHale, J., Op.Cit., p. 50.

superponen. Este esquema no supone una imagen estática sino dinámica en el tiempo. Así, la fila referente a los tamaños de los tipos de comunidades cambiaría conforme se fueran integrando más personas en el grupo 3 a través del proceso educativo. Otro aspecto importante es que los miembros más jóvenes del grupo 2, aunque estén orientados hacia los medios audiovisuales también aceptan rápidamente las ventajas y técnicas crecientes de las nuevas tecnologías informáticas.

Con la llegada de la imprenta, sólo una élite era capaz de comprender el material impreso, los demás, por desconocimiento del lenguaje, falta de cultura, educación, etc, eran incapaces de hacerlo. De este modo, había dos tipos de personas: los que podían utilizar los nuevos medios de difusión de información y los que su carencia de preparación les impedía hacerlo. En la actualidad, sucede un hecho similar ya que, si bien parece que nos dirigimos hacia una sociedad más homogénea, es posible que, al menos en un primer momento, aparezcan dos tipos de clases: las que poseen información y las que **no** poseen información.

En este sentido, los poseedores de información pueden llegar a ser élites de esta nueva sociedad, gozando de una mayor movilidad social, con mayores oportunidades para elegir entre una diversidad de carreras profesionales y estilos de vida. La adquisición de mayores y nuevos conocimientos les será mucho más fácil. Tendrán mayor capacidad para organizarse y asociarse a distancia mediante el uso de las nuevas tecnologías.

Por el contrario, los no poseedores de información recibirán entrenamiento en las aplicaciones de la tecnología (cómo utilizarla y no cómo generarla) y tenderán a estar más encasillados en trabajos particulares. Gozarán de una menor movilidad social y se encontrarán menos capacitados para hacer frente a cambios bruscos dentro de la sociedad.

1.2.4.2. Modos de comunicación social.

Las modalidades de comunicación entre los miembros de la sociedad también se verán afectadas por importantes cambios. Como hemos visto anteriormente, se dan cuatro modalidades básicas de comunicación. La conjunción de todas ellas en un espacio común recibe el nombre de **ciudad cableada** diferenciándose así de la integración de todas ellas en una más amplia comunidad social : **sociedad cableada**.

El modelo de la futura sociedad es el de la ciudad cableada²³. Esta consiste en la implantación de amplios sistemas de comunicación que permitan la comunicación bidireccional. El sistema de funcionamiento será similar a la red telefónica actual y acomodaría servicios tales como ²⁴:

Publicidad

Información ilustrada al consumidor

Alarmas

²³ MARTIN, J : *La sociedad interconectada*, Tecnos, Madrid, 1980

²⁴ "Computer and telecommunication", *OECD Information Studies*, Nº 7, 1983, p. 122

Bancario
 Facsimil (documentos, periódicos,...)
 Comunicación de emergencia (hospitales)
 Comunicación entre abonados
 Lectura de medidores
 Distribución de programas de radio
 Compras para el hogar
 Televisión (producción y distribución)
 Televisión educativa
 Teléfono
 Enseñanza asistida por ordenador
 Videoteléfono
 Sufragios

Pasar del concepto de **ciudad cableada** al de **sociedad cableada** representa un nuevo y difícil salto. Sin embargo, Japón lo ha estudiado en su Plan para la Informatización de la Sociedad²⁵. En dicho plan se presentan proyectos tales como ²⁶:

1. La implementación de una red informática con cobertura nacional.

²⁵ UURA: *Creative Computing. Focus on Japan*, Nº 8 , vol 10 , August, 1984.

²⁶ McHALE, J , Op.Cit. p. 61

2. Implementación de un centro informático de gestión para la toma de decisiones políticas.

3. Introducción de bancos de datos industriales que abarcarán las principales actividades industriales del país.

4. Educación orientada por ordenador para cubrir la enseñanza elemental, secundaria y superior en todo Japón.

5. Sistema remoto de asistencia médica para dar servicio a zonas sin médico.

6. Implementación de un centro informático de la contaminación, con un sistema de vigilancia constante.

7. Supermercados a gran escala para la venta de alimentos frescos.

8. Sistemas de transportes controlados automáticamente para el área central de Tokio.

9. Cooperación internacional a través de circuitos dedicados a servicios médicos y educativos, haciendo uso de satélites de comunicaciones.

En definitiva, el impacto de las nuevas tecnologías sobre los miembros de la comunidad puede establecer un modelo de sociedad interconectada que incrementaría enormemente la rapidez de información entre los miembros de dicha sociedad. Todo ello, partiendo de la hipótesis de la existencia de un sistema

descentralizado de información en el que cada ciudadano pueda acceder a los medios informáticos de forma libre y autónoma.

1.2.5. EN LA CULTURA.

Las transformaciones que generan las nuevas tecnologías se hacen explícitas en los ámbitos tratados hasta el momento. Sin embargo, aunque quizás de una forma menos visible, consideramos que estas transformaciones tendrán también una gran influencia en el terreno cultural, entendiendo éste como nuestro modo de vida y la forma en que conocemos y valoramos los acontecimientos y acciones que nos afectan.

Existe una concepción clásica del concepto de tecnología según la cual ésta es una simple aplicación del conocimiento científico. Sin embargo, en la actualidad esta visión es incompleta ya que el desarrollo tecnológico no supone sólo la aplicación de los conocimientos científicos sino que, en buena medida, existe una demanda de descubrimiento e invención para resolver el problema técnico que se pretende solucionar. En este sentido, *"las tecnologías actuales son grandes consumidoras de cultura."*²⁷

Así pues, la relación entre ciencia y técnica supera el vínculo tradicional. Los inventos tecnológicos *"no surgen como respuestas a una demanda social, sino como una innovación, una creación basada en el conocimiento científico disponible y en el desarrollo de nuevos conocimientos"*²⁸

²⁷ QUINTANILLA, M.A. : "Problemas conceptuales de las nuevas tecnologías. Apuntes para una filosofía de la sociedad de la información.", en U.U.A.A. : *El desafío de los años 90*, FUNDESCO, Madrid, 1986, p. 64

²⁸ *Ibidem* pp. 64-65

Los dos tipos de culturas más demandadas por la tecnologías son -según Quintanilla- *"por una parte el conocimiento científico, por otra determinado tipo de valores morales o sistemas de preferencias de la sociedad"*²⁹.

Los valores morales también están presentes en la evolución de la tecnología. De este modo, nos sentimos partícipes del rechazo de la concepción tradicional según la cual la tecnología es neutra. En este sentido *" las sistemas tecnológicas - afirma Quintanilla- no sólo se nutren de conocimientos científicos y de valores sociales, sino que demandan (y a través de su demanda configuran su oferta) determinadas tipos de conocimientos y de valores, es decir, de sistemas culturales"*³⁰.

Quizá una de las repercusiones más importantes de la tecnología en la cultura actual es la repartición del tiempo de la persona.

Hasta ahora, en la división del tiempo diario de la persona la parcela destinada al trabajo productivo ha sido en gran medida la dominante. Durante mucho tiempo el trabajo ha absorbido el tiempo material de la persona. La permanencia continuada en el puesto de trabajo, los desplazamientos necesarios hasta acudir al mismo, las preocupaciones fuera de éste, etc, han contribuido a que *"el trabajo invadiera en muchas ocasiones el tiempo mental,*

29 *Ibíd.*, p. 64

30 *Ibíd.*, pp. 65-66

psicológica y existencial de la propia persona"³¹ Todas las previsiones y cambios actuales muestran como este fenómeno está cambiando radicalmente.

La evolución de la cantidad, la calidad y los tipos de empleos hacen que el tiempo libre sea mayor y por ello se aumentará el tiempo dedicado al ocio. De esta forma puede producirse una invasión mútua entre el ocio y el trabajo. Tal y como señalan algunos autores³², es posible que al invadir las nuevas tecnologías el tiempo del ocio éste se convierta en productivo o por el contrario, en consumista.

La preocupación educativa fundamental en este terreno es la necesidad de asignar al concepto de ocio un sentido creativo y desalienador en oposición a la creciente realidad consumista. En este sentido puede hablarse de la necesidad de educar para el tiempo libre y, como consecuencia, de desarrollar una pedagogía del ocio³³.

³¹ RAVAIOLI, C : *Tempo da vendere, tempo da usare. Lavoro produttivo e lavoro riproduttivo nella società microelettronica*, Franco Angeli, Milán, 1986, p. 42

³² CASTILLA, R-DÍAZ, J : " 'civilización del ocio' y 'sociedad de la información' ", *Telos*, Nº 6, Julio-agosto, 1986, pp 56-60, GUBERN, R : " El desafío sociocultural de la información ", *Telos*, Nº 5, Enero-Marzo, 1986, pp. 47-52, QUINTANILLA, M.A. : "Problemas conceptuales de las nuevas tecnologías. Apuntes para una filosofía de la sociedad de la información.", en U.U.R.A. : *El desafío de los años 90*, FUNDESCO, Madrid, 1986. RAVAIOLI, C : *Tempo da vendere, tempo da usare. Lavoro produttivo e lavoro riproduttivo nella società microelettronica*, Franco Angeli, Milán, 1986,

³³ En este sentido destacamos la obra de PUIG, J-TRILLA, J : *Pedagogía de l'oci*, CEAC, Barcelona, 1985.

**B. SEGUNDA APROXIMACION:
LAS NUEVAS TECNOLOGIAS Y SU
INCIDENCIA EN EL AMBITO EDUCATIVO**

1.3.

LA EDUCACION EN EL AMBITO INSTITUCIONAL.

1.3.1. Introducción

1.3.2. Panorámica conceptual.

1.3.3. Las barreras del universo educativo ante el desarrollo de las nuevas tecnologías:

1.3.3.1. Los medios de comunicación.

1.3.3.2. Los sistemas informáticos.

1.3.3.3. La telemática.

1.3.3.4. A modo de conclusión.

1.3.1. INTRODUCCION.

En los capítulos anteriores, tras contemplar la evolución de los sistemas de telecomunicación así como de la tecnología computacional y las expectativas que éstos suscitan en los miembros de la sociedad actual, se ha intentado recoger las posibles implicaciones que el desarrollo tecnológico puede producir en los ámbitos políticos, laborales, individuales, sociales y culturales. Sin embargo, existe un aspecto de fundamental importancia para nuestro trabajo que todavía no ha sido tratado : la educación.

Es precisamente el análisis de las repercusiones de las nuevas tecnologías en el terreno educativo lo que va a ocupar los próximos capítulos. El sentido de las reflexiones que siguen, como el de las anteriores, es el de ofrecer el necesario marco referencial para situar después convenientemente lo que ha de ser el núcleo fundamental del trabajo.

1.3.2. PANORAMICA CONCEPTUAL

Hasta hace poco tiempo, la escuela podía ocuparse de transmitir la información necesaria para poder incorporarse en la sociedad sin problemas y sin necesidad de adquirir una formación posterior. Los cambios en las formas y tipos de trabajos, la reducción del mismo, la amplitud del tiempo libre, el rápido avance de la ciencia y la técnica, y , en definitiva, la constante evolución de la sociedad actual ha generado una nueva concepción del espacio formativo.

En este sentido, se han realizado algunas propuestas para sectorializar el universo educativo. Una de ellas es la que consiste en distinguir entre la educación formal, no formal e informal¹.

En términos generales se considera que la educación formal hace referencia a la educación realizada dentro del sistema reglado. La educación no formal se caracteriza por ser metódica e intencionada, al igual que la educación formal, pero la diferencia fundamental entre ambas es que aquellas se produce fuera del ámbito institucional reglado. Y, por último, la educación informal es aquella que se produce a través de procesos no específicos y, a veces, no intencionados.

¹ Estos conceptos han sido ampliamente tratados en la obras de TRILLA, J : *La educación informal*, P.P.U., Barcelona, 1986 y *La educación fuera de la escuela*, Planeta, Barcelona, 1985. Por este motivo no insistiremos aquí en la caracterización de estos ámbitos.

Un hecho que parece ser evidente es que a mayor complejidad social, aparece una mayor formalización educativa. No es posible adquirir informalmente todos los aprendizajes que necesitamos para desenvolvemos en la sociedad actual, por ello la necesidad de procesos formativos se hace cada vez más patente. La diferencia entre los modelos sociales actuales y los precedentes estriba en que este proceso de formación no se realiza única y exclusivamente en el ámbito escolar. En este sentido, el sector de la educación no formal es cada vez más elevado.

Los factores que han contribuido al desarrollo de este ámbito educativo son muy diversos. De entre ellos podemos destacar:

1. El factor económico.

Existe un hecho importante a tener en consideración y que se encuentra relacionado con aspectos mencionados con anterioridad. Durante los años 60, los gobiernos de la mayor parte de naciones industrializadas realizaron fuertes inversiones en la educación reglada con la finalidad de formar ciudadanos capaces de integrarse mediante su trabajo en la sociedad ayudando al desarrollo de ésta. A medida que la sociedad se fue haciendo más compleja, los sistemas educativos formales han ido respondiendo peor a las necesidades y demandas sociales. La consecuencia directa de este hecho es la aparición de nuevos sistemas formativos para optimizar la rentabilidad de las inversiones. Este incremento de tareas educativas se efectúa en el sector educativo no formal.

Es de preveer que el factor económico seguirá potenciando este sector ya que es mucho más flexible a los cambios y puede ir variando en función de las demandas sociales.

2. Transformación de la vida familiar.

La familia, junto a la institución escolar, ha sido durante los dos últimos siglos, la institución fundamental en la formación y educación de la persona.

La vida del niño se veía repartida entre el tiempo escolar y el familiar. Las transformaciones de los sistemas familiares actuales han hecho variar este hecho. Así han ido apareciendo una serie de medios e instituciones que han ido asumiendo funciones educativas y de custodia antes realizadas excusivamente por la familia. Tal es el caso de las guarderías, centros infantiles de ocio, ludotecas, colonias de vacaciones, etc.

3. El desarrollo de las nuevas tecnologías.

A través de los medios de comunicación se generan gran cantidad de aprendizajes, se transmiten valores, actitudes, intereses, etc. En general, todos estos medios que hasta el momento no han sido utilizados con una intencionalidad educativa, se están incorporando tanto al ámbito educativo formal como al no formal. Y ello se hace necesario ya que la persona necesita una formación que le permita el manejo de dichos medios a través de un uso apropiado de la información recibida o construida.

1.3.3. LAS BARRERAS DEL UNIVERSO EDUCATIVO ANTE EL DESARROLLO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS.

Las demarcaciones estrictas entre lo formal, no formal e informal no siempre resultan claras. Los conceptos que se manejan resultan a veces de difícil precisión. Además, los diversos avances socioculturales producen cambios en la demarcación. A continuación, se tratará de establecer esta movilidad teniendo en cuenta la aparición de las nuevas tecnologías informáticas y comunicativas.

Los medios de transmisión de información que mayor alcance social poseen en la actualidad, se desarrollan a través de tres vías diferentes : los medios de comunicación de masas, la informática y la telemática.

Todos estos medios presentan una característica común: se introdujeron en el sistema social sin una finalidad propiamente educativa pero han sido tomados por la pedagogía para darle una utilización intencional.

1.3.3.1. Los medios de comunicación.

Los medio de comunicación (radio, televisión, prensa,...) se originan como elementos de transmisión de información y comunicación dirigidos a grandes masas de población. No poseían , por tanto, una finalidad educativa. Sin embargo, pronto se adaptan al ámbito educativo tanto formal como no formal y adquieren dimensiones didácticas. De este modo, aparece la radio y la televisión

educativa desarrollando programas de apoyo a la enseñanza escolar, enseñanza a distancia, educación de adultos, reciclajes profesionales, etc.

Algo parecido sucede con el video. Este medio, de utilización bastante sencilla, tiene la ventaja de posibilitar el uso bidireccional. En la escuela ha sido utilizado tanto como un instrumento de expresión, creación e investigación de los propios alumnos como un elemento de transmisión de información.

Su incorporación alcanza también niveles no formales mediante la educación a distancia, museos, parques, etc.

El teléfono también ha tenido alguna incidencia aunque fundamentalmente, a nivel no formal para usos muy diversos como tutorías telefónicas, teleenseñanza (clases directas profesor-alumnos vía telefónica), etc.

1.1.3.2. Los sistemas informáticos

La introducción de la informática en la sociedad se caracteriza por : la introducción , en un primer momento, de grandes sistemas computacionales y, más adelante, la aparición de los ordenadores personales.

Los primeros, como ya se ha señalado anteriormente, se introducen en grandes empresas, bancos, comercios, etc. y no poseen implicaciones pedagógicas específicas. Sin embargo, con la aparición de los ordenadores personales comienzan a surgir iniciativas de uso intencional del medio. Los usos educativos son muy variados tanto en

lo que hace referencia a la educación formal como no formal e incluso en la educación informal. Esta última, se realiza fundamentalmente en los hogares pero es en este momento de gran importancia. Así por ejemplo, en E.E.U.U. entre 5 y 7 millones de hogares tienen ordenadores personales, mientras que el número total de escuelas con ordenador es de 320.002. Por tanto, la influencia del ordenador sobre los niños es mucho mayor fuera del marco escolar que dentro del mismo. Aunque ésta no suele ser intencional, la realidad es que ejerce una repercusión importante en los conocimientos y aprendizajes adquiridos por los niños. Los propios norteamericanos han denominado *Eductainment*³ a la estimulación fuera de la escuela del aprendizaje mediante programas de ordenador.

1.1.3.3. La Telemática.

La telemática, entendida como la combinación de los medios anteriormente citados, posee una gran importancia y potencialidad tanto en procesos educativos formales como no formales. Así, es posible realizar teleconferencias, informes a través de correo electrónico, intercambio de programas de ordenadores, crear bancos de datos, etc.

1.1.3.4. A modo de conclusión.

El hecho señalado en un principio, es decir, la introducción inicial de estos medios en la sociedad y su posterior incorporación en el sector educativo nos lleva a analizar el desfase y

² MOLNAR, A.H-DERINGER, D.K: " Eductainment: How to laugh and learn" en *I. E. E. Spectrum*, Nº 6, vol 21, Junio 1984, p. 144

³ *Ibidem* , p. 145.

el desequilibrio que habitualmente presenta la institución formal en relación a la sociedad. Este desequilibrio se produce a través de diversos aspectos:

1. Hay, en un primer momento, una serie de medios de información que producen una gran atracción (por su novedad, potencia,etc) sobre el público. Se encuentran a menudo apoyados por el afán consumista, introduciéndose en el hogar. Se produce entonces un fenómeno de educación informal.

2. Poco a poco se estudian las posibilidades que el medio ofrece para ser utilizado de forma intencional. Habitualmente, se comienza a usar fuera de la escuela. Pasa un largo período de tiempo hasta que se introduce la innovación y mientras se producen dos hechos : a) un desequilibrio entre la escuela y el medio social y b) en consecuencia, se crítica la funcionalidad y eficacia de la institución escolar. La escuela entra en crisis pues no parece preparar efectivamente para la realidad tecnológica actual ni, mucho menos, para la futura.

3. El diálogo entre la oferta y la demanda en materia de tecnología educativa no está fundada sobre las mismas bases para cada uno de los protagonistas. Los promotores de la oferta se ocupan de las necesidades socioeconómicas sin realizar ningún tipo de proyecto pedagógico. La oferta educativa se sitúa fuera del medio escolar.

4. La escuela no puede determinar su política en materia tecnológica más que en relación a lo que sucede fuera de ella⁴.

En definitiva, a la institución escolar se le pide que este ligada a la realidad social. No obstante, se debe tener en cuenta que la primera es más rígida e inmutable, mientras que la segunda es flexible, cambiante, consumista, con lo cual es difícil conseguir que no se produzca un desfase entre ambas.

⁴ La introducción de la tecnología computacional en la escuela, como veremos en la segunda parte del trabajo, pasa también por estas fases. En un principio el niño comienza a utilizar el ordenador en su casa, aprende a jugar, empieza a realizar pequeños programas en lenguajes como el BASIC o el LOGO. Posteriormente, los padres demandan a los centros escolares que éstos se ocupen de dar a la informática un carácter formativo. Las escuelas, en general, carecen de medios económicos suficientes así como de profesores preparados en la temática. La informática se introduce como actividad fuera del horario escolar. Finalmente, comienzan a surgir planes a nivel gubernamental, autonómico, etc donde se pretende, a medio plazo, introducir la informática como una herramienta más de trabajo en la escuela. El cumplimiento de esta última fase es siempre muy largo y probablemente cuando las escuelas actuales estén dotadas de ordenadores y los niños hayan aprendido a programar nada de todo esto tenga sentido.

1.4.

LA EDUCACION BASICA.

1.4.1. Demarcación del término.

1.4.2. Adecuación de la educación básica:

1.4.2.1. Al sistema social.

1.4.2.2. Al desarrollo del saber

1.4.2.3. A la formación de la persona.

1.4.3. Introducción de las nuevas tecnologías de

la información en la educación básica.

1.4.1. DEMARCAACION DEL TERMINO

En este contexto, denominaremos educación básica al período de tiempo en que todas las personas deben permanecer obligatoriamente en la institución escolar, con el objeto de recibir una formación común y que es considerada imprescindible para que la persona pueda desenvolverse en la sociedad en que debe vivir.

Para referirse a este espacio de tiempo se han utilizado también otros términos tales como enseñanza básica, instrucción básica, formación o cultura general, enseñanza elemental, enseñanza primaria, etc. No obstante, creemos que el término "educación básica" es el más pertinente en cuanto a que expresa mejor el objetivo general perseguido. Es decir, por un lado, durante este período se busca que la persona adquiera una educación que incida tanto en aspectos de índole instructiva como formativa, y por otro lado, se pretende transmitir una serie de contenidos específicos que se consideran necesarios para que la persona pueda integrarse en la sociedad. En definitiva, la educación básica implica la noción sociopedagógica expresada en la definición de Comenio¹ de una educación igual para todos tanto en contenido como en extensión. Es precisamente este autor el que expresó la idea de lo que debía ser una educación básica : igual, universal y para todos.

¹ COMENIO, J.A: *Didáctica Magna*, Instituto Editorial Reus, Madrid, 1971.

El período de obligatoriedad ha ido variando progresivamente; en general ha ido alargándose alcanzando en este momento en la mayoría de los países edades comprendidas entre 4 y 6 años hasta los 14 o 16.

La educación básica, tal y como ha sido definida en el presente capítulo, incide en aspectos de índole sociopolítico, económico y pedagógico sobre las que debe fundamentarse.

Desde el punto de vista sociopolítico, la educación básica supone que ésta no puede ser excluyente, es decir, ha de ser obligatoria para todos para poder garantizar una formación suficiente. Por consiguiente, se fundamenta en el derecho de poder acceder a los grados básicos de cultura.

Otra de las características fundamentales es la económica. Si a la educación básica se le dió un fuerte impulso durante la década de los sesenta es, básicamente, porque los economistas llegaron a constatar que la educación era una empresa rentable. Y lo era, en tanto en cuanto, las inversiones se distribuyeran y organizaran equilibradamente. Es pues, la economía un factor importante en la orientación que la educación básica tendrá en los diversos sistemas políticos.

Desde el plano educativo, la educación básica supone que durante un período limitado de tiempo, la persona deberá recibir una formación en la que se le ayude no sólo a desenvolverse como persona sino a ocupar un puesto en la sociedad.

A medida que la sociedad se ha vuelto más compleja , la educación básica ha ido evolucionando no sólo incrementando los años de duración sino también sus contenidos, ello ha llevado a un alargamiento progresivo del período de escolaridad obligatorio y a un incremento de contenidos, técnicas y aprendizajes a enseñar.

La escuela es para la persona uno de los filtros a través de los que recibe aquellas pautas fundamentales del sistema social. Pero , al mismo tiempo, la escuela se ocupa también del desarrollo de la persona. En definitiva, la educación básica deberá adecuarse a :

- el sistema social
- el desarrollo del saber
- la persona

1.4.2. ADECUACION DE LA EDUCACION BASICA:

1.4.2.1. Al sistema social.

Adecuar la educación básica al tiempo supone adecuarla a la sociedad en que se encuentra integrada. Las relaciones entre la educación básica y la sociedad exigen plantearse una serie de aspectos:

1. Para adecuarla a la sociedad no basta con que se considere a la educación básica como un fenómeno individual sino que es necesario que se tenga en cuenta también como fenómeno social.

2. La educación básica debe estudiarse como uno de los terminales del desarrollo económico de una sociedad.

3. La educación básica debe formularse como uno de los factores que inciden en el desenvolvimiento social de una comunidad.

Como fenómeno social, este tipo de educación no se da en el individuo, en el tiempo y en el espacio, como un hecho aislado sino que se inserta plenamente en el ámbito social.

Planificar la educación básica supondrá disponer de los elementos del sistema de tal forma que mediante interacciones constantes, se extraiga de la educación todo el fruto posible tanto para el individuo como para la sociedad. Desde el punto de vista social, este tipo de educación puede considerarse como una actividad global, organizadora y ordenadora del cuerpo social que repercutirá en

beneficio del individuo y de la sociedad en general. Así pues, la educación básica bien planteada optimizará el desarrollo personal y social.

Adecuar la educación básica a la sociedad significa, por otra parte, adecuarla al desarrollo económico y al desenvolvimiento social de la misma, contribuyendo a la integración social del individuo.

Si la educación básica incide en el desarrollo económico, el nivel de vida puede aumentar. Ambos aspectos van estrechamente ligados, y un plan de educación deberá, por tanto, considerar armónica y conjuntamente lo económico y lo social.

Dos son las formas principales como la educación básica se relaciona con el desarrollo económico. Por una parte, tanto por influencia directa sobre el nivel de vida como por su influencia en la eficacia de la producción y en el factor organización, y por otra parte, como condicionadora del desarrollo de la economía.

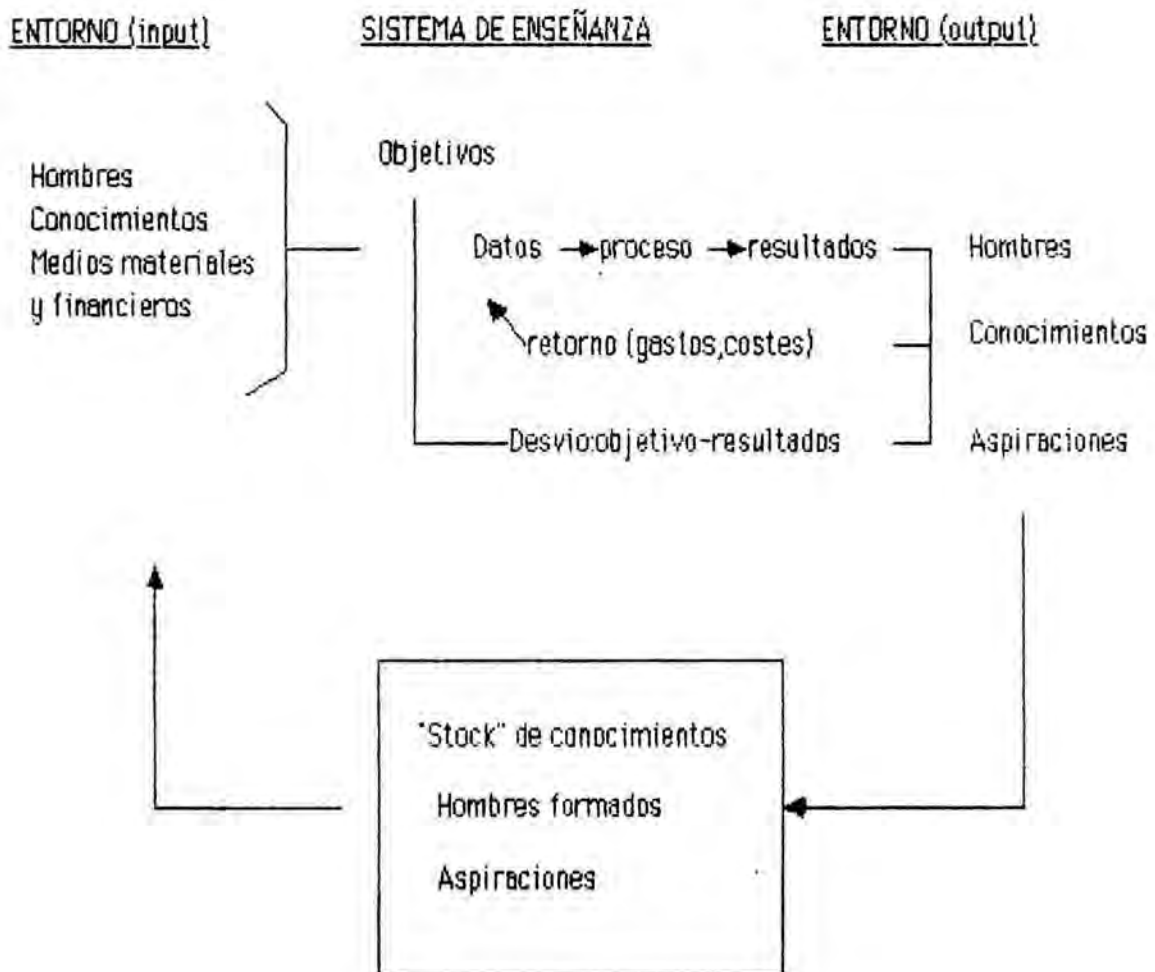
Si bien la planificación de la educación básica no debe contemplar únicamente los factores económicos, en general es posible afirmar que ²:

a. La educación es fuente de una mayor productividad.

b. La educación es fuente de capitalización. Es decir, a mayor productividad, mayor renta nacional; a mayor nivel técnico y de

² PAGE, R : *La economía de la educación*, Narcea, Madrid, 1980, p. 110

organización general, mayor capitalización. El proceso de adecuación al sistema social Page lo resume a través del siguiente esquema³:



En definitiva, la economía repercute directamente sobre el sistema educativo, tanto si se considera bajo el punto de vista del nivel de vida familiar, como del nacional en el sentido de las posibilidades estatales de inversión en educación.

³ *Ibíd.*, p. 112

Como ya se ha mencionado anteriormente, a mayor exigencia de especialización reclamada por la sociedad, mayor necesidad de formación. De esta manera, el problema de las reconversiones tecnológicas exige que la educación básica se prolongue. Pero, sin un nivel de base, sin una cantidad de conocimientos mínimos, las personas no podrían asimilar la complejidad de la sociedad tecnológica.

1.4.2.2. Al desarrollo del saber.

La cultura, los conocimientos, el saber son fundamentalmente históricos y sociales. Determinar la cantidad de educación para todos, fijar el límite del saber básico y los saberes opcionales, estructurar el contenido cultural, determinar lo permanente, lo histórico, incluso lo técnico y lo humanístico es realmente una tarea compleja.

A nivel general, consideramos que el contenido de la educación básica más que como cantidad en un modo esencialmente formal, debe entenderse como capacidad para responder sin dificultad a las solicitudes de un determinado ambiente. Se ha de dotar al individuo de aquellos recursos que precisa para la adaptación y constante reequilibración de sus mecanismos y estructuras cognitivas, motoras, afectivas y volitivas. Por ello, quizá los campos de actuación más relevantes sobre el contenido de la educación básica deberían centrarse en :

1. La profundización en la enseñanza de conocimientos que se consideren fundamentales. Es decir, que sean útiles a todos cualquiera que sea su situación personal.

2. Incidir sobre las técnicas y métodos de trabajo individual y grupal.

3. Y por último, establecer la máxima ligazón entre la enseñanza y las vivencias personales.

1.4.2.3. A la formación de la persona.

Hasta el momento hemos reflexionado sobre las necesidades de tipo sociocultural que inciden en la educación básica. Más allá de esta perspectiva socializante existe un aspecto muy importante que hasta el momento no ha sido mencionado : la persona como sujeto del proceso educativo.

En la relación establecida entre la persona y su medio se establece una interacción constante entre ambos. El sujeto poseedor de unas características propias se enfrenta a un medio que le produce unas perturbaciones constantes, rompiendo su equilibrio. La educación ayudará a la persona en la consecución de éste permitiéndole una optimización del propio sujeto. En este sentido, la educación básica tiene una importante misión, que es precisamente la de ayudar a la persona a consolidar todas aquellas destrezas y capacidades necesarias para su constante readaptación al medio.

Así pues, teniendo en cuenta la mayor complejidad informativa del medio actual, la persona se ve sometida a un

constante bombardeo de mensajes sonoros, verbales, icónicos, combinaciones de éstos, El individuo debe ser capaz de codificarlos correctamente para poder establecer respuestas apropiadas. Además de este hecho, existe un elevado número de variables personales: condiciones de vida, sexo, historia personal, contexto familiar, social, etc que han de tomarse en consideración.

No podemos establecer una educación básica bajo unos presupuestos globales e igualitarios sin tener en cuenta a la persona.

En definitiva, debemos adaptar la educación no tan sólo a las necesidades socioculturales sino también al desarrollo de la propia persona. Ambos elementos sin duda están íntimamente relacionados, pero es necesario reflexionar sobre este último aspecto ya que a menudo imperan en el medio unos supuestos, en nuestra opinión, excesivamente sociologistas. El propio tema que nos ocupa, la introducción de las nuevas tecnologías en la escuela, se ve frecuentemente enmarcado bajo una fuerte carga socializadora y socializante sin establecer un análisis serio de las implicaciones personales del proceso de utilización de dichos medios. En este sentido, se puede afirmar que *"la escuela debería compensar las deficiencias de un aprendizaje basado en la demanda que la vida cotidiana supone. El aprendizaje escolar debería orientarse pues no sólo a aquella que reclama el medio, sino también a aquella que precise la persona para que su desarrollo sea integral, armónico y optimizante en sus*

diferentes dimensiones cualificativas, adaptativas, proyectivas e introyectivas ⁴

⁴ MARTINEZ MARTIN, M : " Reflexiones sobre la escuela en un medio hipertecnológico e hipercomunicativo", en AGUARRELES, M.A-MARTINEZ, M-N.VIVES: *Renovación pedagógica y nuevas tecnologías*, P.P.U., Barcelona, 1985, pp. 150-151.

1.4.3. LA INTRODUCCION DE LAS NUEVAS TECNOLOGIAS EN LA EDUCACION BASICA.

El desarrollo tecnológico, como ya se ha visto, incide en la sociedad en general repercutiendo tanto en el terreno político, laboral y cultural como en la persona. Esta debe readaptarse a los nuevos modos de vida a través de nuevos aprendizajes, destrezas, conocimientos, etc.

La aparición de los nuevos medios incide en un primer momento sobre el sistema social, para, en la mayoría de los casos, ser integrados después por la pedagogía. El uso intencional de las nuevas tecnologías no se centra tan sólo en el medio institucional sino que alcanza también a ámbitos educativos no formales.

La escuela es criticada desde muy diversos contextos. En términos generales, su falta de ajuste al momento en que esta viviendo es el criterio más frecuente de rechazo. Los medios educativos no formales, en cierto sentido, intentan paliar este desajuste. Pero no por ello la escuela ha dejado de tener una función propia y en este momento todavía no ha quedado suplida por ningún otro sistema educacional.

No obstante, para que la escuela siga viva es evidente que algo debe cambiar en ella. En este sentido, la institución escolar en general, y la educación básica en particular, deben intentar ajustarse tanto a las dimensiones socioculturales como individuales. Sólo de

esta forma, la educación podrá proporcionar a la persona un desarrollo integral y le permitirá llevar una vida ajustada y equilibrada con el medio.

En definitiva, el desarrollo de las nuevas tecnologías ha afectado al sistema social en general y a la escuela en tanto que es parte integrante de éste. Por ello, necesita ajustarse para cumplir una función óptima. Dentro del medio escolar se está formando a personas, y éstas no tan sólo necesitan desarrollar nuevos conocimientos que les permitan ajustarse a un determinado medio, sino que han de potenciar y sustentar el crecimiento equilibrado de las dimensiones personales.

Para conseguir la eficacia del sistema educativo necesitamos conocer claramente la situación en que nos encontramos, los objetivos que perseguimos y bajo que medio podremos alcanzarlos.

En cuanto al análisis de la situación actual o punto de partida, no nos extenderemos en este apartado ya que ha sido el objeto de estudio de los capítulos previos.

En lo que se refiere a la meta que se desea alcanzar, intentaremos a continuación desarrollar una breve visión prospectiva.

Los conocimientos básicos a transmitir son cada vez más difíciles de precisar y más numerosos. Gracias a las nuevas tecnologías, la escuela puede compartir el peso de la transmisión de estos conocimientos con otras vías de emisión de información y, por tanto, puede y debe dedicarse a tareas formativas que no se centren

tanto en la transmisión de conocimientos concretos como en el desarrollo de una serie de capacidades que pueden ser facilitadas. Estas pueden dirigirse hacia la adquisición de competencias tales como la capacidad de ⁵: comunicarse, adaptarse, manejar complejidades, emprender empresas, usar el tiempo libre, ejercitarse para contribuir a la sociedad de forma creativa, trabajar en cooperación con otras personas, ser tolerante, etc.

Además de esta serie de capacidades , el sistema escolar puede abastecer al desarrollo social de sus alumnos preveyendo , entre otras cosas, " *un amplio rango de experiencias que puedan ser desarrolladas en casa, la oportunidad de impulsar un ambiente adecuadamente estructurado, un armazón para aprender a vivir en una sociedad pluralista, la interacción entre alumnos para la búsqueda de colaboración, etc* ⁶

En general, desde la progresiva complejidad social se prevé una extensión del sistema escolar de tal manera que :

1. Empiece la asistencia a la escuela hacia los tres años, estableciéndose la , hoy llamada, educación preescolar de los tres a los cinco años.

2. La educación básica obligatoria alcance el período comprendido entre los 6 a los 14 años. Este período se dividiría en una primera fase de carácter fundamental con un sistema común de materias para todos los niños .

⁵ U.V.A.A. *Education 2000*, Op.Cit. p. 40

⁶ *Ibidem*, pp. 46-47

3. En un último período , comprendido entre los 14 y los 16 años, la escuela sería también obligatoria pero se desarrollaría un curriculum con mayores opciones personales.⁷

En general, pensamos que los objetivos de toda la educación básica deben estar centrados en el desarrollo de una serie de estrategias que se hacen imprescindibles en la sociedad de la información :

a. Estrategias de comunicación (lectura, escritura, discurso oral,etc.)

b. Estrategias y conceptos asociados con la investigación, la interrogación y el desarrollo de juicios críticos.

c. El dominio de conceptos básicos.

d. Estrategias y conocimientos asociados con la adopción de responsabilidades de problemas cotidianos.

e. Desarrollo del pensamiento analítico.

Después de la educación básica, se prevén también ópciones más numerosas y variadas que las existentes en la actualidad, incidiendo más en la preparación para el desarrollo de una determinada profesión.

Hasta el momento se ha intentado establecer la situación en que nos hallamos y hacia donde parece más conveniente dirigirse,

⁷ Puede observarse que las indicaciones dadas en este informe se hacen patente en el proyecto de reforma del sistema educativo del estado español.

pero todavía no hemos tratado de establecer los medios para alcanzar estos objetivos.

En este sentido, cabe destacar que tal es el objetivo fundamental de este trabajo. A través de la aparición de las nuevas tecnologías en general, y de la informática en particular, en el campo educativo se abren numerosas vías de utilización que cubren fines y objetivos muy diversos. Algunas de estas aplicaciones hacen especial hincapié en el desarrollo de nuevas estrategias que incidirán en procesos de aprendizaje y, por tanto, entran dentro de una dimensión personal, mientras que otras, se ocupan más específicamente de cubrir la función más tradicional de la educación básica, es decir, la transmisión de conocimientos.

**C. TERCERA APROXIMACION:
LA UTILIZACION DEL ORDENADOR
EN LA EDUCACION BASICA**

1.5.

**EVOLUCION DEL USO DEL ORDENADOR
EN LA EDUCACION BASICA**

1.5.1. Introducción.

**1.5.2. Fases del uso del ordenador con
intencionalidad educativa:**

**1.5.2.1. Primera fase: los modelos clásicos.
(1950-1960)**

**1.5.2.2. Segunda fase: búsqueda de modelos
más abiertos. (1960-1970)**

**1.5.2.3. Tercera fase: énfasis en los
modelos de aprendizaje por
descubrimiento (1970-1980)**

**1.5.2.4. Cuarta fase: Modelos basados en
sistemas expertos (1980-1990)**

1.5.1. INTRODUCCION.

Las primeras funciones atribuidas a los ordenadores estaban lejos de poseer el calificativo de "educativas". El ordenador, concebido en un principio para ser usado principalmente como herramienta de cálculo, se encontraba alejado de las tareas cotidianas. No obstante, cabe destacar que las primeras utilidades del ordenador en el campo educativo son bastantes tempranas, lo que pone en evidencia la temprana visión de los investigadores en torno a las aportaciones que estas máquinas podrían conferir en este terreno.

El objetivo fundamental de este capítulo es ofrecer una breve descripción de la evolución que ha ido caracterizando la utilización del ordenador en la enseñanza.

Realizar una descripción exacta, desde el punto de vista histórico, supone alguna complejidad dada la carencia de textos aglutinadores de las investigaciones realizadas desde los años 50 hasta la actualidad. Además de la escasez de material bibliográfico sobre el tema, la mayor parte de las referencias se centran en la evolución de la tecnología computacional en relación a la sociedad norteamericana careciendo de datos sobre otros países importantes también en el desarrollo tecnológico.

Algunos autores¹ se han decantado por describir la evolución histórica descartando el método cronológico y centrándose en el estudio de las formas de utilización del ordenador en la enseñanza. De esta manera, analizan el paso de procedimientos rígidos en la utilización del ordenador a orientaciones más abiertas. No obstante, siendo este un tema que se tratará más adelante, y teniendo ahora un mayor interés por ofrecer una visión cronológica, nos centraremos en la descripción de las etapas señaladas en el siguiente esquema ² :

¹ Me estoy refiriendo de forma especial a la sistematización realizada por T. O'SHEA y J. SELF, J en la obra : *Learning and teaching with computers. Artificial Intelligence in Education*, Harvester Press, London, 1984. (traducida al castellano, *Enseñanza y Aprendizaje con ordenadores*, Anaya, Madrid, 1985) En ella se realiza una clasificación de la evolución de la utilización del ordenador en la enseñanza desde posiciones cerradas hasta posturas mucho más abiertas que permitan una mayor adaptabilidad y libertad al usuario.

² El esquema aquí presentado, no es una aportación original sino una adaptación de las categorías señaladas por T. O'shea y J. Self, en la obra anteriormente mencionada, a la evolución cronológica. No puedo negar que dicha clasificación me pareció desde un primer momento de gran interés y acierto por lo que no he rehusado su influencia a la hora de la realización de este esquema. Así mismo, se ha utilizado también para la confección de esta clasificación el trabajo de PAGLIANO, L.A: "The history and development of CAI. 1916-1981, an overview", *Alberta Journal of Educational Research*, Nº 29, March, 1983. pp. 75-84.

FASE	SITUACION GENERAL	ENFOQUE	CARACTERISTICAS
1950-1960	MODELOS CLASICOS DE E.A.O. Y PRIMEROS DESARROLLOS DE SOFTWARE EDUCATIVO	PROGRAMAS LINEALES PROGRAMAS RAMIFICADOS PROYECTO TICIT PROYECTO PLATO	APLICACION TEORIA DE SKINNER UTILIZACION DE LA RETROALIMENTACION SISTEMAS MULTITERMINALES
1960-1970	BUSQUEDA DE MODELOS MAS ABIERTOS	MODELOS GENERATIVOS MODELOS MATEMATICOS	USO DEL ORDENADOR PARA TAREAS DE PRACTICA Y EJERCITACION USO DE TEORIAS DEL APRENDIZAJE BASADAS EN MODELOS MATEMATICOS
1970-1980	ENFASIS EN MODELOS DE APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO	SIMULACION JUEGOS RESOLUCION DE PROBLEMAS	EL ORDENADOR COMO LABORATORIO DE EXPERIENCIAS UTILIZACION DE LA MOTIVACION EL ORDENADOR COMO MEDIO DE EXPERIMENTACION
1980-1990	ENFASIS EN MODELOS ABIERTOS BASADOS EN SISTEMAS EXPERTOS	RESOLUCION DE PROBLEMAS CON LENGUAJES DE I.A. SISTEMAS DE DIALOGO	LISP, PROLOG... REALIZACION DE SISTEMAS EXPERTOS

1.5.2. FASES DEL USO DEL ORDENADOR CON INTENCIONALIDAD EDUCATIVA

1.5.2.1. 1ª Fase: los modelos clásicos (1950-1960)

Las primeras utilizaciones del ordenador en la enseñanza se caracterizaron por la búsqueda de modelos de software que cumplieran la función tradicional del profesor : la transmisión de conocimientos . De esta forma, la mayoría de las aplicaciones durante estos años se encuentran relacionados con la utilización tutorial del ordenador.

Otro aspecto importante en este período es el empeño de algunas empresas y Universidades americanas por desarrollar software educativo . De entre estos destacan de forma especial los proyectos PLATO y TICCIT que han tenido importantes repercusiones en el ambito educativo por constituir los primeros programas de desarrollo de software e investigación de la aplicación del ordenador a la enseñanza.

En definitiva, durante esta década aparecen cuatro tipos de enfoques que permiten comprender las primeras aproximaciones desarrolladas durante los inicios; aproximaciones que además siguen estando presentes en la actualidad :

1. Los programas lineales.

Los primeros programas desarrollados estaban basados en las teorías de la utilización de la enseñanza programada y, muy especialmente, en el funcionamiento básico de la máquina de enseñar diseñada por B.F.Skinner.

El modelo teórico base parte de la consideración del condicionamiento operante como el mejor método instructivo. Así, la enseñanza se convierte en la organización de contingencias de refuerzo, siendo éste último elemento el que ha de ser utilizado para conseguir el comportamiento esperado.

Los programas lineales son de fácil composición ya que están basados en el modelo de transmisión de información sin interacción. Así, el material es presentado por el ordenador con el objetivo de dirigir al alumno hacia la conducta deseada. El alumno introduce alguna respuesta y es informado inmediatamente de la adecuación o inadecuación de ésta. A continuación, el ordenador presenta la siguiente parte del programa sin que la secuencia seguida para ello este determinada por la respuesta del alumno. Es el programador del software quien determina las secuencias.

La pobreza de la programación lineal es tan manifiesta que, aunque muy utilizada a principios de la década de los sesenta, en la actualidad son escasos los programas elaborados con esta técnica.

2. Programas ramificados.

En los programas lineales, como ya hemos señalado, no hay una comunicación bidireccional entre usuario y ordenador. Esta deficiencia es la que quiso salvar Crowder mediante la creación de los programas ramificados. Este autor consideró que el problema fundamental consistía en el control del proceso de comunicación mediante el uso de la retroalimentación. Así, en este tipo de software, las estructuras de los programas tienden a ser unidades más amplias, ya que el autor no trata de garantizar la correcta respuesta del programa. Una vez contestada una pregunta, el alumno recibe comentarios sobre su respuesta y, o bien repite la misma unidad, o bien pasa a la siguiente dentro de la secuencia de estructuras predeterminada. Es así como el programa presenta una mayor adaptabilidad a las necesidades del alumno, si bien ésta es aún pequeña ya que la siguiente acción del programa se encuentra determinada de forma exacta por la respuesta dada por el alumno.

En general, la posición de los programas lineales y ramificados enfatiza la importancia de la presentación sistemática de los contenidos, tratándo al alumno como *tabula rasa*. Se fijan más en la eficacia de la instrucción que en la cualidad del aprendizaje, ya que para este tipo de aplicaciones el concepto de aprendizaje viene a ser un sinónimo de adquisición de conocimientos.

3. Proyecto TICCIT.

Hacia finales de los años 50 , la National Science Foundation of America (NSF) decidió, invertir 10 millones de dolares a lo largo de cinco años en dos experimentos de E.A.D. : los proyecto TICCIT y PLATO. Estos dos proyectos definen dos enfoques distintos de la E.A.D.

La dirección del proyecto TICCIT (Time-Share Interactive Computer Controlled Information Television) fue llevada a cabo por "MITRE Corporation" y la Universidad de Texas que había trabajado en el desarrollo de sistemas de televisión por cable. El objetivo fundamental de MITRE fue el desarrollo y diseño de hardware y software para la impartición de la E.A.D. La finalidad del proyecto consistía en demostrar que la E.A.D. podía proporcionar una mejor enseñanza a un menor coste que la enseñanza por métodos tradicionales.

El material era producido por un equipo que reunía a psicólogos de la educación, a expertos en la materia , a técnicos en diseño educativo, a técnicos en evaluación y a especialistas en programación. Por consiguiente, el material desarrollado era fruto del trabajo de un equipo interdisciplinar.

La evaluación final de proyecto TICCIT no ha sido publicada en su forma definitiva. Aunque parece que fue una

experiencia muy valiosa especialmente en áreas de matemáticas y lenguaje.

Desde 1975, TICCIT ha sido comercializada por Hazeltine Corporation y es utilizada en numerosos programas de entrenamientos militares norteamericanos.

4. Sistema PLATO.

El segundo de los proyectos financiados por la NSF estaba basado en el denominado proyecto PLATO (Programmed Logic for Automatic Teaching Operation). Este proyecto fue dirigido por Donald Bitzer de la Universidad de Illinois y tenía como objetivos fundamentales ³:

- Demostrar la viabilidad técnica de una red de educación basada en el ordenador verdaderamente nueva.

- Probar que el sistema es manejable, económicamente viable y capaz de estar al servicio de diversas instituciones de cualquier nivel educativo.

- Crear material curricular para el nuevo medio.

- Fomentar en los usuarios -profesores y alumnos-la aceptación de un nuevo medio diseñado para incrementar la eficacia y productividad del proceso de enseñanza.

³ O'SHEA, T-SELF, J: *Enseñanza y aprendizaje con ordenadores*, Op.Cit., p. 105.

El enfoque de PLATO es diferente al del proyecto TICCIT. Mientras que en éste se utilizaba un modesto sistema de ordenadores, los diseñadores de PLATO creían en redes muy extendidas de terminales y en lo más avanzado de la tecnología. La preparación del material de los cursos no exigía un modelo organizativo como en el caso de los equipos de producción de TICCIT. De este modo, el profesor podía usar el sistema cuando y como deseara y, elaborar el material según su conveniencia por ello, el material PLATO resulta de calidad muy variable.

El funcionamiento simultáneo de cientos de terminales gráficas a distancia variables del ordenador principal exigía una arquitectura del sistema complicada, pero altamente eficiente.

Los programas desarrollados por el sistema PLATO incluyen áreas muy diversas tales como la aritmética, la química, los idiomas, la biología, las matemáticas, etc. La evaluación de la eficacia de los programas no ha sido realizada de forma específica, aunque sí se realizaron algunos estudios sobre costos y sobre la eficacia de los programas en relación al tiempo, así como estudios sobre la motivación desarrollada en los educandos al utilizar estos sistemas.

1.5.2.2. Segunda fase: Búsqueda de modelos más abiertos.(1960-1970)

La característica fundamental de la segunda fase es la búsqueda de nuevos usos del ordenador en el campo educativo. Es esta

una época en que las teorías conductistas están en auge y por tanto la mayor parte de aplicaciones se encuentran basados en modelos de control de conducta . Buena prueba de ello lo constituyen los programas de práctica y ejercitación ("drill & practice") surgidos en estos años.

Pero además de los modelos conductistas, el empeño por encontrar teorías científicas, empíricamente comprobables, lleva también al desarrollo de teorías del aprendizaje que tienen por objetivo expresar el modelo de aprendizaje humano a través de modelos matemáticos. Así, durante esta década dominan fundamentalmente estos dos tipos de enfoques : los modelos generativos y los modelos matemáticos

1. Modelos generativos.

El objetivo fundamental de los modelos generativos por ordenador es facilitar la tarea de preparar material de enseñanza y crear situaciones de aprendizaje que permitan al alumno resolver problemas. El método exige realizar un programa de ordenador que genere un determinado problema, con sus soluciones y diagnóstico. Así el problema es presentado al alumno, este lo resuelve, se comparan las soluciones y si el problema es acertado generalmente aparece un segundo problema de un nivel de dificultad superior; y en caso contrario vuelve a presentarse el mismo problema hasta que este sea resuelto satisfactoriamente.

Las ventajas potenciales de los sistemas generativos son⁴:

- Proporcionar una fuente ilimitada de material de enseñanza.
- El espacio ocupado por el material de enseñanza es reducido.
- Pueden proporcionar tantos problemas como necesite el alumno para alcanzar determinado nivel de competencia.
- Pueden controlar el nivel de dificultad de los problemas de forma que el alumno se encuentre en todo momento con los problemas adecuados a sus necesidades.

La mayor parte de este tipo de modelos se centran en la resolución de operaciones aritméticas, siendo un tipo de material bastante habitual en la actualidad.

2. Modelos matemáticos.

Ciertas investigaciones intentan hacia finales de los años sesenta definir teorías exactas del aprendizaje que predijeran los efectos de actos de enseñanza alternativos, y crearan programas que utilizaran este tipo de teorías para elegir entre dichas alternativas.

Estos tipos de aprendizajes estaban expresados en notación matemática desarrollando así un modelo distinto en el que el aprendizaje está representado probabilística o estadísticamente, y

⁴ *Ibidem*, p. 80

que se enfrenta sobre todo a situaciones estereotipadas de aprendizaje.

Los pasos para la producción de este tipo de programas se definían por la concreción de un conjunto de actos de enseñanza, a continuación se definían los objetivos y los costes de cada acto llegando así a enmarcar el modelo de aprendizaje al que debía llegarse, en definitiva se establecían la conducta, los objetivos, los costes y los efectos del programa.

Hasta el momento esta clase de aplicaciones no ha tenido demasiadas repercusiones dada la dificultad de diseñar este tipo de software. De hecho, es cuestionable que el lenguaje matemático sea el más apropiado para expresar los procesos de aprendizaje.

1.5.2.3. Tercera fase: énfasis en los modelos de aprendizaje por descubrimiento.(1970-1980)

El desarrollo de las aplicaciones conferidas al ordenador en el ámbito educativo experimenta durante este período un importante crecimiento no presentándose una única línea de actuación. Se ha desarrollado durante esta década software para aplicaciones de gestión escolar, para aplicaciones tutoriales, de práctica y ejercitación, pero además gracias a la evolución de los ordenadores personales encontramos importantes y nuevas aplicaciones que concretaremos en la descripción de tres enfoques fundamentales :

1. Simulación asistida por ordenador.

Surge durante esta década una aplicación que es muy valorada en el terreno educativo : la utilización de los programas de simulación .

Este tipo de aplicaciones consiste en utilizar el ordenador como laboratorio donde pueden ser simulados aspectos dados en la realidad. La mayor parte de aplicaciones se han centrado en áreas científicas pero pueden utilizarse perfectamente en el campo de las ciencias sociales.

La complejidad en la creación de este tipo de software determina la escasez existente de estos programas en la actualidad.

A diferencia del resto de las aplicaciones descritas hasta el momento, con la introducción de los sistemas de simulación se confiere al alumno un papel más activo en el proceso de aprendizaje. Así, por ejemplo, éste puede responsabilizarse de la introducción de parámetros adecuados para la observación del modelo simulado.

2. Juegos.

A finales de los años setenta y junto con la aparición de los videojuegos, la utilización de los juegos como parte de la E.A.O ha sido valorada muy positivamente por la mayor parte de autores ⁵.

El juego no sólo se ha utilizado en sí mismo como un software distractivo, sino que un elevado número de programas instructivos han recogido el esquema básico de transmisión de información de los juegos y lo han utilizado para la transmisión de conocimientos, el desarrollo de estrategias, en modelos de práctica y ejercitación, etc. En definitiva, se trata de tomar los factores motivacionales presentes en los juegos añadiéndoles un contenido escolar.

3. Resolución de problemas.

Este enfoque está basado en la hipótesis de que el esfuerzo requerido al escribir un programa de ordenador ayuda al desarrollo de técnicas de resolución de problemas.

Difiere de la simulación en que la actividad del alumno, más que una parte específica del programa, se considera el aspecto fundamental. En la simulación se entrega un programa que ha de usar y

⁵ La mayor parte de autores que han tratado el tema de la enseñanza asistida por ordenador consideran a los juegos como parte del mismo. De forma muy especial en las obras de : BESTOUGEFF, H-FARGETTE, J.P : *Enseignement et ordinateur*, Cedic, Paris, 1982. BORK, A : *Personal computers for education*, Harper & Row, New York, 1985. BURKE, R.L : *CBI Sourcebook*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1982. LATHROP, A-GOODSON, B : *Courseware in the Classroom*, Addison-Wesley, Massachusetts, 1983.

que ha sido elaborado previamente por el programador, el alumno no puede introducir ningún tipo de modificación. La filosofía implícita en el modelo de resolución de problemas consiste en la creencia del "*aprender haciendo*" frente al "*aprender observando*" propio de la simulación.

El principal movimiento desarrollado a favor de este tipo de aplicación es el dirigido por S. Papert en el M.I.T durante los años setenta y que tuvo como resultado la creación del lenguaje LOGO. Lenguaje que intenta ser vehículo de experimentación y desarrollo de aprendizajes por parte del alumno.

1.5.2.4. Cuarta fase: modelos basados en sistemas expertos.(1980-1990)

Esta última fase, no concluida, se centra en la búsqueda de modalidades que permitan una interacción más abierta entre el alumno y el ordenador. La mayor parte de las expectativas se centran en la utilización de técnicas procedentes del campo de la inteligencia artificial así como del desarrollo de sistemas expertos. Así surgen dos tipos de enfoques fundamentales :

1. Resolución de problemas con lenguajes de inteligencia artificial.

La utilización del lenguaje LOGO sigue teniendo un importante lugar en el terreno educativo pero se espera que otros tipos de sistemas de inteligencia artificial tales como el POP-11, SOLO-LOGO, el lenguaje LISP, PROLOG, etc, puedan ser utilizados con finalidades similares a las que LOGO intenta desarrollar en la actualidad.

2. Sistemas de diálogo.

La mayor parte de los sistemas tutoriales actuales presentan diálogos basados en reglas muy estrictas. Generalmente, el ordenador realiza las preguntas y el alumno selecciona su

contestación de entre el conjunto de las opciones posibles que presenta el programa.

La mayor parte de las investigaciones actuales que intentan realizar modelos de E.A.O basados en la utilización de sistemas expertos intentan paliar este tipo de dificultad intrínseca en el software actual. Así, se pretende que en los diálogos con el ordenador :

- el alumno pueda expresarse en un lenguaje natural sin que deba limitarse a frases cortas, verbos en infinitivo, supresión de artículos,etc.

- Las preguntas , tanto del ordenador como del usuario, puedan ser realizadas en cualquier momento de la interacción sin que estas estén previamente programadas.

- Las preguntas y las respuestas puedan tardar un cierto tiempo para que éstas sean lo más correctas posibles.

Desde principios de los años setenta se vienen desarrollando programas con finalidades instructivas que intentan alcanzar este tipo de características . No obstante, todo ello se encuentra todavía en fase experimental no habiéndose comercializado aún este tipo de programas.

Hasta el momento, se ha tratado de caracterizar la evolución de las aplicaciones del ordenador en la enseñanza. Sin embargo, la exposición realizada se ha centrado más en el plano

teórico e investigacional. La evolución real de los usos del ordenador en la enseñanza es mucho más lenta que la señalada en el esquema presentado al principio del capítulo.

Definir dicha evolución es prácticamente imposible teniendo en cuenta que cada país occidental ha llevado un proceso diferente. Norteamérica es el único país que puedo escoger como modelo para contemplar esta evolución⁶.

En EEUU, parece ser que desde 1982 se ha observado un importante cambio en las actitudes de los profesores ante la introducción del ordenador en la escuela, siendo esta actitud cada vez más positiva. Lo mismo parece suceder con los padres de los alumnos por lo que es cada vez menos cuestionable la introducción del ordenador en las instituciones escolares. A pesar de ello, y del

⁶ Este tipo de información es prácticamente inexistente en los países europeos. La mayor parte de ellos están realizando más proyectos de investigación a través de iniciativas privadas que mediante planes gubernamentales. Este es el caso de Italia, Alemania, Inglaterra, Bélgica,.. Países donde se han desarrollado grupos de trabajo reducidos y de los cuales es difícil hallar información.

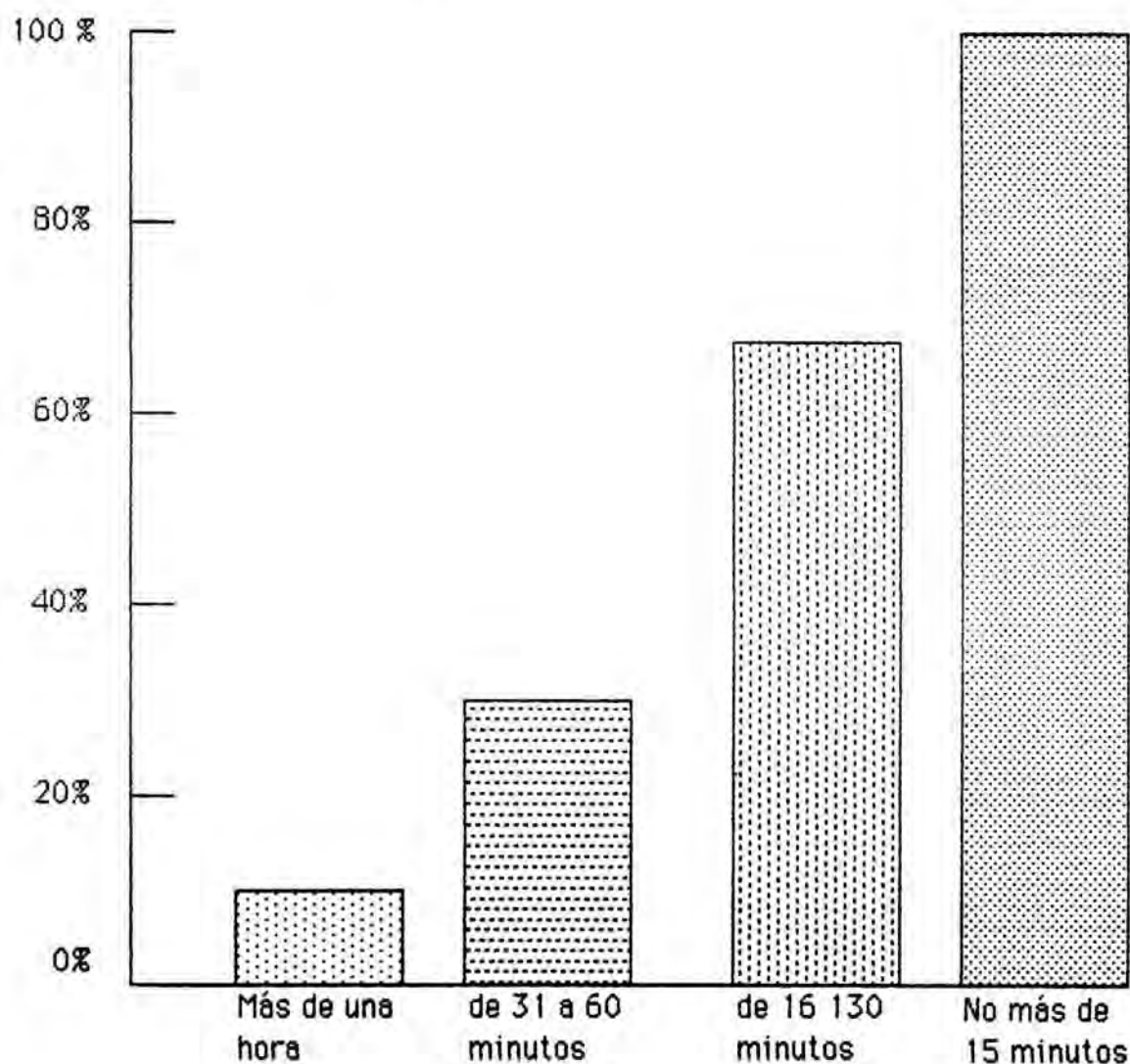
En el caso de Francia, país que si está llevando a cabo un plan nacional de informatización la evaluación de dicho plan tampoco ha sido hasta el momento publicada.

Los datos obtenidos de Japón obedecen a estadísticas de 1982 procedentes del documento de Ministerio de Educación de este país : *Educational use of new media in Japan*, Audio-visual education in Japan , Tokyo, 1984. De dichas encuestas se desprende que aproximadamente el número de escuelas de educación básica que poseían ordenador era de un 10 % mientras que el enseñanza media este porcentaje se elevaba a un 19%. Sin embargo, el número de ordenadores por escuela no era muy elevado estableciéndose un promedio entre 2 a 4 ordenadores por centro.

La información más numerosa es la recibida por EEUU , país que continuamente está publicando datos sobre su situación tanto a través de revistas especializadas como diarios, revistas de informaciones generales (especialmente las revistas *New Week* y *Times* (ver números de marzo , abril de 1984, enero , marzo y octubre de 1985).

progresiva aumenta del número de ordenadores por escuela ⁷, el uso diario conferido a estas máquinas no parece ser muy elevado tal y como demuestran los siguientes cuadros ⁸:

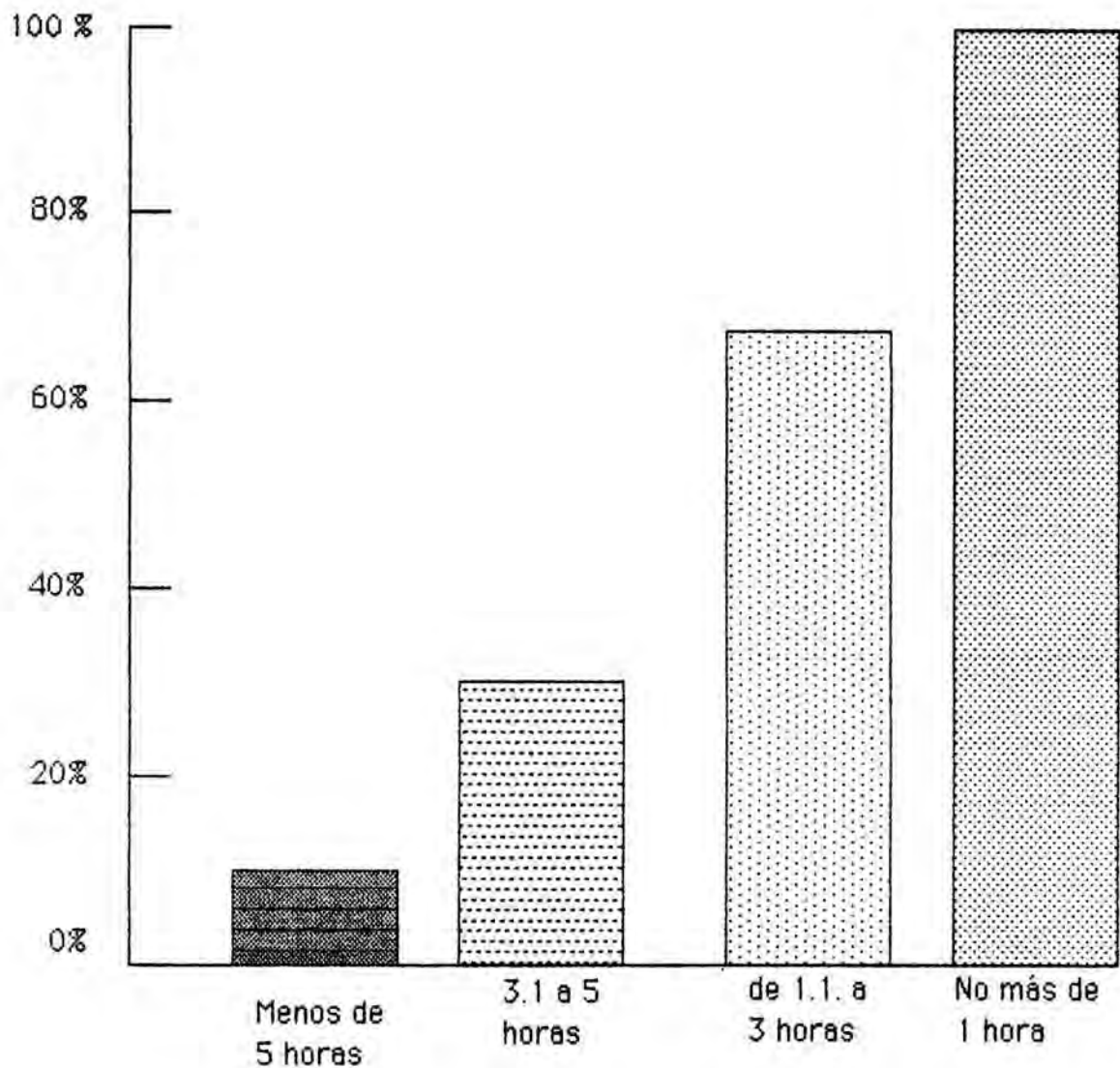
TIEMPO DE USO SEMANAL : ALUMNO/ORDENADOR



⁷ Entre 1985 y 1986 se calcula que el número total de ordenadores es de un millón con un promedio de 12 ordenadores por escuela.

⁸ Datos obtenidos de la revista **Computer**, abril de 1984, p. 50

TIEMPO DE USO DIARIO : ORDENADOR/ESCUELA



La realidad de la mayor parte de países occidentales es que aún es escaso el número de profesores especializados y, por consiguiente, son pocos los que están en disposición de extraer el máximo rendimiento a la máquina. Sin embargo, el futuro inmediato de la utilización del ordenador en la enseñanza parece ser positivo y no

es impensable un fuerte incremento en el número de ordenadores y el uso de los mismos en actividades educativas formales, no formales e informales.

1.6.

**LA UTILIZACION DEL ORDENADOR
EN LA EDUCACION BASICA.**

1.6.1. Posibles áreas de utilización.

1.6.1.1. Uso de la informática como fin.

**1.6.1.2. Uso de la informática como
medio.**

**1.6.1.3. Uso de la informática como
herramienta.**

1.6.1. POSIBLES AREAS DE UTILIZACION.

Acabamos el anterior capítulo con unas breves referencias al número y tiempo de utilización de los ordenadores en la institución escolar, sin embargo, no se ha tratado todavía cómo y para qué son utilizados estos aparatos en las instituciones escolares.

Quizá una de las características más destacables de la tecnología computacional es que el ordenador se presenta como una herramienta multifuncional y multiusual teniendo, por tanto, en el campo educativo múltiples aplicaciones.

Si bien es cierta la pluralidad de usos también hemos de tener en cuenta que a diferentes usos corresponden diversos tipos de objetivos a alcanzar basados en procesos de enseñanza-aprendizaje igualmente diversos.

De entre las aplicaciones más frecuentes del ordenador en la enseñanza destaca la utilización de la **enseñanza asistida por ordenador** (E.A.O.). Por ello no es extraño que al hablar del uso del ordenador en la escuela haya autores que limiten la utilización de éste como transmisor y evaluador de las informaciones transmitidas. Así hallamos definiciones tales como:

" En el proceso educativo el microordenador puede utilizarse mediante dos métodos :C.M.I. (Computer Managed Instruction) y C.A.I. (Computer Assisted

Assisted Instruction). En ambos casos el ordenador realiza el diagnóstico y la evaluación del proceso de aprendizaje ¹

Sin embargo, las opciones son más numerosas. Incluso dentro de la propia E.A.O. J.Simon ² distingue entre la E.A.O. **directiva** y la **no directiva**, considerando la primera como la aplicación de los sistemas clásicos de estímulo-respuesta, mientras que la segunda hace referencia a las metodologías basadas en mecanismos de resolución de problemas.

Sin duda, la clasificación más difundida en la actualidad, es la realizada por R.Taylor ³ quien habla del uso del ordenador en la escuela en base a tres criterios: **el ordenador como tutor, como herramienta y como alumno (del alumno)**.

Otros autores como J.Self y T. O'shea ⁴ sustituyen el término "tutor" por el de "profesor" y hablan **del ordenador como profesor y del ordenador como instrumento**.

En todas estas modalidades parece haber una aplicación que queda al margen pero que sin duda es muy habitual en la actualidad como es la **alfabetización informática** ⁵. Es decir, la

¹ MARTINEZ COBO, P : "Aplicación de los microordenadores en la enseñanza", *Apuntes de educación*, nº 12, enero-marzo, 1984, p. 12

² SIMON, J : *La educación y la informatización en la sociedad*, Narcea, Madrid, 1983.

³ TAYLOR, R (ed) : *The computer in the school : tutor, tool, tutee*, Teacher College Press, New York, 1980.

⁴ O'SHEA, T-SELF, J : *Learning and Teaching with computers.*, Op.Cit.

⁵ El término "alfabetización informática" procede de la traducción inglesa de la expresión "computer literacy".

utilización de la informática como materia propia de aprendizaje en sí misma.

Intentando conjugar las diversas aplicaciones actuales de la informática en la enseñanza consideraré la existencia de tres posibles áreas de utilización⁶ : el uso de la informática **como fin**, **como medio** y **como herramienta** tal y como se refleja en el siguiente esquema :



1.6.1.1. El uso de la informática como fin.

⁶ Este esquema está basado en un trabajo realizado en 1984 cuyo objetivo fundamental era la caracterización de las diversas aplicaciones del ordenador en el aula. Este se encuentra publicado en GROS,B : "La introducción del ordenador en la escuela : alternativas posibles", en U.U.R.A. : *1 Jornadas Nacionales sobre informática en la enseñanza* , Heraldo de Aragón, Zaragoza, 1985, pp 63-67.

La utilización de la informática como **fin** supone la puesta en marcha de programas de alfabetización informática. Así, implica usar la tecnología computacional con el objetivo de ofrecer a los alumnos una cultura básica sobre esta tecnología para que de esta forma los alumnos aprendan el manejo y utilización de la misma.

En el ámbito de la educación básica, esta modalidad suele reflejarse en dos tipos de aplicaciones diferentes : la adquisición de una cultura informática general y el aprendizaje de un lenguaje de programación específico.

La primera, y también la menos frecuente, de las aplicaciones consiste en formar a la persona en los conceptos básicos de la informática haciéndole participe del sentido de ésta , sus aplicaciones, posibles repercusiones, sistemas de utilización, etc. En definitiva, se trata de que la persona al acabar sus estudios básicos posea la capacidad de usar de una forma inteligente los nuevos medios sin que se sienta aturdida ante los avances tecnológicos.

La segunda de las aplicaciones es mucho más concreta y se basa en una doble convicción : la primera de ellas es que el aprendizaje de un lenguaje de programación otorga una serie de reglas de actuación tales como la resolución de problemas, la formulación de algoritmos, las técnicas de depuración etc. que después se utilizarán, se transferirán y generalizarán en otras áreas de conocimiento.

La segunda convicción se centra en la consideración de que el aprendizaje de un lenguaje de programación es un elemento de gran utilidad para la sociedad actual por lo que su aprendizaje facilitará la formación del ciudadano que la sociedad precisa en la actualidad.

Si bien ambas consideraciones son discutibles, la segunda de ellas ha llevado a situaciones, en mi opinión, tan penosas que en gran parte de colegios de educación básica toda la introducción de la informática se centra en el aprendizaje de un lenguaje de programación. Lenguaje que evidentemente de poco le servirá al futuro ciudadano en la consecución de un empleo muy a pesar de lo que los medios de comunicación se empeñen mostrar.

En cualquiera de los casos, la introducción de la informática como fin no supone modificaciones importantes en la estructura del sistema educativo actual. De hecho, este tipo de aplicaciones se limita a convertirse en una nueva materia del curriculum escolar.

1.6.1.2. El uso de la informática como medio.

El uso de la informática como **medio** supone la utilización del ordenador como un elemento educativo que ha de ser integrado dentro del sistema de enseñanza actual. Este uso viene

conferido a través de dos aplicaciones básicas : el aprendizaje a través del ordenador y el aprendizaje con el ordenador.

La primera de las opciones consiste en la utilización del ordenador como un instrumento de ayuda para la adquisición de determinados conocimientos.

El aprendizaje a través del ordenador implica la utilización de un software previamente elaborado y que es ofrecido al alumno para alcanzar un objetivo determinado. Por consiguiente, el éxito y la eficacia de esta aplicación depende sobre todo de la calidad del software utilizado.

Por su parte, el aprendizaje con el ordenador supone la puesta en marcha de una metodología basada en la creencia de que el mejor método de enseñanza es el fundamentado en técnicas de aprendizaje por descubrimiento. Así, el aprendizaje con el ordenador supone la introducción de éste como un elemento que intenta actuar como medio facilitador del desarrollo de los procesos cognitivos y, para ello, toma como base la programación del ordenador , por parte del alumno, a través de lenguajes específicamente diseñados para tal fin como es el caso del lenguaje LOGO.

Ambas aplicaciones son de gran importancia ya que introducen importantes modificaciones en el sistema educativo actual. Son precisamente de estos modelos de los que nos ocuparemos a lo largo del presente trabajo.

1.6.1.3. El uso de la informática como herramienta.

La utilización del **ordenador como herramienta** posee también una doble dimensión relacionada en este caso con el usuario del ordenador. Así, el ordenador puede ser utilizado como una herramienta tanto por parte del educador como por parte del educando.

Son muchas las tareas en las que el educador puede sentirse beneficiado por las aportaciones de la tecnología computacional. Esta puede servirle para agilizar su labor en tareas meramente burocráticas (realización de informes, correspondencia, elaboración de presupuestos, etc) para la realización de aspectos pertenecientes a la gestión del centro⁷, así como para actividades propias de las sesiones docentes (preparación de clases, corrección de exámenes, etc).

El alumno puede también utilizar el ordenador como una herramienta de apoyo a las actividades que habitualmente realiza ,pudiéndose también utilizar en actividades de gran interés educativo y que hasta el momento suponían un gran trabajo o, sencillamente, eran de difícil realización.

⁷ Son numerosas las casas de producción de software dedicadas en la actualidad a la realización de paquetes de programas para la gestión y administración de centros escolares. La mayor parte del software desarrollado en este sentido está basado en la utilización de ordenadores personales. Así, existen abundante material para ordenadores IBM Pc, compatibles, Olivetti, Bull, Apple, etc.

El software que actualmente puede ser utilizado como herramienta por parte del educando es muy abundante, pero destacan de forma especial tres tipos de programas : los procesadores de texto, las bases de datos y las hojas de cálculo⁸. Estos y otros programas de dibujo, estadística, música, etc. poseen aplicaciones didácticas de gran variedad y potencia.

La potencia del ordenador, y la diferencia fundamental entre éste y otros tipos de materiales utilizados en la enseñanza es , en mi opinión, la amplitud de posibilidades que está máquina posee. Por tanto, es difícil poder afirmar la eficacia o no del medio sin especificar de que forma ha sido utilizado. Las diferentes modalidades implican no sólo aplicaciones didácticas distintas sino

⁸El procesador de texto permiten el manejo y tratamiento de textos con agilidad y rapidez y en el ámbito escolar puede ser utilizado en innumerables actividades.

Las bases de datos son simplemente archivos. Cuando un banco de datos está ya montado, es posible desde cualquier ordenador , si se encuentra conectado al banco, acceder a ese archivo para obtener la información que se precise. Una base, en cambio, es un archivo, pero al cual podemos incorporar los datos que deseamos creando las categorías y formatos a nuestro gusto y necesidades.

Por último, las hojas electrónicas también constituyen un tipo de programa muy versátil pudiendo tener aplicaciones muy diversas. Una hoja electrónica es aproximadamente el equivalente informático de una gran hoja de papel donde se han dibujado filas y columnas, de tal modo que en algunas columnas se vuelcan listas de datos y en otras se anotan los resultados de realizar ciertas operaciones con los datos de la misma fila. La gran utilidad de estas hojas para el usuario es que se pueden redefinir por completo los conjuntos de datos y también las operaciones que debe realizar el ordenador.

Un problema que en la actualidad parece ir solventándose estriba en la traducción de estos programas al castellano, dado que prácticamente la totalidad de estos paquetes se encuentra realizada en inglés.

Este tipo de software constituye un grupo de programas que aunque no han sido desarrollados con finalidades educativas pueden ser de gran utilidad para realizar actividades escolares. Una muestra de ello lo constituye la investigación realizada por A. Rosa y L. Moll quienes han utilizado en dos centros escolares (uno español y otro americano) este tipo de paquetes para realizar correspondencia entre los alumnos de ambos colegios a través del ordenador, crear bases de datos con información de la historia de ambos países, etc. Ver, A. ROSA-L. MOLL : "Computadores, comunicación y educación : una colaboración internacional en la intervención e investigación educativa", *Infancia y Aprendizaje*, Nº 30, 1985 (1), pp 1-19.

también modelos teóricos conceptuales del propio proceso de enseñanza-aprendizaje muy diferentes.

La educación básica como hemos analizado en capítulos anteriores ha de estar al servicio de las necesidades sociales e individuales intentando conjugar ambos aspectos. Algunas de las aplicaciones mencionadas juegan más al cumplimiento de la demanda social, mientras que por el contrario, otras se centran en los aspectos meramente personales. Conjugar ambas situaciones es también labor que la escuela debe realizar pero para ello es preciso efectuar una mayor profundización en las implicaciones, ventajas e inconvenientes que estas plantean.

2ª PARTE:
ESTUDIO DEL PROCESO DE
ENSEÑANZA-APRENDIZAJE MEDIANTE
EL USO DEL ORDENADOR EN LA ESCUELA

Introducción.....	178
2.1. Primer estudio: aprender del ordenador.....	180
<i>2.1.1. La informática como medio.....</i>	<i>181</i>
2.1.1.1. Modalidades y sistemas de aplicación.....	183
2.1.1.2. Los sistemas de Enseñanza Asistida por Ordenador:	195
2.1.1.2.1. La enseñanza tutorial.....	195
2.1.1.2.2. Práctica y ejercitación.....	197
2.1.1.2.3. Demostración.....	198
2.1.1.2.4. Simulación.....	199
2.1.1.2.5. Juegos.....	202
2.1.1.2.6. Los paradigmas de la E.A.O.....	204
2.1.1.3. Los sistemas Inteligentes de Enseñanza Asistida por Ordenador.....	208

2.1.1.3.1. Fundamentos del sistema.....	208
2.1.1.3.2. Los sistemas expertos.....	209
<i>2.1.2. El software educativo en los sistemas de E.A.O.</i>	<i>214</i>
2.1.2.1. Criterios de demarcación.....	216
2.1.2.2. El diseño del software actual:	225
2.1.2.2.1. Fases del diseño:	225
2.1.2.2.1.1. Concepción del programa.....	229
2.1.2.2.1.2. Creación del programa.....	232
2.1.2.2.2. Lenguajes de programación para sistemas de E.A.O.....	244
2.1.2.2.2.1. Tipos de lenguajes.....	244
2.1.2.2.2.2. Sistemas multiuso.....	245
2.1.2.2.2.3. Microordenadores.....	248
2.1.2.3. El software educativo.....	252
2.1.2.3.1. Tipos de programas.....	252
2.1.2.3.2. Criterios de valoración.....	257
<i>2.1.3. El software educativo para sistemas inteligentes de E.A.O.....</i>	<i>263</i>

2.1.3.1. El diseño de sistemas expertos.....	265
2.1.3.2. Los sistemas de programación:	271
2.1.3.2.1. Entornos de programación.....	271
2.1.3.2.2. Lenguajes de programación para sistemas expertos.....	274
2.1.3.3. Programas para sistemas de I.E.A.O.....	281
2.1.3.3.1. Aspectos generales.....	281
2.1.3.3.2. El sistema SCHOLAR.....	284
2.1.3.3.3. El sistema GUIDON.....	286
2.1.3.3.4. El sistema SPADE.....	288
2.1.3.3.5. El sistema SOPHIE.....	291
2.1.3.3.6. El sistema WUSOR-1.....	294
<i>2.1.4. Problemas básicas de diseño y utilización de los sistemas de aprendizaje a través del ordenador.....</i>	<i>297</i>
2.1.4.1. Determinación de los aspectos problemáticos.....	299
2.1.4.2. La representación del conocimiento.....	302
2.1.4.2.1. Descripción general.....	302
2.1.4.2.2. Las redes de Petri.....	304
2.1.4.2.3. Representaciones lógicas.....	310
2.1.4.2.4. Estructuras del conocimiento:.....	313
2.1.4.2.4.1. Declarativas.....	313

2.1.4.2.4.2. Procedimentales.....	316
2.1.4.3. El modelo del alumno	318
2.1.4.3.1. Situación actual.....	318
2.1.4.3.2. Algunos ejemplos.....	324
2.1.4.4. Las estrategias de enseñanza.....	330
2.1.4.5. El modelo de comunicación.....	335
2.1.4.6. El sentido del aprendizaje a través del ordenador.....	342

INTRODUCCION

La segunda parte del trabajo constituye el núcleo principal de la tesis. En ella se pretende estudiar el papel del ordenador en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para alcanzar este objetivo realizamos un doble estudio: la utilización del ordenador como transmisor de información y como elemento facilitador de la construcción del aprendizaje.

En el primer estudio se examina la utilización de la E.A.O y los sistemas I.E.A.O. En ambos casos, la eficacia de la aplicación depende fundamentalmente del software utilizado. Por ello, dedicamos gran parte de este primer estudio al análisis de los tipos de software existentes para ambas aplicaciones y de los criterios que deberían contemplarse en la construcción de programas educativos para ordenador.

El segundo estudio se centra en la utilización del lenguaje Logo en la escuela. En él, examinamos las características fundamentales de este lenguaje de programación y analizamos la influencia que puede tener la utilización del lenguaje Logo como instrumento facilitador de la construcción de aprendizajes por proceso de descubrimiento.

2.1. PRIMER ESTUDIO: APRENDER DEL ORDENADOR

2.1.1.

LA INFORMATICA COMO MEDIO.

2.1.1.1. Modalidades y sistemas de aplicación.

2.1.1.2. Los sistemas de Enseñanza Asistida por Ordenador:

2.1.1.2.1. La enseñanza tutorial.

2.1.1.2.2. Práctica y ejercitación.

2.1.1.2.3. Demostración.

2.1.1.2.4. Simulación.

2.1.1.2.5. Juegos.

2.1.1.2.6. Los paradigmas de la E.A.O.

2.1.1.3. Los sistemas Inteligentes de Enseñanza Asistida por Ordenador:

2.1.1.3.1. Fundamentos del sistema

2.1.1.3.2. Los sistemas expertos.

2.1.1.1. MODALIDADES Y SISTEMAS DE APLICACION.

Al analizar la utilización del ordenador en la institución escolar como medio de transmisión de la información nos encontramos con una enorme disparidad en los criterios de demarcación de las posibles aplicaciones y sistemas que dicho medio aporta.

En primer lugar, dando una ojeada a la literatura existente sobre el tema, hallamos un gran número de denominaciones¹ que, en un principio, pueden desorientar y que, en el fondo, son reflejo del estado en que se encuentran los estudios sobre esta temática. En general, encontramos enunciados, nombres y modalidades que en la mayor parte de las ocasiones podemos considerar como sinónimas pero que, a veces, son interpretadas, al menos teóricamente, de forma diferente.

De entre las modalidades más frecuentes destacamos las siguientes :

¹ De entre las denominaciones más usuales podemos encontrar : Computer based Learning (CBL) , Computer Assisted Instruction (CAL), Computer Managed Instruction (CMI), Computer Based Instruction (CBI), Intelligent Computer Assisted Instruction (ICAI), Microcomputer Instruction Management System (MIMS), etc.

● E.A.O (E.A.O).²

Este término suele utilizarse para hacer referencia al modo en que el ordenador actúa como herramienta de apoyo en la transmisión de conocimientos. Su finalidad es favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de la adaptación y, habitualmente, la individualización del proceso facilitando el hecho de que cada alumno pueda interactuar con el computador a su propio ritmo.

● Aprendizaje Asistido por Ordenador (A.A.O)³

Esta modalidad es definida por la utilización del ordenador para el desarrollo de determinados aprendizajes. No obstante, no es fácil distinguir realmente cuales son las diferencias entre este tipo de modalidad y la E.A.O. A este respecto, R.Hartley define al aprendizaje asistido por ordenador como *"la herramienta que puede ser útil cuando el profesor no dispone de tiempo ni de recursos para dar una ilustración adecuada a una enseñanza en grupo reducido"*⁴, indicando como modalidades del A.A.O. las mismas que forman parte de la mayoría de las clasificaciones de la E.A.O.⁵ Así, la diferencia entre los términos se hace borrosa.

² En inglés, Computer Assisted Instruction (C.A.I)

³ Computer Assisted Learning (C.A.L).

⁴ HARTLEY, R : "Aprendizaje con la ayuda de ordenadores", en SMITH, H.T-GREEN, T.R : *El hombre y los ordenadores inteligentes*, Mitre, Barcelona, 1982, p.169.

⁵ La mayor parte de autores confieren a la enseñanza asistida por ordenador un mismo tipo de modalidades, estas son : tutorial, práctica y ejercitación, demostración, juegos, resolución de problemas y simulación. Todas ellas se encuentran explicadas en el apartado 2.1.1.2 de este mismo capítulo.

● Instrucción Dirigida por Ordenador (I.D.O.) e Instrucción Basada en el ordenador (I.B.O.)⁶

Ambas aplicaciones pueden quedar enmarcadas en una misma definición. Tienen como objetivo fundamental dirigir el proceso de enseñanza pero ,a diferencia de la E.A.O. ,estos tipos de aplicaciones proporcionan datos al profesor sobre la actuación del alumno mediante el análisis de la interacción efectuada entre el educando y el programa ejecutado. Los datos obtenidos suelen ser de tipo cuantitativo informando sobre el número de respuestas acertadas, el tiempo que el alumno ha empleado en la ejecución del programa, las respuestas que ha fallado,etc.

● Aprendizaje Dirigido por Ordenador (A.D.O.) y Aprendizaje Basado en el Ordenador (A.B.O.)⁷.

Al igual que en el caso anterior, ambas modalidades las podemos integrar dentro de una misma clasificación . La diferencia fundamental entre estos dos sistemas con los anteriormente descritos estriba en que la dirección del proceso no se centra en el proceso intructivo sino en el proceso de aprendizaje. Intenta pues ser algo más global y, por consiguiente, en este tipo de aplicaciones los resultados ofrecidos por el ordenador son más analíticos que estadísticos. Se analizan las respuestas que han sido contestadas erróneamente, qué aspectos lógicos han fallado, qué tipo de modificaciones ha de introducir el profesor,etc.

⁶ Computer Managed Instruction (C.M.I) y Computer Based Instruction (C.B.I)

⁷ Computred Managed Learning (C.M.L) y Computer Based Learning (C.B.L)

Por último y , desde hace poco tiempo, es habitual encontrar una nueva modalidad basada en las aportaciones de la inteligencia artificial al ámbito educativo se trata de :

- Los Sistemas Inteligentes de Enseñanza Asistida por Ordenador⁸ (I.E.A.O).

Esta modalidad se basa en la utilización de técnicas procedentes del campo de la inteligencia artificial y del diseño de sistemas expertos. El objetivo fundamental de la misma es aplicar dichas técnicas en la construcción del software educativo para facilitar el aprendizaje del alumno mediante modelos de representación del conocimiento más acordes al proceso cognitivo desarrollado por el sujeto. El control del proceso de aprendizaje pretende ser un modelo en paralelo en el que se puedan valorar diversas variables al mismo tiempo, abandonando así las técnicas seriales desarrolladas en la actualidad.

La diferenciación entre estos tipos de aplicaciones, se mueve más en el terreno teórico que en el práctico ya que no es fácil poder determinar o clasificar el software existente en la actualidad como destinado a una modalidad u otra de las señaladas anteriormente. Las distinciones están directamente relacionadas con las concepciones pedagógicas de las que parten los especialistas sobre el tema. Un claro ejemplo de este hecho es la clasificación

⁸ Intelligent Computer Assisted Instruction (I.C.A.I.). En castellano se ha traducido también como *Tutoriales Inteligentes* y *Enseñanza Inteligente Asistida por Ordenador* sin embargo, nosotros adoptaremos en todo el trabajo el término de sistema *Inteligente de Enseñanza Asistida por Ordenador*.

realizada por A.Bork⁹. Este autor distingue dos tipos de aplicaciones A.B.O y A.A.A¹⁰, rechazando el término E.A.O más frecuentemente utilizado afirmando *"creo que es mejor hablar acerca del aprendizaje que de la enseñanza. Aprender es la actividad que genuinamente nos interesa en el proceso educativo y no enseñar o instruir. A menudo olvidamos esta importante distinción"*¹¹. El principal problema que puede ser detectado a través de la lectura de los términos mencionados se centra en la utilización de dos aspectos implícitos en todo proceso educativo: la instrucción y el aprendizaje. Ambos términos parecen ser utilizados como sinónimos en la mayor parte de las denominaciones y definiciones mencionadas. Para A. Bork el concepto de aprendizaje implica una actividad por parte del alumno mientras que el término de instrucción y enseñanza conlleva una connotación de pasividad por parte del educando. En definitiva, este autor rechaza todo uso del ordenador que lleve implícita una actividad de enseñanza e interpreta las diversas modalidades de aplicación de la E.A.O (ejercitación, tutorial, etc) como parte del aprendizaje asistido por ordenador.

Otra posible distinción es la realizada por A. Requena quien distingue entre los términos instrucción y enseñanza, de tal forma que para dicho autor existen dos aplicaciones fundamentales: la instrucción asistida por ordenador (I.A.O) y la E.A.O¹².

⁹ BORK, A : *Personal computers for education*, Op.Cit.p. 60

¹⁰ Aprendizaje Basado en el Ordenador (A.B.O) y Aprendizaje Asistido por Ordenador (A.A.O)

¹¹ *Ibidem*, pp 60 y 61. El subrayado de la cita no está presente en la misma.

¹² REQUENA, A y col : "Enseñanza basada en el ordenador", *Bardón*, Nº 246, Enero-febrero, 1983, pp 38-40.

Para Requena la I.A.O. hace referencia a las tareas de ejercitación, práctica y/o a la instrucción programada. *"En cualquiera de las cosas el ordenador ejerce el control lógico del proceso y efectúa el test pertinente acerca de la adquisición de conocimientos por parte del alumno "*¹³, mientras que la E.A.O. es *"un término teórico con el que realmente se incluyen todas las procesos practicadas en las enseñanzas basadas o no en el empleo del ordenador "*¹⁴. El matiz que distingue la I.A.O - según este autor- y la E.A.O es que ésta última se refiere a la utilización del ordenador como ayuda en la interacción profesor-alumno pero en un modo de investigación, de descubrimiento. En este sentido, la E.A.O comprende únicamente¹⁵ la simulación, los juegos y la herramienta intelectual. Este último concepto hace referencia al empleo del ordenador para el aprendizaje de la programación: *" El ordenador se emplea para aumentar las capacidades mentales y el poder de comprensión "*¹⁶

Como podemos observar, conceptos como instrucción, enseñanza y aprendizaje parecen adquirir un elevado grado de confusión. Este se hace especialmente evidente en la diferenciación entre el proceso de enseñanza y el proceso de aprendizaje.

13 *Ibíd.*, p. 38.

14 *Ibíd.*, p.40

15 LEFEURE, J.M : *Guide pratique de l'enseignement assiste par ordinateur*, CEDIC/NATHAN, Paris, 1984. p.19.

16 *Ibíd.*, p.40

Son muchos los autores¹⁷ que, como A.Bork, conciben la enseñanza como un proceso unidireccional (de la máquina al alumno) que conlleva un alto grado de pasividad por parte del alumno. Ello les lleva a afirmar que la enseñanza no es aprendizaje y que éste último aspecto es lo que más nos debe importar en el proceso educativo. Creemos que, en este caso, se realiza una simplificación que, en modo alguno, responde a la realidad. Si pretendemos que el ordenador sea una herramienta facilitadora de la adquisición de unos determinados conocimientos, que pueda ser utilizada en el aula por el alumno de la misma forma que cualquier otro medio de enseñanza, es evidente que, tanto el software creado como la forma de utilización, deben tener en cuenta que la base de la interacción entre ordenador y usuario no ha de ser enseñar o aprender sino ambas cosas. Si hablamos de proceso de enseñanza-aprendizaje es precisamente para destacar el *continuum* que se establece entre ambos términos.

La diferencia establecida entre las modalidades de E.A.O y A.A.O es, fundamentalmente, de énfasis. En el primer caso, el acento se pone en el proceso de enseñanza mientras que en el segundo se pone en el de aprendizaje. Ahora bien, esto, en el caso de la utilización del ordenador, ¿qué significa?. Evidentemente, no tendría sentido utilizar el ordenador con el simple propósito de que éste transmita determinadas informaciones, prescindiendo de si el alumno las aprende o no. Por el contrario, también carece de sentido realizar

¹⁷ BARKER, P-YESTES, H: *Introducing Computer Assisted Learning*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1985 . HOFMEISTER, R: *Microcomputer Applications in the Classroom*, CBS College Publishing, New York, 1984 . HUDSON, K: *Enseñanza asistida por ordenador*, Diaz de Santos, Madrid, 1986.

programas en donde la información transmitida sea poco relevante y el verdadero interés se centre en el proceso de aprendizaje del alumno. Así pues, consideramos que todo programa de ordenador construido de forma intencional para ser utilizado en la institución escolar con finalidad educativa debe poseer una doble dimensión: proporcionar informaciones (enseñar) y, al mismo tiempo, tener presente el proceso de aprendizaje del alumno.

Las formas en que estos dos ámbitos pueden expresarse son, obviamente, diferentes según sean los objetivos que se pretendan alcanzar. Por ejemplo, es muy frecuente que en programas destinados al aprendizaje de destrezas se de mucha información cuantitativa de los progresos del alumno. Este es el caso de programas destinados al aprendizaje de cálculo aritmético, en los cuales la transmisión de información no tiene mayor complicación que la generación aleatoria de cifras y la comprobación de los resultados de las operaciones con la respuesta ofrecida por el usuario. En estos tipos de programas suele destacarse mucho más aspectos tales como el tiempo que tarda el alumno en efectuar las operaciones, número de fallos que realiza, errores más frecuentes, etc. Por el contrario, los programas de simulación al conceder mucha más abertura a la actuación del sujeto, ofrecen mayores dificultades técnicas a la hora de proporcionar informaciones sobre el aprendizaje del alumno.

En general, las modalidades que se centran, fundamentalmente, en el aprendizaje lo hacen ofreciendo información meramente cuantitativa (A.A.O), aunque existen algunos intentos de otorgar una mayor información analizando las respuestas

proporcionadas por el sujeto (A.D.O). Sin embargo, las informaciones sobre el proceso de aprendizaje siempre están basadas en los resultados finales, es decir, en las respuestas dadas por el sujeto.

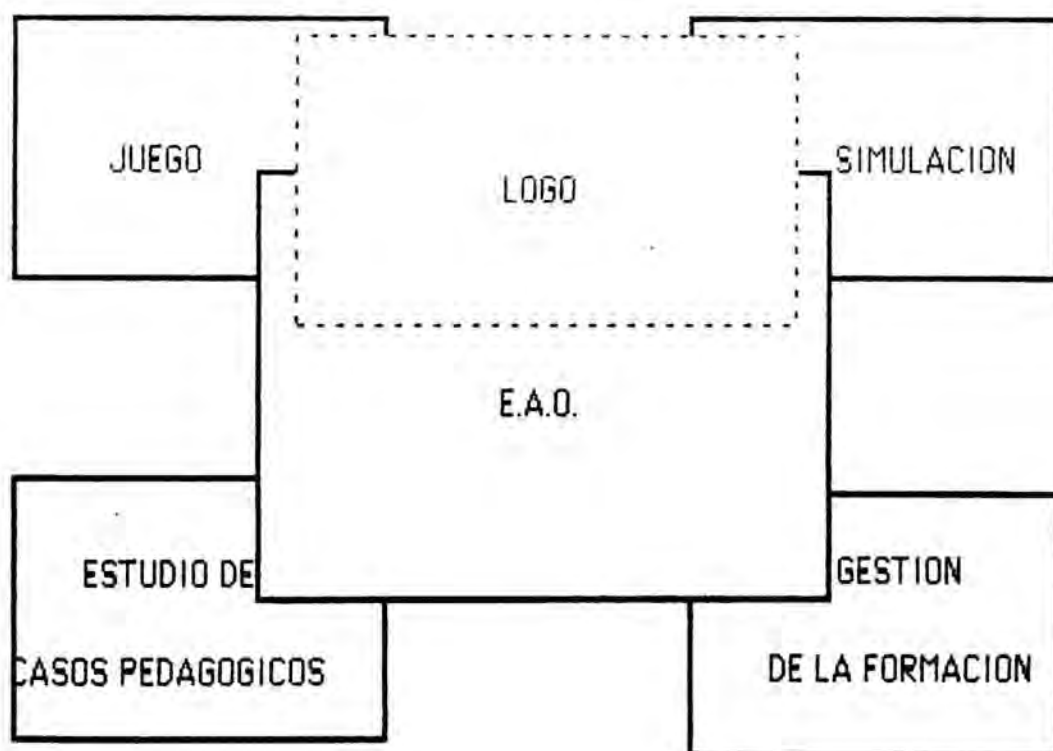
La diferenciación tanto entre los programas que enfatizan la enseñanza en oposición al aprendizaje como los que enfatizan el aprendizaje en oposición a la enseñanza es, en definitiva, bastante arbitraria. En todo programa debe estar presente una estrategia de transmisión de la información, y ésta suele estar en función de las respuestas del alumno que, en principio, son los principales datos capaces de informarnos sobre el grado de aprendizaje conseguido. De este modo, la sucesión de la información ha de depender del aprendizaje del alumno. Ahora bien, es posible realizar programas que no den ningún tipo de información al profesor sobre las respuestas del alumno. Estos son, los que, según las referencias señaladas, son catalogados como E.A.O. o I.A.O.

Como se desprende de las opiniones anteriores, las modalidades de aplicación no parecen poseer criterios de clasificación comunes, pero si entramos a analizar cada una de éstas nos encontraremos con el mismo problema. Por ejemplo, mientras que la mayoría de autores consideran la simulación y los juegos como parte importante de la E.A.O, J.Lefevre¹⁸ manifiesta que este tipo de aplicaciones **no** son propias de la utilización del ordenador en la enseñanza, distinguiendo cuatro aspectos que, según su punto de vista, no pueden ser considerados como parte de la E.A.O.: los juegos, la simulación, el estudio de casos pedagógicos y la gestión educativa.

¹⁸ *Ibidem*, p. 40

Opina que los objetivos educativos desaparecen detrás del juego siendo el aspecto lúdico el que predomina sobre el instructivo. En el caso de la simulación, considera que desarrollar un buen programa supone una inversión de coste y de horas de trabajo que no es relevante para ser utilizado con frecuencia en el ámbito escolar. Por tanto, es un elemento a ser excluido también de la E.A.O.

Los casos pedagógicos-es decir, el estudio mediante el ordenador de algunos tipos-modelos para ser estudiados por el profesor- y la gestión educativa quedan también al margen de la E.A.O. En cambio, el uso del lenguaje Logo sí está considerado por este autor como relacionado con las técnicas de la E.A.O tal y como se observa en el siguiente esquema¹⁹ :



Otros autores como J.Simon y S.Suppes ²⁰ distinguen dentro de la E.A.O, como ya hemos avanzado, dos tipos de modelos o aplicaciones : a) el modelo **directivo** dentro del cual el ordenador se utiliza para presentar información previamente programada al alumno y b) el **no-directivo** en el que es el alumno quien realiza la programación del ordenador.

Todas las afirmaciones muestran la diversidad de intereses y la confusión semántica todavía existente en la actualidad.

En este trabajo nos limitaremos a analizar dos tipos de aplicaciones que, en nuestra opinión, son las opciones básicas de aprendizaje a través del ordenador: la E.A.O y los sistemas I.E.A.O.

Definiremos a la E.A.O como el sistema de utilización del ordenador en la enseñanza que tiene como objetivo fundamental la transmisión de información y, en ocasiones, el control de dicha transmisión por parte del ordenador a través de programas previamente realizados. La información se transmite para cubrir conocimientos específicos que , habitualmente, están relacionadas con los currícula de los sistemas educativos formales. La E.A.O desarrolla, por tanto, aplicaciones que envuelven métodos

²⁰ SIMON,J : *La educación y la informatización en la sociedad*, Narcea, Madrid, 1983.SUPPES,P : "The teacher on Computer assisted Instruction", en TAYLOR, R : *The computer in the school : tutor, tool, tutee*, pp 231-236.

convencionales usados con el propósito de alcanzar las metas ,fundamentalmente, instructivas de la institución escolar.

El objetivo de los sistemas I.E.A.O. es similar al de la E.A.O. Se trata de construir programas que confieran un carácter instructivo ²¹ al educando a través de la interacción de éste con el ordenador. La diferencia fundamental entre ambos sistemas radica en el modelo construido. Mientras que los sistemas de E.A.O poseen un modelo de interacción muy restringido, los sistemas I.E.A.O. se basan en la construcción de sistemas expertos que permitan realizar la labor tutorial de la forma más semejante posible a como la realiza un ser humano. En definitiva, podríamos describir estos dos sistemas a partir de similitudes. La E.A.O es, en la mayor parte de ocasiones, una especie de libro de texto interactivo , mientras que los sistemas inteligentes de E.A.O van más allá pretendiendo simular a través del ordenador la actuación del docente.

²¹ Aunque el objetivo fundamental sea de tipo instructivo, existen, como veremos en el capítulo 2.1.3. , programas desarrollados con objetivos de tipo formativo e informativo. Este último aspecto es bastante común en este tipo de programas ya que todos ellos pueden ser usados como medio de enseñanza pero, al poseer bases de conocimientos muy amplias también pueden utilizarse como base de datos reducidas a una determinada temática.

2.1.1.2. LOS SISTEMAS DE ENSEÑANZA ASISTIDA POR ORDENADOR.

2.1.1.2.1. La enseñanza tutorial.

La enseñanza como medio, tal y como se ha señalado anteriormente, tiene como objetivo fundamental crear un ambiente de aprendizaje en el que el ordenador actúe como instrumento facilitador de la adquisición de unos determinados conocimientos, sean éstos de tipo instrumental, formativo, instructivo, memorístico, etc. Precisamente debido a esta amplitud de objetivos, la E.A.O. no siempre se realiza siguiendo unas mismas estrategias sino que, por el contrario, existen sistemas diversos que permiten responder a objetivos educativos muy variados. De entre estos destacaremos la : enseñanza tutorial, práctica y ejercitación, demostración, simulación y juegos educativos.

El ordenador es utilizado de forma tutorial con el objetivo de que sea éste el que proporcione la transmisión de información a cada uno de los alumnos en una determinada área de conocimiento.

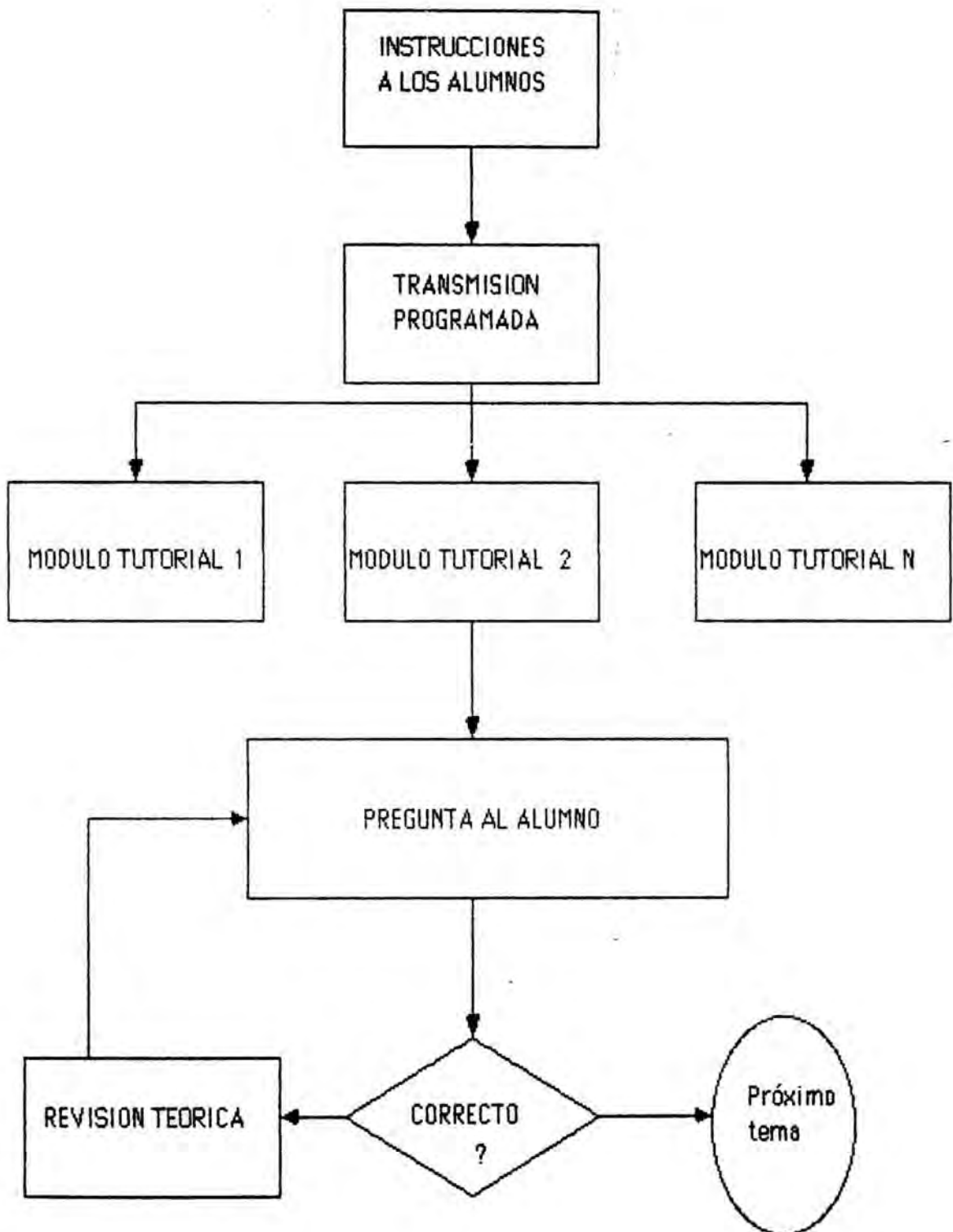
La mayoría de los programas tutoriales se basan en modelos de diálogos cerrados en los cuales el ordenador actúa presentando una determinada información a partir de la cual realiza una serie de preguntas, cada una de ellas con posibles opciones de respuesta. En función de la respuesta obtenida, el ordenador da más

información o realiza más preguntas sobre el mismo tema hasta conseguir que el educando responda de la forma idónea.

La base de los sistemas tutoriales radica en el diálogo entre el alumno y el ordenador. La respuesta que el alumno puede realizar es en algunos programas una respuesta abierta. En este caso, el programador tiene que anticiparse a la mayor parte de las respuestas posibles del alumno para poder llevar a cabo un diálogo eficaz y fluido. Ello resulta muy difícil de realizar y requiere más espacio de memoria del que poseen la mayoría de los microordenadores domésticos. Por esta razón, la mayoría de los diálogos adoptan el modelo cerrado a través de un formato de elección múltiple.

Los programas tutoriales suelen estar confeccionados previamente, pero existe también la posibilidad de que el profesor genere su propio material a través de la utilización de lenguajes de autor. Por ejemplo, en el sistema PLATO, los programas pueden ser diseñados por el profesor a través de la estación de autor y éste va transmitiendo el programa automáticamente en los disquetes de cada uno de los alumnos. El modelo tutorial desarrollado por este sistema responde al siguiente tipo de estructura²² :

²² PLATO SYSTEMS. Mitre Corporation, 1984 (doc.)



En primer lugar, el profesor realiza el modelo de instrucción, lo pasa a cada uno de los alumnos y el programa va transmitiendo la información que se va alternando constantemente con un sistema de diálogo y evaluación de las respuestas emitidas por cada uno de los alumnos.

2.1.1.2.3. Demostración.

La demostración es una de las características principales de la enseñanza tradicional sobre todo en materias como ciencias o matemáticas. Los programas de demostración intentan llevar al ordenador métodos clásicos mediante la programación de demostraciones de conceptos , principios y técnicas.

El objetivo fundamental de este tipo de aplicación es ayudar al profesor en la instrucción de los alumnos ejemplificando sus explicaciones. Los programas elaborados pueden servir también de material de revisión para los alumnos.

Los programas de demostración suelen estar preprogramados para correr una secuencia concreta sin intervención posible. Así pues, no acostumbran a permitir el cambio de parámetros y resultan ,por tanto, de un bajo nivel de interacción . Sin embargo, pueden ser eficaces para los objetivos que se propone dicha aplicación de la E.A.O., ya que el uso del ordenador puede otorgar a la

demostración una alta sofisticación, difícil de conseguir por otros medios, mediante el uso de gráficos, colores y sonidos.

Una importante característica de los programas de demostración, al igual que los de práctica, ejercitación y tutoriales, es que el profesor puede crear su propia versión de los programas²³, lo que no es frecuente en el caso de los programas de simulaciones y juegos.

2.1.1.1.4. Simulación.

Un modelo de simulación imita un sistema real o imaginario basado en el modelo teórico de funcionamiento del sistema. *"Consiste -según palabras de J.Pericas- en reproducir artificialmente una situación real con el objetivo de que el alumno tenga una experiencia de aprendizaje "*²⁴. Mientras que en el caso de la demostración los programas presentan o ilustran temas acompañados de comentarios del profesor, en las simulaciones es más habitual que el niño trabaje individualmente y tenga que interactuar con el programa, permitiéndole éste, en la mayoría de los casos, variar parámetros que permiten estudiar sus posibles consecuencias en el fenómeno objeto de estudio.

²³ Nos referimos aquí a la utilización de lenguajes de autor cuyo uso más frecuente se encamina en el diseño de estas modalidades.

²⁴ PERICAS, J : "Simulación asistida por ordenador. Una valiosa herramienta para la escuela"., *Mundo electrónico*, Nº 143, Setiembre, 1984, pp 109-114.

Los programas de simulación pueden ser desarrollados en cualquier área de conocimiento. Los buenos programas de simulación suelen combinar los gráficos, la animación y el texto para dar una mayor realidad al problema y proporcionar un rico ambiente de aprendizaje.

La utilidad y calidad de la simulación depende de gran número de elementos. El diseñador debe evitar la complejidad del modelo para permitir a los alumnos manipular y manejar las variables. El diseño de un modelo de simulación es muy difícil por ello es poco probable que el profesor pueda crear este tipo de programas.

Entre las cualidades más destacadas de la simulación asistida por ordenador se puede mencionar que²⁵:

- Permite la toma de decisiones y la experiencia directa (aunque no real) por parte del alumno frente a la situación simulada.
- Posibilita la experimentación y toma de decisiones sobre situaciones que en la realidad pueden ser peligrosas.
- Utiliza equipos o aparatos no disponibles en las escuelas o que no son fácilmente asequibles.
- Puede presentar situaciones no accesibles o de difícil realización.
- Puede ahorrar tiempo y medios.
- Permite adaptarse a cualquier situación organizativa de la clase.

²⁵ *Ibidem*, pp. 112-113

Así pues, la utilización de la simulación puede realizarse para salvar muy diversas situaciones. Se podrá aplicar cuando para tener acceso a la experimentación real se deba tener una preparación y entrenamiento previo, cuando por la experiencia directa sea imposible alcanzar una experiencia de aprendizaje, cuando se desee comparar una situación real y una situación simulada, o siempre que por cualquier causa (coste, peligrosidad, etc) no sea posible la experiencia real.

Además de los programas convencionales de simulación existen tres tipos de programas que podrían considerarse como variedades de la simulación asistida por ordenador²⁶ :

a. **Programas algorítmicos.** Estos están basados en su totalidad en fórmulas, relaciones, funciones, etc. de índole matemática. Por ejemplo, gráficas de funciones, movimiento y transmisión de átomos, simulación de gravitación , velocidad, etc.

b. **Programas mixtos.** En este caso, la función relacionante entre los elementos del sistema simulado no es del todo algorítmica, como, por ejemplo, la simulación de una decisión financiera, la erupción de un volcán, etc.

c. **Programas recursivos.** Son todos aquellos que no se hallan en los dos grupos anteriores y que se caracterizan por la

²⁶ *Ibidem*, p. 114

inexistencia de fórmulas y soluciones prefijadas. No hay posibilidad de fórmulas algorítmicas y el azar juega un papel bastante importante en las situaciones. Evidentemente, estos tipos de programas son los más complejos de programar. Algún ejemplo de programas recursivos los encontramos en los programas de fluidez de vocabulario, detección de funciones literarias, juegos de estrategia, etc.

El uso del ordenador como modelo de simulación aunque presenta, en nuestra opinión, un gran interés educativo no es muy frecuente en la educación básica. Los programas son más bien escasos y los modelos que se presentan no siempre se ajustan suficientemente a la realidad.

2.1.1.2.5. Juegos educativos.

Los juegos educativos, como ya se ha señalado anteriormente, no siempre son considerados como parte integrante de la E.A.D. Sin embargo, la estructura básica de los primeros juegos concebidos con finalidades lúdicas ha sido transferida a gran número de programas instructivos.

Para investigar por qué los juegos de ordenador resultaban tan motivadores para los niños, Malone ²⁷ llevó a cabo un estudio con niños sobre sus preferencias en base a veinticinco juegos

²⁷ - MALONE, T.W. : "Toward a theory of intrinsically motivating instruction" , *Cognitive Science*, Nº 5, 1981, pp 330 - 370.

de ordenador. Este describió tres tipos de características que constituyen la base del éxito de este tipo de software :

a). El **reto** : La existencia de una meta que no se sabe si se alcanzará

b) La **curiosidad** : El jugador sabe lo suficiente como para crearse expectativas sobre lo que podría suceder aunque a veces no se realice.

c)La **fantasia** : Los juegos provocan imágenes mentales no inmediatas para los sentidos y generan ideas no ajustadas a la realidad.

Estas tres características han sido incorporadas en numerosos programas y se ha incrementado la producción norteamericana de los juegos de aventuras²⁸. Si bien se desprende de los estudios de Malone el carácter intrínsecamente motivador de los juegos, él mismo reconoció no haber averiguado nada en cuanto a la contribución de este tipo de programas al desarrollo de los procesos de aprendizaje. Existe, en este sentido, la necesidad de estudios sobre el análisis de su eficacia educativa.

²⁸ Se han comenzado a adaptar este tipo de programas al castellano aunque todavía son escasos. En ellos, es posible "vivir" aventuras diversas tomando decisiones constantes sobre los lugares hacia donde dirigirse, los instrumentos precisos, etc. Existen también novelas interactivas en las que el usuario se encuentra sumergido en una parte determinada de la historia y ha de tratar de continuar en ella siendo fiel a la trama de la novela.

2.1.1.2.6. Los paradigmas de la E.A.O.

La utilización de cada uno de estas modalidades responde a finalidades y sistemas de interacción entre ordenador-alumno de muy diversa índole. Siguiendo la nomenclatura planteada por Hooper y Rusbhy²⁹, podemos distinguir la existencia de cuatro paradigmas o categorías asociadas a las distintas formas de uso de los ordenadores en el proceso educativo : instructivo, revelatorio, conjetural y emancipatorio³⁰

a. El paradigma instructivo.

Hace referencia, fundamentalmente, a los programas tutoriales y a los de práctica y ejercitación. En términos generales, el paradigma instructivo se fundamenta en la creencia de que el conocimiento que deben adquirir los alumnos puede especificarse mediante el lenguaje y puede ser aprendido por medio de la transmisión y recepción de mensajes textuales. El concepto básico estriba en que la adquisición de contenidos de una determinada

²⁹ Las valoraciones desarrolladas en torno a la E.A.O suelen atenerse a aspectos muy específicos. Quizás por ello, muy frecuentemente se destacan los trabajos realizados por McDonald sobre la evaluación pedagógica del programa nacional británico (NDPCAL) , divulgada por Hooper y Rusbhy. HOOPER,R : *The National Development Programme in Computer Assited Learning*, CET, London, 1977. RUSBHY,N: *An Introduction to Educational Computing*, Croom Holm, London,1979. Estos autores intentan plantear cuestiones fundamentales sobre las aportaciones educativas de la E.A.O., planteando la existencia de cuatro paradigmas. Estos también han sido recogidos por GARCIA-RAMOS,L-RUIZ,F: *Informática y aducación. Panorama, aplicaciones y perspectivas* , Garcia-Ramos, Barcelona, 1985.Cap.4.

³⁰ No trataremos aquí el paradigma emancipatorio ya que hace refencia a todas aquella aplicaciones que permiten emancipar tanto al alumno como al profesor de tareas familiares. El uso del procesador de texto sería un ejemplo de este paradigma. Al no corresponder esta aplicación del ordenador a lo que nosotros hemos determinado como E.A.O. no lo tendremos en cuenta.

materia se puede conseguir mediante una racionalización del proceso instructivo. Los elementos de dicha racionalización son la conveniente estructuración de la materia, la adecuada secuenciación y el énfasis en la retroalimentación apropiada para cada caso.

El papel del ordenador es , en definitiva, presentar los contenidos, recibir y analizar las respuestas recibidas y, a partir de éstas, prescribir las actividades apropiadas a cada caso.

El paradigma instructivo parte de un cierto número de suposiciones³¹:

- Que la estructuración de la materia permite descomponerla en partes pequeñas y autónomas.
- Que para cada una de ellas se pueden establecer claramente requisitos previos y objetivos concretos.
- Que los procesos intelectuales de los alumnos se acomodan al modelo conductista de instrucción.

La aplicación del paradigma instructivo permite al alumno, en el mejor de los casos, resolver las cuestiones al ritmo que precise y repetir las tantas veces como le sea necesario. El ordenador, en definitiva, se convierte en un paciente profesor, aunque escasamente inteligente. El alumno, por su parte, debe siempre seguir la iniciativa del programa aunque pueda tener otro tipo de intereses y necesidades.

³¹ GARCIA-RAMOS, L-RUIZ, F: *Informática y educación. Panorama, aplicaciones y perspectivas*, Oc.Cit.

b. El paradigma **revelatorio**.

Este paradigma hace referencia a la actuación del ordenador como mediador entre el alumno y un cierto modelo de un tema o de una situación concreta. El programa guía al alumno en un proceso progresivo de aprendizaje mediante revelaciones que el mismo programa proporciona. En este tipo de actuación se otorga una mayor importancia a lo conceptual que a lo informativo. Por ello se utiliza el término *revelatorio*, ya que el significado de los conceptos es revelado al alumno mediante el empleo de técnicas y situaciones que facilitan la exploración, el descubrimiento y el desarrollo de la intuición. Por tanto, *"la diferencia con el paradigma instructivo radica en que el objetivo de éste es optimizar el conocimiento que el estudiante tiene del contenido de un tema y aquél se propone ofrecer situaciones en las que el aprendizaje se realiza al efectuar descubrimientos y establecer relaciones"*³²

c. El paradigma **conjetural**.

La premisa básica de este paradigma es que el conocimiento se crea mediante la actividad y la experiencia, y evoluciona en un proceso psicológico y en un contexto social. En definitiva, la comprensión y el conocimiento se consiguen con la articulación y la manipulación de ideas y el contraste de hipótesis.

La aplicación de este paradigma supone un uso del ordenador en el que el niño tiene como tarea fundamental la exploración del conocimiento de un determinado tema.

En base a las categorías mencionadas, distinguiremos la enseñanza tutorial y la práctica y ejercitación como parte del paradigma instructivo. Las simulaciones, demostraciones y juegos son las aplicaciones que mejor ejemplifican el paradigma revelatorio. Existen semejanzas entre los procesos de simulación propios del paradigma revelatorio y los de modelización del conjetural. Ambos se refieren a la utilización del ordenador para simular un cierto sistema, proceso o fenómeno. La distinción está en función del control que puede ejercer el alumno. Mientras que en la simulación sólo es posible el cambio de parámetros, en la modelización o programas de recursión el alumno es quien controla el modelo y quien lo varía en función de su adecuación.

2.1.1.3. LOS SISTEMAS INTELIGENTES DE ENSEÑANZA ASISTIDA POR ORDENADOR.

2.1.1.3.1. Fundamentos del sistema.

Como ya hemos señalado anteriormente, la E.A.O actúa como herramienta facilitadora de la adquisición de un determinado contenido o conjunto de contenidos de enseñanza. Los objetivos que tratan de alcanzar los sistemas I.E.A.O son esencialmente los mismos. Sin embargo, la implementación de sistemas expertos en programas educativos puede desarrollar un proceso de enseñanza-aprendizaje substancialmente distinto.

La diferencia fundamental entre ambos sistemas radica en la interacción mantenida entre el sistema y el usuario. El hardware y el diseño de los programas que comunmente apoya a los sistemas de E.A.O. ofrecen una estructura pobre en cuanto al tipo de diálogo que puede establecerse, careciendo éste de algunas características importantes para el proceso educativo tales como ³³ :

- La posibilidad de utilizar un lenguaje natural sin que se deba dar por supuesto que el usuario ha de limitarse a frases cortas, verbos en infinitivo, etc.

- La capacidad de poder realizar preguntas en cualquier momento, y no necesariamente bajo la demanda del ordenador.

³³ CUENA, J : "Sistemas expertos", en VALLE, R-BARBERAJ-ROS, F : *Inteligencia artificial. Introducción y situación en España*, Fundesco, Madrid, 1984, p. 31.

- La posibilidad de mantener una cierta orientación en los diálogos.
- La elaboración de respuestas que pueden requerir un cierto cálculo o razonamiento antes para llegar así a dar una contestación lógica.

La ventaja de los sistemas expertos es que permiten crear diálogos más abiertos que pueden ser realizados en cualquier momento en ambas direcciones, huyendo así del reglamentismo de los diálogos de la E.A.D. Esta característica permite que los sistemas I.E.A.D. puedan ser utilizados en base a tres posibles modalidades : a) como un medio de **transmisión** de determinados tipos de información, b) como experto que facilita la **adquisición** de un determinado conocimiento utilizándose como base de datos y c) como medio para el **desarrollo** de estrategias de razonamiento.

2.1.1.3.2. Los sistemas expertos.

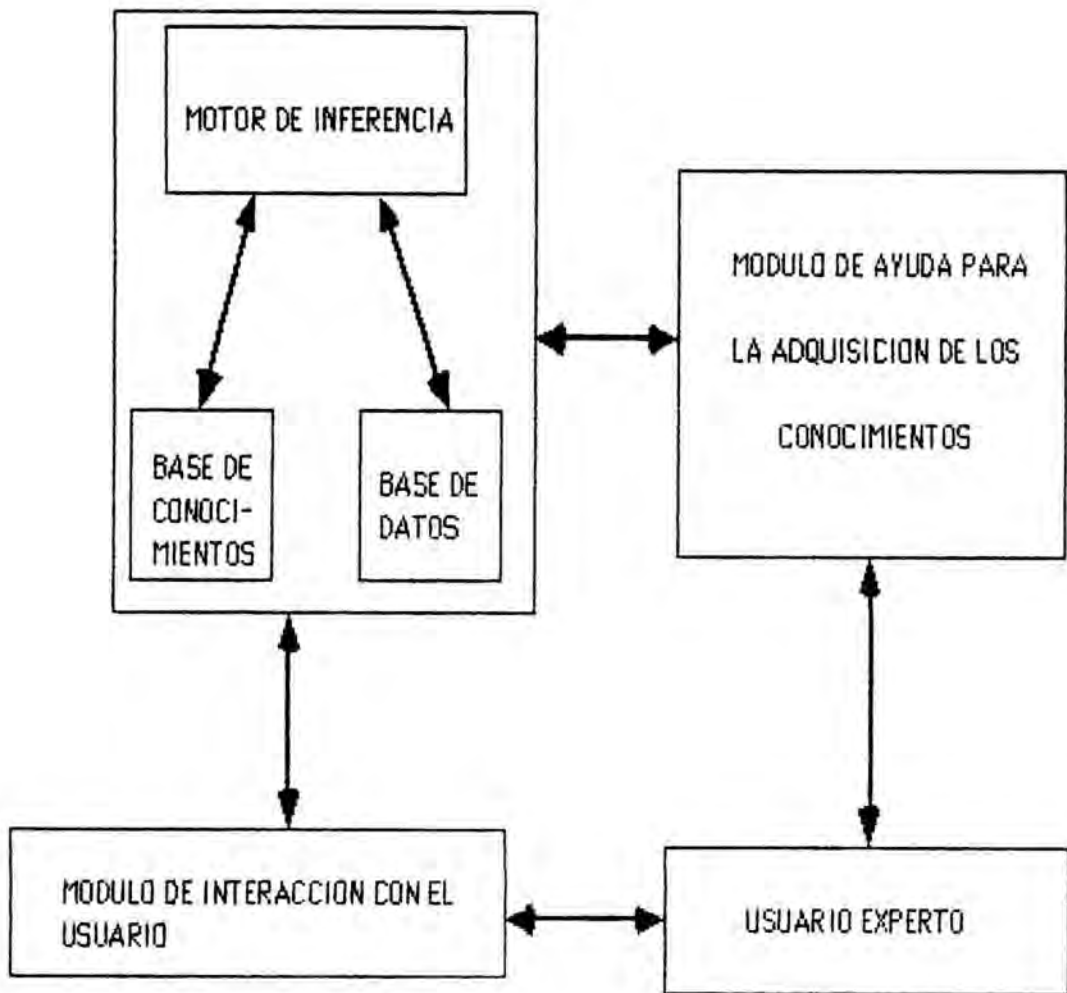
La base de los sistemas I.E.A.D. radica en la construcción de sistemas expertos, siendo precisamente el diseño del experto lo que les confiere un carácter propio y diferente respecto de los sistemas de E.A.D.

"Un sistema experto -según J.Ganascia- es un sistema informático que incorpora, en forma operativa, el conocimiento de una persona experimentada, de forma que es capaz tanto de responder como esta persona como de

explicar y justificar sus respuestas "34 Así, un sistema experto es un programa de ordenador que utiliza el conocimiento y los procesos de inferencia para resolver problemas que habitualmente puede resolver un experto humano. Constituyen simultáneamente un instrumento de creación y transmisión de información.

La programación clásica utilizada para el desarrollo de software para la E.A.D. se basa en programas fijados por un algoritmo , generalmente de estructura secuencial , y una serie de datos. Los sistemas expertos, en cambio, utilizan tres tipos de elementos , tal y como aparece en el siguiente esquema: la base de conocimientos, la base de datos y el motor de inferencia.

³⁴ GRANASCIA, J : "La concepción de los sistemas expertos", *Mundo Científico*, Nº 53, Diciembre, 1985, p.1213



La **base de conocimientos** posee todo el conjunto de informaciones específicas del campo que se desea diseñar.

La **base de datos** viene a ser la memoria de trabajo y contiene los datos propios de los problemas que trata. Memorizando todos los resultados intermedios, la memoria de trabajo conserva la huella de los razonamientos para explicar el origen de las informaciones deducidas a lo largo de una sesión y para describir el comportamiento del sistema.

Por último, el **motor de inferencia** es el programa del sistema que utiliza los conocimientos y las estrategias heurísticas contenidas en la base de conocimientos para resolver el problema especificado por los datos que contiene la base de datos.

Los lenguajes de programación utilizados por ambos sistemas (EAO y IEAO) son también diferentes. Así, mientras el primero utiliza lenguajes de propósito general (BASIC, COBOL, etc), los sistemas expertos utilizan lenguajes provenientes del campo de la inteligencia artificial (PROLOG, LISP, etc)

Son muy escasos los sistemas expertos desarrollados con finalidades educacionales. Uno de los motivos fundamentales por los que no se ha dado este desarrollo es precisamente la dificultad que posee en la actualidad el diseño de un sistema que sea capaz de crear un ambiente propicio de aprendizaje que supere las dificultades de los modelos clásicos de E.A.O.

Para poder diseñar un sistema experto y que éste resulte efectivo, cuatro aspectos deben determinarse. El primero de ellos hace referencia al propio conocimiento: ¿cómo debe representarse el conocimiento de un determinado experto?. Esto está relacionado con el modo en que deben ser transmitidas las informaciones contenidas en el sistema, que a su vez, y para que sean efectivas deben tener en cuenta, un tercer aspecto: el modelo del alumno. Es decir, cómo el alumno aprende unas determinadas informaciones y estrategias. Y por

último, y no menos importante, qué tipo de diálogo debe ser establecido para conseguir un aprendizaje significativo.

Por consiguiente, crear sistemas expertos con propósitos educativos supone atacar directamente una serie de problemas fundamentales del proceso de enseñanza-aprendizaje. Problemas que todavía no se encuentran resueltos por las ciencias de la educación : cómo aprende el sujeto, cómo debe ser transmitida la información y qué tipo de proceso comunicativo facilita la adquisición de esta información ³⁵.

En definitiva, tanto los sistemas de E.A.O. como los sistemas I.E.A.O. actúan como medio de transmisión de conocimientos, suponen un aprender del ordenador, pero el diseño y el modelo de aprendizaje implícito en cada uno de los sistemas es radicalmente distinto.

³⁵ Este aspecto se desarrolla a lo largo del capítulo 2.1.4.

2.1.2.

EL SOFTWARE EDUCATIVO EN LOS SISTEMAS DE E.A.D.

2.1.2.1. Criterios de demarcación

2.1.2.2. El diseño del software actual:

2.1.2.2.1. Fases del diseño:

2.1.2.2.1.1. Concepción del programa.

2.1.2.2.1.2. Creación del programa.

2.1.2.2.2. Lenguajes de programación para sistemas de E.A.O.

2.1.2.2.2.1. Tipos de lenguajes

2.1.2.2.2.2. Sistemas multiusuario

2.1.2.2.2.3. Microordenadores.

2.1.2.3. El software educativo.

2.1.2.3.1. Tipos de programas.

2.1.2.3.2. Criterios de valoración.

2.1.2.1. CRITERIOS DE DEMARCAACION.

La preocupación prioritaria de la mayor parte de los centros escolares, una vez que éstos han tomado la decisión de introducir ordenadores para la enseñanza, es el tipo de máquina que deben comprarse. Hay una preocupación enorme por el hardware, por la máquina en si. Sin embargo, la importancia del hardware en el medio educativo es relativa, ya que está íntimamente relacionada con el tipo de programas existentes o que pueden crearse para el sistema específico de que se trate. De este modo, el software se convierte en el principal protagonista de la utilización del ordenador como medio educativo, dependiendo el éxito de éste de la calidad del producto confeccionado. La calidad del software que manejemos será uno de los elementos clave para el éxito o fracaso tanto en la utilización de sistemas de E.A.O como de sistemas I.E.A.O.

Cuando se habla del empleo de la informática en el ámbito educativo, si bien no se utiliza nunca la expresión *hardware educativa*, no sucede lo mismo en el caso del software. Así, la expresión *software educativa*¹ es utilizada habitualmente por

¹ Adoptamos la terminología inglesa "software", pues la consideramos de una mayor difusión. Este término ha recibido otro tipo de denominaciones tales como : logicial, didactical, material de paso, etc.

docentes, especialistas en educación y ,especialmente, por empresas de desarrollo y venta de material informático.

Al hablar de software educativo y utilizar el adjetivo "*educativo*" de alguna forma estamos suponiendo la existencia de un tipo específico de programas para ordenadores que presentan las características propias que determinan el carácter educacional.

¿Cómo se puede determinar en la actualidad lo que es o no software **educativo** ?.

Examinando diversas fuentes de información ² se puede afirmar que , a grandes rasgos, en EEUU se denomina software educativo a una amplia gama de material que va desde programas de tipo instructivo a programas de aventuras, juegos de mesa, juegos deportivos, etc. Estando estos productos dirigidos tanto a niños de corta edad como a adultos. Así ,los norteamericanos confeccionan enormes catálogos sobre "software educativo" que tienen un carácter eminentemente amplio. La evaluación de la calidad de los productos es realizada por los propios equipos de producción de programas, los cuales suelen incluir especialistas en valoración de software. La

² BORK,A : *Personal computers for education*, Op.Cit. CHARR,C : *Research and Design Issues concerning the development of educational software for children*, Bank Street College of Education, New York, 1983. ELLIOT,R : *Evaluating microcomputer programs*, Special Service in the School, Nº 1, 1984, pp 83-90. ICCE : *The 1985 educational software preview guide*, ICCE publications, 1985. ICCE : *Evaluator's Guide for microcomputer-based instructional packages*, ICCE publications, 1984. KURLAND,M : *Software in the classroom: Issues in the design of effective software tools*, Bank Street College, New York, 1983. Technical Report Nº 15.

evaluación de los materiales generados depende asimismo de los *rankings* de ventas ³.

En los países europeos el nivel de software generado hasta este momento es, en nuestra opinión, inferior en calidad y cantidad, y el adjetivo de "educativo" parece tener una utilización mucho más restringida. Pongamos como ejemplo el caso de Francia cuyo Gobierno ha otorgado importantes ayudas para el desarrollo de este tipo de productos.⁴ Se habla aquí de software educativo como un conjunto de material cuyo contenido está relacionado con el cuerpo de conocimientos propio de los niveles educativos formales del sistema escolar francés. Por tanto, software educativo se entiende aquí como aquellos programas para ordenadores que permiten transmitir un determinado contenido de carácter escolar.

La determinación de los programas educativos es muy variada. De este modo, observamos también en otros discursos afirmaciones tales como "*...otra tipo interesante de software educativo lo constituyen los procesadores de texto, la hoja electrónica y las bases de datos*" ⁵. Curiosamente, este tipo de

³ En norteamérica las distribuidoras de software y las propias tiendas que venden estos productos poseen, igual que sucede con los libros o discos, unas listas con los diez productos más vendidos. No es difícil comprobar que éstos son los programas que se suelen comentar en las revistas de informática educativa de mayor difusión como *Computers in Education*, *The Computing Teacher*, *Creative Computing*, *Compute!*, *BYTE*, etc.

⁴ El diseño de software educativo está siendo llevado a cabo por grupos de investigación franceses y todo el material y documentación creada se encuentra en el Centro de Pedagógico Nacional de Documentación en París.

⁵ DÍAZ, J : "La enseñanza asistida por ordenador: las aulas informáticas", Ponencia presentada a las Jornadas de Informática Aplicada a la Educación, Madrid, Noviembre de 1985, p.11

herramientas, de útiles aplicaciones, recogen el calificativo de "educativo" por el hecho de poder ser utilizadas en el centro escolar, si bien el origen de los mismos se encuentra estrechamente ligado al ámbito de la organización y la gestión empresarial.

En el caso de los sistemas I.E.A.O. , la mayor parte de los sistemas expertos diseñados con propósitos educativos , tales como Guidon, Scholar, etc ,son programas que instruyen en un área determinada de conocimientos actuando de forma tutorial.

Como se desprende de las observaciones anteriores, el marco referencial de lo "educativo" es bastante amplio, utilizándose para todo tipo de software que pueda ser usado en el medio escolar a nivel doméstico (aunque tan sólo introduzca elementos de carácter lúdico).

Otra forma de determinar el sentido del software educativo es analizando las plantillas valorativas que han sido creadas para medir la efectividad de este tipo de programas ⁶.

De ello se desprende, como consideración general, que todo programa que de alguna forma responda a una determinada modalidad de E.A.O. y desarrolle aspectos de tipo instructivo puede ser incluido en la clasificación de "software educativo", dependiendo su calidad de aspectos tan variados como la forma en que se transmite el contenido, el diseño de aspectos formales (textos, gráficos), la adaptabilidad del contenido a niveles concretos, etc.

⁶ Son numerosas las plantillas diseñadas para lograr una valoración del software educativo. Las referencias sobre las mismas pueden encontrarse en el apartado 2.1.2.3.2.

No todos los estudios actuales están a favor de adjetivar a los programas con tanta condescendencia. Es así como J. Self ⁷ realiza una fuerte crítica del denominado software educativo, afirmando la imposibilidad de otorgar esta denominación a los productos comercializados actualmente. En este sentido, J. Self considera que el hecho de que la mayor parte del software actual sea de carácter instructivo no significa que aporte los elementos suficientes para considerarlo como un producto educativo.

Tanto en las amplias definiciones citadas al principio de este capítulo como en las restricciones realizadas por J. Self hay un importante concepto de fondo: el concepto de *educación*. ¿A qué llamamos educación? ¿Cuándo podemos afirmar que algo es educativo?

No quisieramos en este punto del trabajo detenernos en reflexiones de tipo epistemológico pero si nos parece importante esclarecer lo que en , nuestra opinión, significa dicho concepto.

Toda educación supone, desde nuestro punto de vista ⁸, una transformación, la cual se halla sujeta a un punto de referencia o patrón que marca de alguna forma la adecuación o inadecuación de dicha transformación, considerándose, por tanto, que toda acción

⁷ SELF, J : *Microcomputers in Education. A Critical appraisal of educational software*, Harvester Press, Bristol, 1985.

⁸ Las opiniones sobre este aspecto siguen una línea similar a la desarrollada por el Departamento de Pedagogía Sistemática de la Facultad de Pedagogía de Barcelona. Ver, SANUISENS, A : *Cibernética de lo Humano*, Oikos-Tau, Vilassar de Mar, 1984. "Educación, Pedagogía y Ciencias de la Educación", en SANUISENS, A y col : *Introducción a la Pedagogía*, Barcanova, Barcelona, 1984, pp 5-39.

educativa en sí misma supone un proceso de optimización, perfeccionamiento y mejora de las capacidades de la persona.

¿Cómo valorar este proceso de optimización en el caso de la utilización de un determinado software?

La utilización de un determinado programa para que éste sea elemento de transmisión de información y transformador de los estados del educando es el objetivo fundamental de la utilización del ordenador como medio. El ordenador ha convertirse en un medio educativo y para ello, el software que debe diseñarse ha de responder a las características fundamentales de aquello que llamamos "educativo".

Establecer el número de elementos que podrían utilizarse para llegar a definir lo educativo supone el peligro de dejarse en el tintero gran cantidad de aspectos. A pesar de ello, y advirtiéndolo que aquí sólo se utilizará lo que podríamos denominar elementos fundamentales para la estructuración de un medio educativo a través del uso del ordenador, trataremos de determinar cuales son éstos componentes.

Siguiendo a J. Puig⁹, podríamos distinguir cuatro elementos del medio educativo: la cultura material, los elementos correspondientes a actos y formas de relación, las ideas y conocimientos y el conjunto de los lenguajes. Según esta

⁹ PUIG, J.: *Teoría de la Educación. Una aproximación sistémico-cibernética*, Promoción Publicaciones Universitarias, Barcelona, 1986. p. 104 y ss.

clasificación, podríamos definir el uso del ordenador como un tipo de cultura material.

Los objetos, según este autor, tienen una doble forma de expresión : su utilidad en cuanto a objeto y sus efectos como configuradores de un entorno comunicativo. El uso del ordenador en el ámbito educativo responde a ambas expresiones. Por un lado, podemos destacar su propia funcionalidad .En este caso la diversidad de usos posibles de la propia herramienta. Y la capacidad de utilización del propio objeto como elemento de comunicación personal e interpersonal.

El ordenador responde en sí mismo a un tipo de objeto que puede configurar el medio educativo. Ahora bien, para que ésto sea así, es preciso que sea capaz de aportar una serie de elementos capaces de contribuir a la formación de la persona. En este sentido, y basandonos en los estudios desarrollados por D. Rowntree ¹⁰, podemos determinar seis funciones fundamentales del medio educativo:

1. Impulsar la motivación del alumno. De acuerdo con Rowntree, un alumno es motivado cuando se identifica con los objetos y las metas de aprendizaje.

2. Relacionar esquemas previos de aprendizaje . Cuando hay una asociación, una relación entre los esquemas de conocimiento del alumno y los introducidos por el nuevo medio.

¹⁰ ROWNTREE, D : *Educational Technology in Curriculum Development*, Harper & Row, London, 1982, pp 114-122, citado por SELF, J , Op.Cit., p. 24.

3. Proveer nuevos estímulos de aprendizaje. Incluye las acciones del medio para estimular, guiar o dirigir al alumno hacia el logro de objetivos de aprendizaje.

4. Activar la respuesta del alumno para no permitir que éste aparezca como un mero receptor de la información recibida, sin tener ocasión de transformarlo y evitar una respuesta.

5. Conferir un rápido feedback. Rowntree enfatiza el papel del feedback en el proceso educativo y considera muy importante que el educando reciba una respuesta apropiada y rápida a sus actuaciones.

6. Considerando que algunas estrategias sólo pueden ser desarrolladas a través de la práctica, el último factor destacado por este autor, es la capacidad del medio por motivar al alumno hacia la práctica de los aprendizajes adquiridos.

Otras muchas funciones podrían añadirse a las enunciadas por este autor. J. Self lo hace ¹¹ estableciendo dos factores característicos de todo medio educativo: la constitución del medio como una fuente de recursos y la capacidad de proporcionar secuencias correctas de aprendizaje. En el caso de la utilización del ordenador en la escuela, este último elemento sólo puede ser alcanzado, según Self, a través de buenos programas de ordenador que sean capaces de adaptarse al modelo de aprendizaje del alumno. Este aspecto todavía no ha sido logrado en la actualidad por los programas existentes.

¹¹ SELF, J , Op.Cit., p. 25

En definitiva, el software para poder ser denominado "educativo" debe responder a las cualidades de todo medio educativo. Es decir, debe ser capaz de suscitar algún tipo de transformación sobre el educando, siendo dicha transformación de carácter positivo y optimizante conforme a los patrones personales y socioculturales del momento. De este modo, el carácter o la finalidad instructiva del software no confiere de por sí la idea de "educativo", dado que dicho medio puede carecer de elementos o funciones educativas aunque sea utilizado en el ámbito escolar. Por el contrario, un tipo de software lúdico (juegos, aventuras, novelas interactivas,...) puede, en nuestra opinión, poseer muchos de los rasgos citados anteriormente.

2.1.2.2. EL DISEÑO DEL SOFTWARE ACTUAL.

2.1.2.2.1. Fases del diseño.

La calidad del software educativo actual es uno de los aspectos más cuestionados por los educadores y que ,a menudo, hace poner en tela de juicio la efectividad del propio uso del ordenador en la enseñanza. El material existente en la actualidad no es en nuestro país muy abundante. Lo mismo sucede con el resto de países occidentales y aunque ,por ejemplo , en norteamérica la producción de software ha tenido en la última década un importante incremento, no siempre la cantidad ha supuesto calidad. Son numerosas las revistas especializadas que recogen quejas sobre la cualificación y eficacia de los productos del mercado actual¹².

La producción de este tipo de programas ha seguido diferentes caminos. Desde la creación de grandes sistemas (PLATO, TICCIT, etc) con la finalidad de producir programas aplicables a un determinado sistema escolar, a la iniciativa personal ¹³. En los países con escasos recursos técnicos la tendencia en la producción del software educativo ha sido ; o bien la realización de programas por parte de informáticos con fines lucrativos o, por el contrario, la realización de programas por parte de profesores que a partir de la

¹² Pueden consultarse las revistas: BYTE, The Computing Teacher, Educational Computer, Teaching and Computers, etc.

¹³ SELF, J : Op.Cit., ver capítulo 19 y conclusiones de la obra.

adquisición de unos conocimientos básicos de programación comienzan a diseñar sus propios materiales. Muchas empresas informáticas contactan con estas personas y comercializan sus productos.

En definitiva, se realiza más frecuentemente un trabajo de programación individualizado que en equipo y, como consecuencia, bajo la participación de profesionales de un solo ámbito de conocimiento. El resultado, en la mayoría de las ocasiones, es fácil de predecir. O bien se diseñan programas de buena calidad informática pero que no se adaptan a las necesidades reales de la escuela y de los objetivos del profesor actual o, por el contrario, programas que intentan responder a objetivos concretos pero que por falta de medios y conocimientos de programación resultan de baja calidad. Estos suelen presentarse, en la mayor parte de las ocasiones, como programas lineales, con respuesta cerradas, baja interactividad, poca calidad gráfica, falta de sonido, etc.

¿Es necesario seguir un método de trabajo específico para la realización de programas educativos?. Desde nuestro punto de vista, la respuesta debe ser afirmativa y, además, consideramos que el primer requisito que debe cumplirse para realizar un programa educativo es que éste sea efectuado en un equipo donde profesionales de la educación, profesores especialistas en la materia de que trate el programa, educadores, y programadores trabajen en máxima coordinación siguiendo un método de trabajo sistemático.

Realizar un buen programa no es ,evidentemente, una tarea fácil y , por tanto, es necesario seguir una metodología de trabajo para poder confeccionar un buen producto.

Ni la metodología ni las fases de realización de los programas se encuentran establecidas de forma categorica. No obstante, a pesar de ser numerosos los estudios en torno al establecimiento de las etapas y fases de elaboración de software, en su conjunto se puede afirmar que las semejanzas son mayores que las diferencias. Veamos algunos ejemplos , J. Chambers ¹⁴establece cinco fases de producción : el desarrollo de las especificaciones del diseño donde se marcarán los objetivos y la estrategia didáctica a seguir, el desarrollo técnico, la evaluación preeliminar, la producción y la evaluación final. J. Seft ¹⁵, determina siete fases que coinciden bastante con las anteriores: análisis general del programa a realizar, establecimiento de sus especificaciones , diseño del programa, implementación, prueba de su funcionamiento , depuración del mismo, y por último, su publicación. Aunque no entraremos a detallar cada una de estas etapas, si se puede afirmar, que ambos autores se fijan más en la metodología de trabajo informático, es decir, en el diseño de la programación que en los aspectos didácticos. Por el contrario, otros autores como J.M. Lefevre, A. Bork, H. Bestougeff y J. Fargette se centran fundamentalmente en las etapas de diseño didáctico coincidiendo en las fases establecidas a pesar de utilizar denominaciones diferentes :

¹⁴ CHAMBERS, J.A- SPRECHER, J : *Computer Assisted Instruction. It's use in the classroom*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1983.

¹⁵ SELF, J Op.Cit

FASES	LEFEURE	BESTDUGEFF/FARGETTE	BORK
1	CONCEPCION ESTUDIO PEDAGOGICO CREACION DEL PROGRAMA	CONCEPCION ESTUDIO PREVIO ANALISIS FUNCIONES	DISEÑO PEDAGOGICO
2	FABRICACION	REALIZACION	IMPLEMENTACION
3	CUALIFICACION PEDAGOGICA	SEGUIMIENTO	EVALUACION
4			MEJORA

A partir de estos estudios, podemos considerar que las etapas de elaboración del software educativo se podrían concretar en las siguientes fases :

1. CONCEPCION DEL PROGRAMA :

1.1. ESTUDIO PREVIO :

- OBJETIVOS DEL PROGRAMA
- CONOCIMIENTOS PREVIOS

- DEFINICION DEL CONTENIDO

- ESTRATEGIA PEDAGOGICA

2. CREACION DEL MATERIAL:

- ESTRUCTURA GLOBAL

- CREACION DE ITEMS

3. VALORACION DEL PRODUCTO

2.1.2.2.21 Concepción del programa.

La concepción de un programa educativo constituye la esencia del trabajo de la elaboración del software. El principal objetivo de esta primera fase es estudiar y fijar los parámetros fundamentales del programa a realizar. Estos son ¹⁶ : a) los objetivos del programa, b) el nivel de conocimientos exigido antes de comenzar el programa, c) la definición exacta del contenido y, d) la elección de las estrategias pedagógicas.

a) Los **objetivos del programa** pueden determinarse a dos niveles : enmarcando la población a la que va dirigida, desde el punto de vista específico (curso, edad) o desde un punto de vista más general (por ejemplo, a partir de los nueve años, ciclo superior de EGB, etc). O bien ,se pueden definir los resultados esperados de un determinado programa en base a la prescripción de lo que se desea que ocurra después de utilizarlo. Es decir, caracterizar las diferencias entre el antes y el después de la utilización del producto. La

¹⁶ LEFEVRE, J.M. : *Guide pratique de l'enseignement assiste par ordinateur*, Op.Cit. , p. 100.

descripción de esta diferencia vendrá expresada en términos de saber, saber hacer y/o modificaciones de comportamiento observables para que pueda ser valorada su eficacia.

b) Otro parámetro fundamental es la **demarcación exacta del nivel de conocimientos exigibles** que se considera necesario poseer antes de la utilización del programa. La definición de los requisitos que constituyen el nivel de entrada, supone la puesta en marcha de medios de medida previos (pretest, exámenes, etc) y la posibilidad de controlar la mejor utilización del producto para las personas más adecuadas.

c) La **definición exacta del contenido** puede realizarse en base a dos aproximaciones ¹⁷:

- una definición en extensión donde todos los conceptos o items sean listados de manera general permitiéndose así determinar en todo momento lo que debe ser incluido o no en el programa.

- un estudio de las relaciones entre los enlaces lógicos que unen los conceptos que aparecen en el programa.

d) La **elección de la estrategia didáctica**. Esta es quizás la parte más difícil de realizar ya que no siempre es fácil determinar la forma más óptima de organizar el material a transmitir.

¹⁷ *Ibíd.*, p. 110

La estrategia didáctica debe precisar la utilización educativa del programa y afecta por tanto a las diferentes etapas de elaboración del producto. Los cuatro puntos señalados : objetivos, nivel de exigencia, definición del contenido y estrategia didáctica son los puntos claves que deben cubrir dos objetivos básicos: ser sometidos a crítica en vista de la validación del programa a través de su aplicación y fijar un estado de desarrollo una vez realizada dicha validación. Es a partir de la especificación de estos aspectos cuando se debería proceder a la confección del programa. En este sentido, surge una cuestión fundamental: ¿Quién debe ocuparse del diseño y creación del software educativo?

La contestación a la cuestión anterior entra dentro de algunas consideraciones de tipo personal que nos llevan a afirmar la existencia de la necesidad de que este tipo de tareas sea llevada por un equipo interdisciplinar que actúe con unas funciones específicas en las diferentes fases de la elaboración de los programas. Este equipo debería estar formado -según nuestra opinión- como mínimo , por un profesor especialista del área o materia sobre la cual se elabore el programa, un especialista en educación con conocimientos básicos de informática que pueda asesorar en el diseño didáctico y en el establecimiento de los objetivos y actividades previas a desarrollar y por último, un programador que deberá traducir al lenguaje informático las especificaciones realizadas por el resto del equipo de trabajo. En definitiva, las fases de elaboración de software educativo

y los especialistas que interviene en cada una de ellas podrían quedar expresados en el siguiente esquema :

FASES	OBJETIVOS	ESPECIALISTAS
Estudio Previo	Conocimientos previos. Contenidos Estrategias	Profesor especialista en la materia y especialista en educación.
Creación	Traducción de los objetivos propuestos a un lenguajes de programación	Programadores y especialistas en educación.
Seguimiento	Desde el punto de vista pedagógico: -análisis de la eficacia educativa. Desde el punto de vista informático: - control, depuración, y refinamiento del programa	Programadores, especialistas en educación y profesor de la materia.

2.12.2.12 La creación del programa.

2.1.2212.1. Configuración de la estructura global.

El proceso de creación de un programa consiste en estructurar y ordenar, lógicamente y cronológicamente, todos los componentes de la materia en una colección de elementos, y en base a ellos, definir exactamente los pasos a realizar. Para ello, como primer paso se deberá escoger el tipo de estructura del programa.

La estructuración del software depende de la estrategia didáctica marcada anteriormente. Esta puede responder a la siguiente pregunta ¿qué papel se dará al ordenador en el estudio del software educativo?. La respuesta está ligada al contexto (hábitos de la institución, cultura de los usuarios, ambiente intelectual), a los objetivos a alcanzar (saber, saber hacer, comprender, conocer,...), a la estrategia didáctica que se desea adoptar (directiva, no directivas, etc) y a la materia en sí misma.

La estrategia puede ser definida en base a dos posibles polos : la E.A.O. directiva y la E.A.O. no directiva ¹⁸. En el primero de los casos, se debe crear un programa que facilite la transmisión por parte del ordenador, de una determinada materia. Para ello, la estructura del programa deberá responder a las características propias del aprendizaje de dicha materia respondiendo así a objetivos de eficacia en la transferencia, asimilación y control de contenidos precisos, medición del saber adquirido, etc.

¹⁸ *Ibidem*, p. 113.

No siempre está clara cuál es la mejor estructura que debe adoptar el programa para que éste sea aprendido por el educando. A menudo, la lógica de la materia se opone a la forma en que el educando adquirirá y comprenderá las nociones básicas de dicha asignatura.

La E.A.O. no directiva tiene como objetivo crear un ambiente de aprendizaje donde el educando pueda experimentar llegando a la creación de sus conocimientos mediante un proceso de descubrimiento. El diseño de este tipo de material se enraiza en la persecución de unos objetivos formativos en contraposición con los objetivos de carácter instructivo perseguidos por la E.A.O. directiva. La creación de este tipo de programas es más compleja y requiere importantes conocimientos psicopedagógicos.

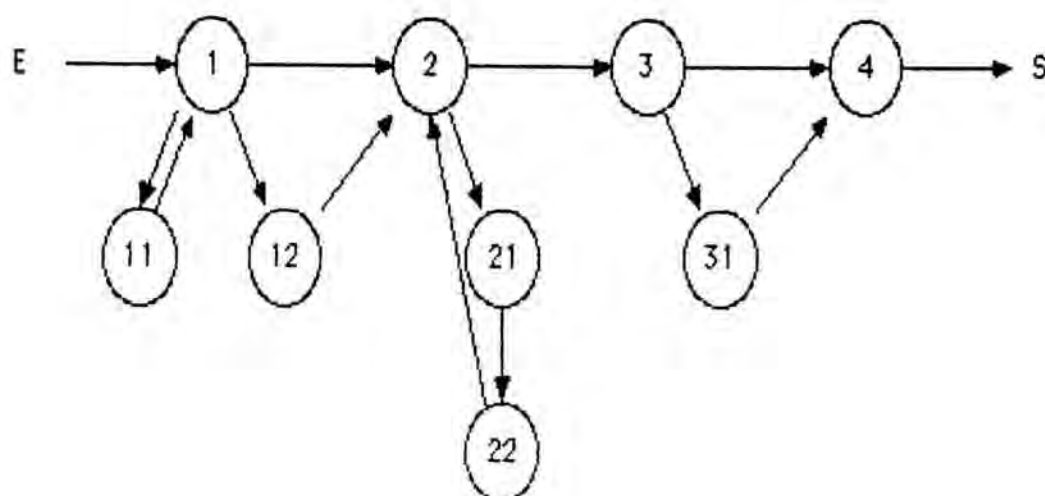
Ambos tipos de E.A.O. conllevan una estructuración de los programas muy diferente así encontramos que mientras las estrategias algorítmicas son las más utilizadas para la E.A.O. directiva, las estrategias heurísticas lo son para la E.A.O. no directiva.

En los programas de tipo tutorial, el educando está guiado por el sistema que juega el rol de tutor en el interior de la materia. El autor del programa ha definido uno o varios caminos posibles que ha juzgado como los mejores y más aptos para responder a la mayoría de las necesidades. Estas opciones son propuestas por menús o impuestas en función del análisis de las respuestas

realizadas por el alumno. El programa con más abierto sea, es más rico y las opciones son más numerosas. Pero con más numerosas sean, el programa es de más difícil construcción.

El **modelo líneal** llamado también modelo skinneriano no presenta caminos posibles. La materia es atomizada y presentada de forma continua al alumno. Este tipo de organización si bien puede resultar adecuado para algún tipo de programa o área concreta presenta bastantes inconvenientes. Entre los más destacables podemos señalar que, en primer lugar, al solicitar al alumno un esfuerzo mínimo, la materia aparece diluida al extremo y el progreso es muy lento. Los programas son largos y se hacen, a menudo, monótonos provocando el cansancio de los educandos. Por último, podemos destacar que la interactividad y el diálogo entre el alumno y el sistema son mínimos y muy rudimentarios.

Otro tipo de estrategia tutorial es la desarrollada a través del **modelo ramificado**. Definido por J. Crowder, este modelo presenta una organización de la materia menos parcelaria siendo el esfuerzo requerido al usuario mayor que en el modelo líneal. Este modelo se presenta por una rama principal recorrida rápidamente y diferentes ramas suplementarias, y retornos a los items ya vistos.

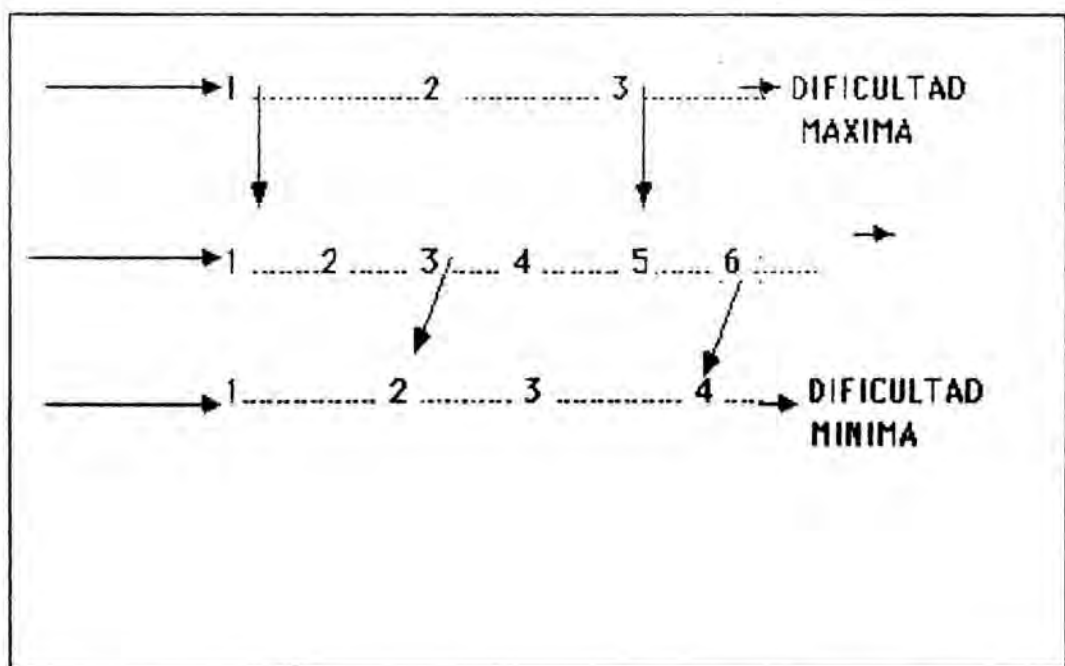


Las ramas son los diferentes caminos posibles a recorrer pero éstas no son elegidas por los alumnos, la elección se realiza de forma transparente y automática en función de las respuestas realizadas. El modelo ramificado se encuentra bien adaptado a una *pedagogía del error*. La identificación de un error tiene como origen un diagnóstico que será seguido de una ramificación que supone una terapia específica para salvar el error identificándolo.

El modelo ramificado de Crowder es el origen de los gráficos arborescentes que representan la primera adaptación de un programa a las necesidades de los alumnos. Es un modelo muy utilizado en la E.A.O. dentro de la modalidad tutorial.

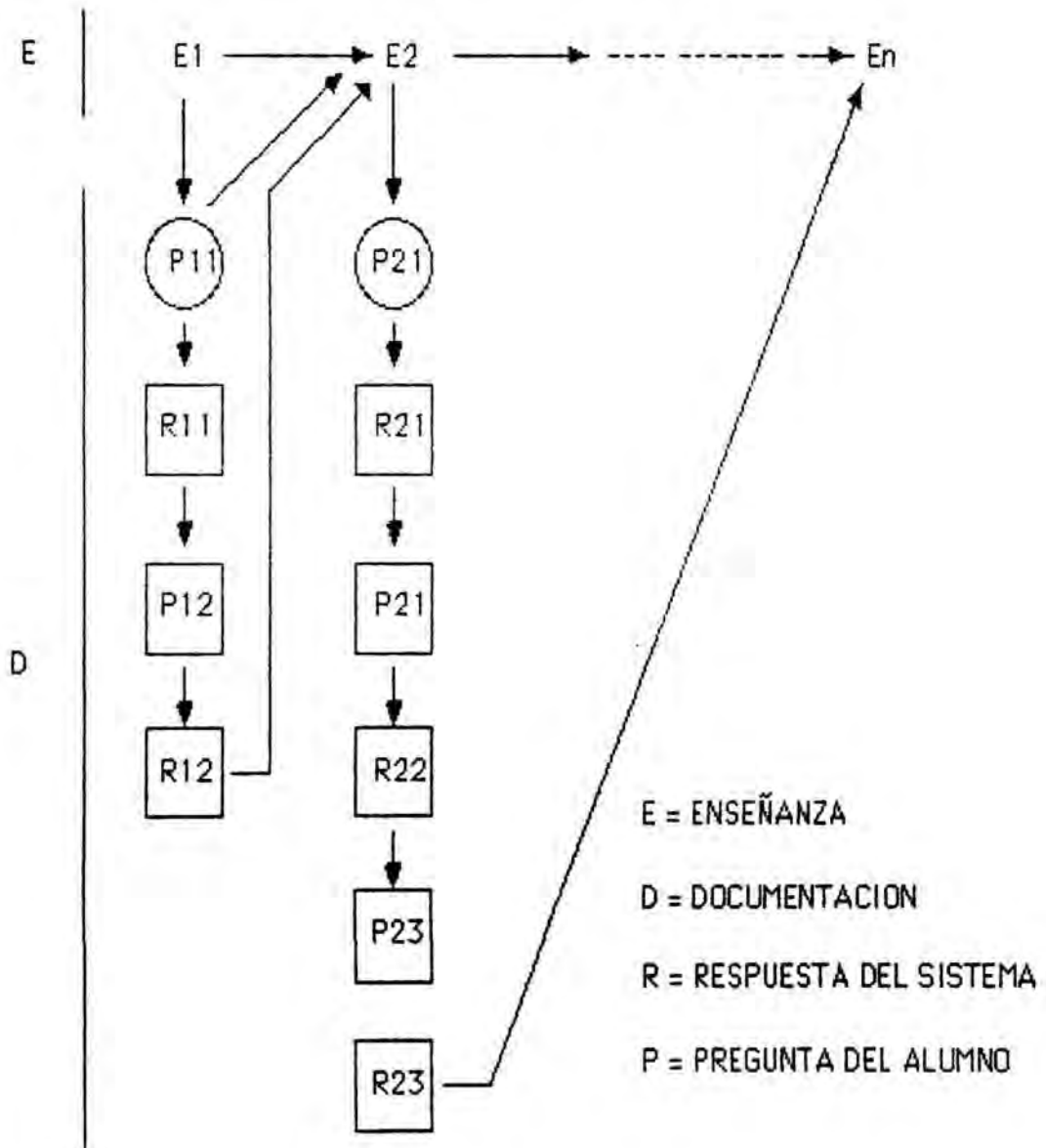
Actualmente se utilizan también muchos programas que poseen niveles diferentes de dificultad. Estos están basados en los **modelos multinivel**. Como su nombre indica, están diseñados en función de diversos tipos y niveles de dificultad. Al nivel máximo de

dificultad máxima le corresponde el camino más corto. Por el contrario, al nivel de dificultad mínima le corresponde el camino más largo. La materia es presentada con una progresión más lenta y las dificultades del paso de un ítem a otro son atenuadas. Entre el nivel de dificultad máxima y el nivel de dificultad mínima se pueden definir tantos niveles intermedios como se desee y las diferencias previsible entre los usuarios. La definición de un nivel de salida es efectuada o automáticamente o, por el profesor, o bien por el propio usuario. El cambio automático es realizado por el programa en función de las respuestas realizadas por el alumno. Se trata pues de conseguir una verdadera adaptación del programa a nivel real del alumno. Nivel que es susceptible de variar a lo largo de su actuación.



Por último y dentro de la estrategia tutorial, señalaremos un modelo que también es utilizado para el desarrollo de

programas tutoriales : el modelo "en dets de scie" propuesto por P. Demarne ¹⁹, quien establece una diferencia entre los items de enseñanza propiamente dicho y los items de preguntas lanzadas a la iniciativa del alumno. De este modo, en un momento dado, se puede continuar el aprendizaje propiamente dicho o profundizar el punto estudiado mediante preguntas.



La originalidad de este modelo reside en el hecho de que no es el programador quien interroga al alumno, sino que es el alumno quien toma la iniciativa de cuestionar al programa. Este modelo si bien resulta de interés desde el punto de vista educativo, es difícil de programar siendo frecuente que muchas de las preguntas efectuadas por el educando queden sin respuesta.

En todos los sistemas anteriores hay una característica común : siempre es el sistema el que conduce al alumno. Por el contrario, el modelo heurístico propone un desarrollo inverso. No hay mecanismos pre-definidos, solamente un punto de partida y un objetivo a alcanzar. La materia es organizada en items o en grupo de items a los cuales el alumno accederá a través de preguntas.

La utilización más frecuente del modelo heurístico reside en la resolución de problemas donde ,por ejemplo, se den unos datos iniciales de una cuestión que no está completa y el objetivo sea reunir todos los elementos que permitiran la resolución del problema preguntando al sistema. Basándose en las técnicas de resolución de problemas, el objetivo no es sólo encontrar la solución sino construir un proceso lógico que lleve a resolver el problema. El sistema verifica la corrección de la solución pero también la pertinencia del proceso.

2.1.2242.2. La atomización de la materia.

Una vez fijadas las grandes líneas de estructura, es preciso pasar a la construcción del grafo del programa. La realización del grafo será efectuada en dos fases : la atomización del material y el montaje del grafo propiamente dicho.

La atomización de la materia es el trabajo efectuado sobre el contenido en función de los objetivos y la estrategia didáctica establecida. Su objetivo fundamental es descomponer la materia en unidades mínimas de presentación del contenido. Las grandes líneas del grafo son determinadas por dos criterios de organización : la lógica interna de la materia y los modelos didácticos elegidos para las diferentes fases del programa. El trabajo del autor del programa consiste precisamente en integrar los componentes de la estructura y en formalizar los resultados bajo la forma de un grafo.

Un aspecto fundamental de la estrategia de transmisión de la información lo constituye el diálogo establecido en el programa. Este, se sitúa a un término medio entre el diálogo abierto de una conversación y el diálogo cerrado de un video o un film. En el programa, lo que debe quedar fijado es que cada ítem del grafo represente una fase del diálogo. Esta fase , generalmente, se desarrollará en base a cuatro tiempos :

-PRIMER TIEMPO : Envío de información hacia el alumno.

Este momento corresponde a una aportación de información directamente relacionada con la materia o información

"de servicio" : lo que el alumno debe hacer para continuar, diagnosticar la respuesta, etc.

Existen generalmente cuatro tipos de informaciones ²⁰:

- a. alfanuméricas (textuales), semigráficas o gráficas.
- b. visuales
- c. audiovisuales
- d. sonoras

La elección de una u otra depende del medio y de la información.

- SEGUNDO TIEMPO : Reacción del alumno.

El objetivo de la reacción esperada puede variar de lo más simple a lo más complejo. Por ejemplo:

- pasar a la siguiente : se trata de la validación permitiéndolo el encadenamiento líneal.

- orientar hacia una de las posibles salidas.

- verificar.

- medir y cuantificar : se puede tener en cuenta el tiempo de la respuesta y su cualidad. Los valores atribuidos a las diferentes respuestas identificables son definidas por el autor. Las respuestas servirán para establecer las puntuaciones medias o un diagnóstico cuantitativo.

- hacer descubrir : tipo heurístico

- controlar la reacción : en caso de limitación de tiempo.

- Acción directa sobre la pantalla : pantallas táctiles, lápiz óptico, etc.

- Respuestas al teclado

- sistemas especiales diseñados para discapacitados, etc.

-TERCER TIEMPO : Tratamiento de la reacción.

En el tratamiento de la reacción encontramos tres fases a realizar :

En un primer momento ,se realiza el tratamiento inicial. La utilización del teclado introduce a menudo elementos parásitos no pertinentes al análisis de las respuestas previstas. Este primer tratamiento se diseña con el objetivo de suprimir antes del análisis, las informaciones no significativas, crear equivalentes entre por ejemplo las letras mayúsculas y las minúsculas, reducir las palabras a formas fonéticas, aceptar equivalentes, etc.

La segunda fase consiste en el análisis de las respuestas recibidas comparando las respuestas del usuario con las respuestas esperadas por el creador del programa.

Una vez analizada la respuesta, se cuantifica. Esta tercera fase no es realizada por todos los programas aunque la mayoría realiza algún tipo de análisis estadístico de las

contestaciones como ,por ejemplo, los tiempos de reacción, los itinerarios seguidos, el número de errores cometidos, etc.

- CUARTO TIEMPO : reacción del sistema.

Se trata, en este último tiempo, de determinar una contetación a la reacción del alumno. Las diferentes respuestas posibles han sido asociadas por el autor a las diferentes respuestas identificables.

Una vez elaborado el producto, éste debería ser implementado realizándose un seguimiento posterior tanto desde el punto de vista pedagógico como desde el punto de vista técnico.

2.1.2.2.2. Lenguajes de programación para sistemas de E.A.O.

2.1.2.2.2.1. Tipos de lenguajes.

Un aspecto importante en la creación del software actual es el tipo de lenguaje utilizado para la confección de estos productos. En general, el autor o los autores del programa se encontrarán en una de las siguientes situaciones: o bien, dispondrán de lenguajes de programación estandares (BASIC,PASCAL,C...) o bien de un sistema de autor. En ambos casos , es necesario realizar la programación informática del material pero el tipo de trabajo que debe realizarse es diferente.Mientras que en el primer caso, el programador tendría que dominar un lenguaje de programación , en el segundo caso, se trata simplemente de aprender a adecuar el diseño efectuado a la estructura del sistema y, por tanto, puede ser realizado por personas no expertas programación.

No nos detendremos a analizar el valor del BASIC o el PASCAL para construir programas de E.A.O., sino que nos centraremos en aquellos sistemas que pueden ser utilizados por cualquier docente para construir sus propios programas. En este sentido, en primer lugar debemos distinguir entre los **sistemas autorizados** y los **lenguajes de autor**.

Un **sistema autorizado** es un facilitador de programación que está específicamente orientado hacia la elaboración

de material de enseñanza para sistemas de E.A.O. A partir de la creación de una base de datos que contine toda la información relativa a un curso de una determinada asignatura, el profesor puede elegir y estructurar esta información para presentarla al alumno de la forma que considere más idónea. PLATO y TICCIT constituyen un ejemplo típico de estos sistemas.

El objetivo fundamental del lenguaje de autor es facilitar el desarrollo del software , por parte del profesor, para sus usos en sistemas de E.A.O. Los lenguajes de autor son fáciles de manejar. La mayoría de ellos han sido construidos para permitir el diseño de lecciones de tipo tutorial. Generalmente, estos incluyen : 1) una presentación del texto, 2) preguntas a los alumnos, 3) posibles respuestas a recibir, 4) previsión de aspectos remediales y refuerzo del material, 5) ramificación y dirección.

Los lenguajes de autor varían en función de las especificaciones del hardware para el cual han sido diseñados. De este modo, podemos clasificar los lenguajes de autor en base a tres criterios: sistemas multiusuario, microordenadores , y ordenadores personales.

2.1.2.2.2. Sistemas multiusuario.

En el pasado, la mayor parte del material para E.A.O. fue confeccionado para ser usado en ordenadores de gran capacidad al servicio de numerosas terminales simultáneamente. Alguno de estos

lenguajes todavía siguen utilizándose en la actualidad para desarrollar este tipo de sistemas multiusuarios. De entre éstos destacaremos cuatro tipos : COURSEWRITER, ASET, TUTOR y NATAL-74.

- COURSEWRITER es un grupo de lenguajes elaborados por la empresa IBM para ser utilizados en estaciones de autor. Estos poseen capacidades multimedia siendo posible utilizar imágenes dinámicas, realizar mensajes sonoros y presentar información escrita. Este sistema es de fácil utilización. Consiste en una pequeña colección de comandos usados para señalar la información que se desea presentar a los alumnos, las respuestas previstas y las alternativas propuestas para cada una de las preguntas.

- ASET (Author Systems for Education and Training) es un sistema de instrucción diseñado por UNIVAC. Es una sofisticada herramienta que es capaz de crear una gran variedad de estrategias de instrucción. Una lección de ASET está formada por una lección fuente y una serie de unidades. La lección fuente contiene varios directivos que pueden usarse para especificar cómo presentar y controlar la lección , las opciones incluyen también el tiempo de respuesta, el análisis fonético, el número de entradas, etc. Una unidad es el segmento fundamental de la instrucción y consiste en cuatro partes: el nombre de la unidad, el texto inicial, una serie de comandos de respuesta y un texto secundario de soporte.

El nombre dado a la unidad es utilizado para diferenciar las diversas ramificaciones del programa. Aunque ASET es un poderoso sistema, no es fácil utilizar todas sus posibilidades con lo cual los se precisa de una cierta especialización para utilizarlo.

- TUTOR. Este es el lenguaje utilizado en la construcción de las lecciones del sistema PLATO . Este, como ya se ha mencionado anteriormente, es un sistema multimedia utilizado para la creación de materiales educativos para E.A.O. Una de las características fundamentales del lenguaje TUTOR es la capacidad de crear gráficos interactivos de alta resolución. Esta es quizá la parte más poderosa del sistema ya que ayuda a las relaciones comunicativas entre el usuario y el ordenador. El sistema TUTOR está orientado para ser utilizado por profesores por lo cual su construcción es sencilla y puede ser usado aunque no se posean conocimientos de programación.

El lenguaje TUTOR ha ido acomodándose a los cambios requeridos tanto por el usuario como por el hardware. Desde que el lenguaje fue diseñado para soportar el sistema PLATO hasta la actualidad ha sufrido importantes modificaciones. Así, TUTOR ha sido usado como base para la construcción del lenguaje SIMPLER que si bien es más sofisticado que TUTOR es más barato y también puede ser utilizado en microordenadores.

21 BARKER, P-YEATES, H : *Introducing computer assisted learning* , Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1985, p. 105.

- NATAL-74. La multiplicidad de los lenguajes de autores, desde hace tiempo, una dificultad para el intercambio de software. Para resolver esta problemática, el "National Research Council" de Canada desarrolló el sistema NATAL (National Author Language) ²². Este pretendía ser un sistema fácil, manejable, que pudiera ser usado por terminales independientes y permitiera el desarrollo de funciones computacionales y lógicas. Así, este tipo de lenguaje difiere del resto ya que puede ser utilizado en diferentes tipos de terminales realizándose pequeñas modificaciones

NATAL-74 ha sido utilizado fundamentalmente para construir programas de práctica y ejercitación aritmética. Pero, en la actualidad, se están ampliando sus aplicaciones y se está estudiando la posibilidad de interconectar este lenguaje con el sistema canadiense de videotex TELIAN.

2.1.2.2.2.3. Microordenadores.

El descenso del coste de los ordenadores llevo progresivamente al desarrollo de una serie de lenguajes de autor capaces de diseñar programas válidos para este tipo de máquinas. Son numerosos este tipo de lenguajes creados, sobre todo, en Canadá, Inglaterra y Estados Unidos. De entre ellos destacamos, los lenguajes TICCIT, DECAL, STAF, CICERO, PILOT y MICROTTEXT.

- TICCIT (Time Share Interactive Computer Controlled Information Television) es un sistema de EAD que combina los ordenadores con la tecnología televisiva para producir una más alta individualización del aprendizaje pudiendo controlar hasta 128 alumnos. Posee un generador de color, videos, gran facilidad de audio y un teclado especialmente diseñado para hacer manejable su uso.

El lenguaje TICCIT es de fácil utilización y su objetivo fundamental ,al igual que en el caso del lenguaje TUTOR, es crear material de E.A.O. que sirva de fuente para diversos usuarios pudiendo éstos adaptarlos a sus necesidades.

- DECAL es un lenguaje producido por Digital Equipment Corporation. El sistema está escrito en BASIC y puede ser usado para todos los niveles y áreas de instrucción. Durante la creación de una lección, DECAL dirige al programador preguntándole por la información y dándole los elementos del lenguaje que permite al profesor estructurar la lección de acuerdo a sus aplicaciones. La lección puede presentar material al alumno, responder preguntas, corregir respuestas erroneas y determinar los niveles que deben seguir cada alumno.

- STAF (Science Teachers Authoring Facility) fue confeccionado como parte del programa de desarrollo nacional de programas para E.A.O. en Inglaterra entre 1974 y 1977²³. La característica más destacable del sistema es que es usado con

²³ En 1982 apareció una nueva versión de este lenguaje.

FORTRAN aprovechando las importantes ventajas de este lenguaje para el desarrollo de programas de aplicados a las ciencias.

El sistema STAF está formado por dos parte : la primera permite realizar programas en lenguaje STAF para ser creados, validados y modificados por profesores. La segunda, interpreta estos programas y conduce a un diálogo interactivo con el alumno y la terminal. Este tipo de lenguaje es utilizado en la actualidad a niveles universitarios para el desarrollo de programas de química.

- CICERO es un sistema autorizado que ha sido desarrollado por la Open University para generar programas tutoriales de E.A.D. Los programas producidos por CICERO proveen a los alumnos diagnóstico y ayudas remediales. Este tipo de programas son accesibles para cualquiera de los centros de la Open University a través de terminales conectadas con ordenadores particulares y públicos a la red telefónica. El sistema es adaptativo en el sentido de que el material es presentado a los alumnos por el ordenador, los alumnos introducen las respuestas, y la próxima presentación del ordenador depende de la respuesta emitida por el alumno.

- PILOT . Este lenguaje fue desarrollado en E.E.U.U. al principio de la década de los setenta y desde su formulación original han sido desarrollados gran cantidad de implementaciones : TINY, PILOT-P, COMMON PILOT, SUPER-PILOT, APPLE PILOT, PET PILOT, etc.

Cada una de ellas ofrece características específicas aunque como rasgos comunes se pueden destacar que²⁴:

- Es un lenguaje disponible para gran cantidad de microordenadores y minicomputadores.

- Numerosos lenguajes de programación como BASIC y PASCAL pueden soportar interpretes de PILOT.

- El número de comandos no es muy extenso.

- Es fácil de aprender.

- Existen muchos programas disponibles elaborados con este lenguaje.

- MICROTEXT ha sido desarrollado por B. Watson de Gran Bretaña para ser utilizado en ordenadores de diseño inglés como por ejemplo PET, BBC, Commodore, etc. Es un lenguaje de autor bastante similar al PILOT y que puede desarrollar programas interactivos utilizando gráficos y sonido. El material de enseñanza se prepara en un procesador de textos convencional equipado para la realización de lecciones tutoriales.

2.1.2.3. EL SOFTWARE EDUCATIVO.

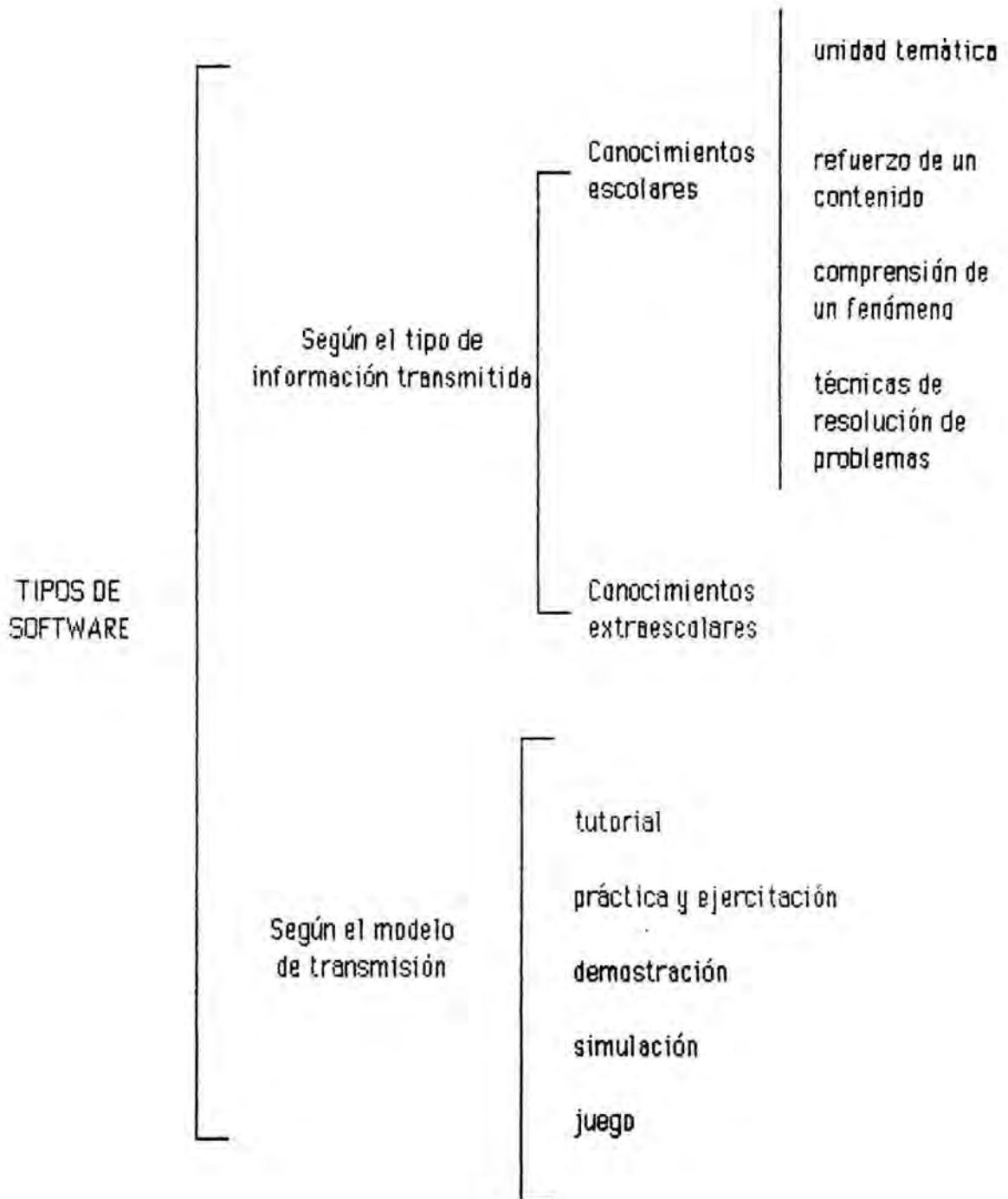
2.1.2.3.1. Tipos de programas.

Se ha intentado, en capítulos anteriores, demarcar el tipo de software que puede clasificarse dentro del marco de lo "educativo". Al delimitar este ámbito, en el fondo se han estado introduciendo juicios valorativos en torno a qué tipo de programas deben o no considerarse pertinentes para ser utilizados en el marco escolar. Al margen de estas apreciaciones y centrándonos en los productos diseñados en la actualidad con este tipo de propósitos, aparece en el terreno educativo una amplia serie de programas que pueden ser utilizados con funciones y objetivos específicos.

La mayor parte de programas confeccionados con el objeto de ser integrados en la escuela intentan cubrir la amplia gama de los conocimientos utilizados en los programas escolares. Sin embargo, el número de programas diseñados para la E.A.O. todavía no es suficiente para llegar a completar esta gama de conocimientos, incidiendo, la mayor parte de ellos, en las mismas temáticas ²⁵.

²⁵ Revisando catálogos de las principales marcas de microordenadores y ordenadores personales es fácil comprobar como la mayoría de programas están dedicados a temas tales como la resolución de operaciones aritméticas, ecuaciones, fracciones, etc. así como temas de geografía española.

Los tipos de programas disponibles en la actualidad, podrían clasificarse en base a criterios muy diversos; modalidades, tipos de aprendizajes que desarrollan, niveles a los que van dirigidos, etc. Para poder determinar los tipos de programas existentes hemos escogido dos posibles criterios de demarcación. Según: a) el tipo de información transmitida por medio del programa y b) la forma en que se lleva a cabo la transmisión de dicha información. En este sentido, he seleccionado dos posibles criterios que a mi juicio permiten valorar dos tipos básicos de programas elaborados hasta el momento actual, estos son:



8. TIPOS DE INFORMACIONES.

El tipo de informaciones que se desea transmitir puede estar directamente relacionada con los contenidos específicos del sistema educativo reglado acoplándose, por tanto, a un determinado nivel y área temática o, por el contrario, podemos considerar la existencia de programas de software educativo que no transmitan una información contenida en los programas educativos formales sin que ello implique la carencia de un contenido educativo.

Los conocimientos transmitidos por un programa de ordenador y relacionados con temáticas del ámbito escolar pueden ser de distintos tipos : el software que tenga por objetivo básico la transmisión de contenidos implícitos en una determinada área temática, reforzar un determinado contenido o habilidad, dar información con el objetivo de que sea comprendido un determinado fenómeno natural, social, histórico, físico, etc. y, por último, un cuarto tipo de programas serían aquellos que intentarían enseñar determinadas técnicas de resolución de problemas en áreas específicas de conocimiento.

El tipo de información que se desea transmitir ejercerá un papel muy importante en la estructuración del programa así como en el modelo de transmisión de información.

b. MODELOS DE TRANSMISIÓN.

Clasificar el software educativo en base a los modelos de transmisión supone diferenciar las distintas modalidades de uso

común en los sistemas de E.A.D, tratados en capítulos anteriores. Así, hallamos :

1. **Software tutorial**, cuyo objetivo es instruir al educando en una determinada área de conocimiento mediante la transmisión de las informaciones pertinentes para el aprendizaje de una área temática concreta.

2. **Software de práctica y ejercitación** , se centra en la utilización de programas que tienen como finalidad proporcionar un medio adecuado para el dominio de una determinada destreza. Este tipo de programas presentan, frecuentemente, un carácter recuperativo y gozan en la actualidad de un considerable éxito ²⁶.

3. **Software de demostración**, tiene como objetivo mostrar conceptos, técnicas, contenidos, etc de una determinada área de conocimiento.

4. **Software de simulación**. Su finalidad es la representación de modelos teóricos de funcionamiento de un determinado sistema.

²⁶ Por ejemplo, el Departamento de Enseñanza de la Generalitat ha puesto en funcionamiento en E.G.B. el sistema TOAM que ha sido diseñado en Israel y experimentado en aquel país desde 1977. Este sistema consta de un software que se enmarca dentro de los sistemas de ejercitación y que tiene como objetivo la realización de ejercicios de aritmética. Estos abarcan desde 2º hasta 7º de EGB y recogen temas diversos , desde los sistemas numéricos hasta problemas de factorialización y potenciación pasando por las adiciones , sustracciones, etc.

5. **Software distractivo.** Utiliza el carácter lúdico para la transmisión de conocimientos, reforzar destrezas, desarrollar habilidades o, simplemente, como un elemento motivacional para el educando.

2.1.2.3.2. Criterios de valoración.

Evaluar el software educativo es una tarea que se han propuesto, en los últimos tiempos, gran número de estudiosos de la temática provenientes, fundamentalmente, del ámbito de la pedagogía y la psicología.

El objetivo de la mayor parte de estos estudios estriba en la construcción de plantillas que permitan valorar la calidad técnica y pedagógica del producto. Existen, desde luego, gran variedad de plantillas²⁷. Sin embargo, no se ha observado, hasta el momento, la adopción sistemática de ninguna de ellas.

²⁷ BATEY, A: "The software selection process: some management questions", *The Computing Teacher*, August, 1985, pp 65-67. BORK, A: *Personal Computer for Education*, Harper & Row, New York, 1985. HOFMEISTER, A: *Microcomputer Applications in the Classroom*, CBS College Publishing, New York, 1984. LATHROP, A-GOODSON, B: *Courseware in the classroom*, Addison-Wesley, Reading, 1983. LOPEZ, C-RODRIGUEZ, L: "Revisión y evaluación de programas de ordenador para la enseñanza", *Cuadernos de educación y nuevas tecnologías de la información*, Nº 2, 1985, pp 14-19. U.U.R.A.: *Evaluator's Guide. For Microcomputer-Based Instructional Packages*, ICCE Publications, Oregon, 1982. Esta obra recoge una investigación sobre evaluación de software educativo realizada por varios Institutos de Educación y Universidades norteamericanas. En ella, se exponen diversos métodos para evaluar software educativo y se desarrollan algunas plantillas de evaluación. YORKE, S-KLENOW, C: "The DISC model for software evaluation and support material design", *The Computing Teacher*, August, 1983, pp 32-34.

El principal problema que presenta este tipo de estudio es la objetivización y cuantificación de los criterios evaluativos escogidos. En ellos, a menudo, se mezclan los aspectos técnicos con cuestiones pedagógicas todavía no resueltas.

Si bien, no pensamos que sea posible la cuantificación exacta de los rasgos a evaluar, creemos que los propios criterios de evaluación si pueden ser superados. O ,al menos, centrarlos en aspectos de tipo más pedagógico. En este sentido consideramos²⁸ la existencia de cuatro grandes núcleos en torno a los cuales pueden extraerse los rasgos de validación del software educativo. Estos son:

- a- El contenido transmitido.
- b- La forma de transmisión.
- c- El marco social de la relación educativa.
- d- Manejabilidad y accesibilidad del programa.

a. El **contenido** de un programa hace referencia a la información cuya delimitación se realiza de forma específica y concreta. Los contenidos que pueden ser transmitidos a través de los programas de E.A.O. pueden consistir en : un conjunto de informaciones-datos, en una serie de reglas (cómo resolver una operación, realizar un cálculo,etc) y, por supuesto, ambas cosas.

²⁸ Los rasgos para la evaluación de software educativo que a continuación exponemos son fruto de un trabajo más amplio desarrollado por la autora de esta tesis junto con el Dr. José Luís Rodríguez Illera. El estudio ha sido elaborado en 1985 como parte de un proyecto de investigación subvencionado por FUNDESCO. Además de establecer los criterios valorativos construimos un modelo de plantilla evaluadora. Ver, GROS,B-RODRIGUEZ,J.L: "La evaluación del software educativo", *Cuadernos de Estudio*, Dpto de Pedagogía Sistemática, Universidad de Barcelona, 1987 (En prensa).

El tipo de contenido que se transmite adopta forma muy diversas según sea el tipo de E.A.O. Así, el contenido puede ser meramente informativo (en los programas tutoriales), establecer datos y reglas (práctica y ejercitación), plantear situaciones (simulación), etc.

En términos generales, el tipo de información que se transmite adopta un modelo de aprendizaje significativo por recepción -siguiendo la terminología de Ausubel- aunque , en ocasiones, puede incorporar muchas de las características del aprendizaje por descubrimiento. Especialmente en los programas de simulación y en los que se generan a partir de estructuras de juegos o aventuras. Este último aspecto, es quizás uno de los retos del software educativo. Es decir, lograr una transmisión de los contenidos que no predetermine totalmente la forma de adquisición de la información por parte del educando, y que esté lo suficientemente adaptada al nivel en que actúe, consiguiendo la construcción del aprendizaje por procesos significativos.

b. La manera en que un determinado contenido es transmitido es una parte muy importante a tener en cuenta para valorar la eficacia de un programa.

En el análisis de la forma de transmisión del contenido odemos distinguir dos categorías: los criterios que están relacionados con el propio contenido a transmitir y los aspectos propiamente relacionados con el modo de transmisión.

El primero de éstos hace referencia a la peculiaridad del contenido del programa. El contenido en sí, su estructuración puede marcar la propia estrategia de enseñanza del programa. De este modo, el contenido implícito en un programa tutorial conferirá una estrategia de transmisión completamente diferente al contenido que intenta ser transmitido mediante un modelo de simulación.

No sólo afectará la modalidad sino también el propio contenido. Además de éste, la transmisión se verá afectada por los niveles a los que va dirigido y el tipo de aprendizajes que se desean conseguir. Así, por ejemplo, los programas dirigidos a niños de cortas edades deberán poner un énfasis especial en los gráficos, colores, dibujos, música. Los textos deberán ser cortos, con un lenguaje concreto, claro, etc.

El tipo de aprendizaje²⁹ prioritario en un determinado programa influye también en la forma en cómo se transmite el contenido. El estudio de la forma de transmisión se encuentra, por tanto, muy próximo al estudio de la estrategia didáctica utilizada en un determinado programa.

En cuanto al modo de transmisión propiamente dicho resulta de interés el análisis de: el tipo de transmisión realizada (línea, ramificada,...), la accesibilidad a partes determinadas del programa, la existencia de menús, el tipo de paso de una pantalla a

²⁹ Los programas podrían ser valorados en base a la distinción de los cinco tipos de aprendizajes propuestos por Gagne, es decir, estrategias cognitivas, destrezas intelectuales, actitudes, información verbal y habilidades motrices. Recordaremos que éstos no están relacionados a un área concreta de enseñanza sino que pueden ser desarrollados por disciplinas diversas.

otra, la combinación de los aspectos gráficos, texto y sonido y ,por último, los aspectos motivacionales desarrollados en el programa.

c. El ordenador genera un tipo especial de relación . No puede considerarse que sea radicalmente nueva ya que comparte aspectos de otras relaciones sociales pero también aporta elementos específicos (el tipo de diálogo , la complejidad de los contenidos,etc).

Los rasgos que podrían determinar esta dimensión son :

- Individual/grupal. Se trata de valorar la forma de uso del programa. En general, la mayoría de los programas actuales están pensados para ser utilizados de forma individual. Sin embargo, habría de estudiar si realmente es esta la forma de trabajo más positiva en cierto tipo de modalidades como por ejemplo , la simulación , resolución de problemas y tutorial.

- Escolar/extra-escolar. El medio donde se desea utilizar el programa define, generalmente, su contenido y tipo de estructura . Sin embargo cabría la posibilidad de pensar que los programas pueden utilizarse también para generar otro tipo de actividades que no sean estrictamente las de tipo escolar. O que incluso un mismo programa puede ser utilizado en contextos diferentes.

- Programa como parte del curriculum/actividad complementaria. De forma similar a la anterior, los programas que formen parte del denominado software educativo pueden hallarse incluidos dentro de la temática propia del curriculum escolar o

formar parte de aspectos complementarios (refuerzos o ampliaciones) de los propios contenidos escolares.

En general, consideramos positivo que un programa pueda generar actividades extra-académicas y extra-escolares que permitan a la persona una utilización más dinámica y social del producto.

d. Los rasgos que afectan a la manejabilidad y accesibilidad del programa son los más comunmente evaluados. Estos, estarán formados por: 1) los datos generales del propio programa, es decir, aquellos aspectos que son indispensables antes de utilizar el programa. Por ejemplo, tipo de ordenador, necesidad de una o más unidad de disco, utilización de algún periférico, etc. 2) Las características referentes al manejo del programa. Desde el punto de vista pedagógico incluirían aspectos tales como el tipo de nivel educativo a que está orientado, el área temática, la necesidad de poseer algún tipo de conocimiento previo para utilizar el programa, el tiempo medio necesario para su ejecución, etc. 3) Por último, sería preciso analizar cómo está presentado el programa, considerándolo, en este sentido, los aspectos de tipo visual, sonoro y táctil

2.1.3.

EL SOFTWARE EDUCATIVO PARA SISTEMAS I.E.R.O.

2.1.3.1. El diseño de sistemas expertos.

2.1.3.2. Los sistemas de programación:

2.1.3.2.1. Entornos de programación.

**2.1.3.2.2. Lenguajes de programación para
sistemas expertos.**

2.1.3.3. Programas para sistemas I.E.A.O.

2.1.3.3.1. Aspectos generales.

2.1.3.3.2. El sistema SCHOLAR.

2.1.3.3.3. El sistema GUIDON

2.1.3.3.4. EL sistema SPADE.

2.1.3.3.5. El sistema SOPHIE

2.1.3.3.6. El sistema WUSOR-1

2.1.3.1. EL DISEÑO DE SISTEMAS EXPERTOS.

Antes de pasar a describir las diferentes características del diseño de sistemas expertos, es preciso realizar una distinción entre los diversos sistemas existentes. En general, la diferenciación de éstos se realiza en base a la cantidad de reglas de inferencia que pueden ser controladas. De este modo, se consideran dos tipos fundamentales: 1) Los sistemas de **bajo nivel** cuyo objetivo fundamental estriba en la simulación de pequeños sistemas que actúan como subsistemas de un sistema experto humano. Aunque no alcanzan un elevado número de reglas de inferencia pueden ser de gran utilidad. En este sentido, la mayor parte de los sistemas expertos hasta ahora diseñados para el ámbito educativo pertenecen a este grupo. 2) Los sistemas expertos de **alto nivel** intentan simular la actuación total del experto humano y, por tanto, el número de reglas, la base de datos, y la complejidad general del sistema es mucho más elevada.

En términos generales, se considera que un sistema de bajo nivel utiliza entre 50 y 350 reglas de inferencia y puede ser diseñado en un período de tiempo inferior a medio año. Por el contrario, los sistemas de alto nivel pueden utilizar de 300 a 3000 reglas siendo necesario un año o dos para su construcción ¹.

¹ Estos datos han sido recogidos de los estudios realizados por HARMON, P y KING, D : *Expert Systems*, John Wiley & Sons, New York, 1985, p. 201

La distinción de entre estos tipos de diseños no es únicamente conceptual sino que se ajusta al modo en que éstos deben ser realizados. De este modo, el desarrollo de los sistemas de bajo y alto nivel, en cuanto a sus técnicas de desarrollo, ha de pasar por las siguientes etapas:

SISTEMAS DE BAJO NIVEL	SISTEMAS DE ALTO NIVEL
<p>selección de la herramienta para facilitar el desarrollo de un determinado conocimiento</p> <p>identificar el problema y analizar el conocimiento que debe incluirse en el sistema</p> <p>diseñar el sistema</p> <p>diseñar el prototipo</p> <p>probar y revisar el sistema</p> <p>mantenimiento mantenimiento</p>	<p>selección de un problema</p> <p>desarrollo del prototipo del sistema</p> <p>desarrollar un sistema completo</p> <p>evaluar el sistema</p> <p>integrar el sistema</p> <p>mantenimiento</p>

Como podemos observar, las fases son bastante similares, sin embargo existen una serie de diferencias entre el diseño de ambos sistemas que vamos a comentar a continuación.

● *Primera fase.*

En los sistemas de **bajo nivel** el primer paso que debe ser realizado es la selección de una herramienta que facilite la elaboración de un determinado conocimiento, enmarcando con ella el prototipo del software a diseñar. En la mayor parte de los sistemas de bajo nivel, el prototipo se base en la relación diagnóstico-prescripción, es decir, las reglas se basan en la consideración " si entonces" . Aunque también, pueden diseñarse modelos que respondan a paradigmas conceptuales de otra índole éstos son los más frecuentes.

La primera fase del diseño de los sistemas de **alto nivel** no se centra tanto en la selección de la herramienta con que se estableciera el conocimiento como en el conocimiento mismo. En este caso, es muy importante seleccionar el problema pero esta selección incluye en si misma un gran número de actividades que preceden a la decisión de empezar a realizar un determinado sistema experto. Estas actividades incluyen la identificación del problema y de una tarea específica.

La tecnología es todavía muy limitada y, por tanto, la elección del tema no es tarea sencilla de realizar y el éxito del

programa depende precisamente de esta primera fase. Para elegir la temática a tratar es preciso estudiar el conocimiento que debe ser incluido en el sistema analizando qué aspectos deben introducirse y las relaciones existentes entre ellos.

• *Segunda fase.*

La identificación del problema y el análisis del conocimiento que debe incluirse es, en el caso de los sistemas de **bajo nivel**, la segunda fase a realizar. En ella, la estrategia general que el modelo ha de adoptar debe estar en función de la cantidad de conocimiento que se desea tratar. Una vez identificado el problema y creado el modelo de estrategia cuatro son las decisiones que -según Harmon²- se deben especificar:

- a. La situación de las estructuras motivacionales
- b. La duración de las estructuras.
- c. El tipo de respuestas que el usuario puede realizar
- d. El tipo de feedback.

Este cuarto aspecto es de gran interés. En la E.A.O., en general, la retroalimentación se proyecta mediante la transmisión de respuestas que intentan reforzar la tarea. Dado que las tareas a realizar suelen ser simples y cortas, el feedback suele producirse después de cada actuación del alumno. En los sistemas expertos la utilización de la retroalimentación presenta opciones más amplias. En primer lugar, se puede, al igual que en el caso de la E.A.O, utilizar

respuestas inmediatas a las actuaciones, pero también es posible dejar que la persona vaya trabajando durante un largo período de tiempo y después informar sobre los aspectos que han sido realizados correcta o incorrectamente. Una tercera vía, es la no utilización de respuestas en ningún momento de la interacción con lo cual el sistema actúa más como base de datos que como tutor.

En una segunda fase, en los sistemas de **alto nivel**, se debe pasar a la realización del prototipo del sistema. El desarrollo de éste incluye una serie de acciones necesarias para su creación³:

1. El aprendizaje acerca del dominio de la tarea.
2. Los criterios específicos de ejecución.
3. La selección de una herramienta para construir el sistema.
4. La modificación de la implementación inicial.
5. La prueba de la implementación y costes del estudio.

● *Tercera fase.*

En ambos casos, la tercera fase se caracteriza por el diseño del sistema suponiendo, por tanto, la representación de los diálogos y la especificación de las reglas básicas del sistema. No obstante, en el caso de los sistemas de alto nivel, en esta fase deberá ser implementado el prototipo realizado con anterioridad al sistema.

● *Cuarta fase*

³ Ibídem, p. 200

Se caracteriza por la evaluación del sistema para pasar a la prueba, mantenimiento (*quinta fase*) y puesta al día cuando ésto se considere necesario.

2.1.3.2. LOS SISTEMAS DE PROGRAMACION.

2.1.3.2.1. Entornos de programación.

Al ocuparnos del diseño de los sistemas de E.A.O, nos hemos detenido en describir algunos de los lenguajes de programación más usualmente utilizados para este objetivo. En el caso del diseño de sistemas inteligentes de E.A.O., el volumen de programación, los lenguajes necesarios y las herramientas generadas para el diseño de los sistemas suponen una mayor complejidad y dificultad que en los casos anteriormente mencionados. Por ello, los lenguajes de programación utilizados no son los mismos sino que, en su mayor parte, son lenguajes procedentes del campo de la inteligencia artificial.

En el caso del diseño de sistemas inteligentes de E.A.O no merece tanta importancia el lenguaje de programación utilizado como la consideración de todo el entorno de programación de que se disponga.

El concepto de entorno de programación "designa el conjunto de herramientas encaminadas a facilitar el diseño, la construcción y la verificación de programas"⁴.

⁴ GARIJO, F : " Entornos de programación para la Inteligencia Artificial", VALLE, R y Otros : *La Inteligencia Artificial. Introducción y situación en España*, Fundesco, Madrid, 1985, p. 105.

El objetivo fundamental de la creación de entornos de programación consiste en configurar las bases para la producción de un software de mayor calidad cuya función pueda ser garantizada de forma más explícita que en la actualidad.

El conjunto de utilidades que componen los entornos de programación tienen, por tanto, como objetivo básico asistir al programador a lo largo del ciclo de desarrollo de un programa (especificación del problema, diseño del algoritmo, implementación, documentación, mantenimiento, etc). Así, los entornos de programación orientados a la producción de grandes programas proporcionan también ayudas a la gestión y dirección del proyecto.

Las herramientas de ayuda de los entornos de programación pueden ser de diferentes tipos según las necesidades concretas. Las más usuales son ⁵ :

a. Herramientas de ayuda a la especificación del problema.

Permiten al usuario expresar de forma concreta las características del problema que trata de resolver. Se dispone para este fin de un lenguaje de especificación que proporciona núcleos conceptuales que deben ser ajustados al problema objeto de programación.

⁵

Ibidem, pp 106-108.

b. Herramientas de ayuda a la verificación y control de la especificación.

A partir de la especificación de un problema, el entorno de programación permite comprobar automáticamente la coherencia de la especificación demostrando su consistencia, desarrollando prototipos y comprobando determinadas propiedades de la especificación.

c. Herramientas de ayuda a la construcción del programa. Están orientadas a asistir al programador en el diseño del algoritmo comprobando la compatibilidad del mismo con las especificaciones del programa. Este es, desde luego, un aspecto fundamental ya que es frecuente la incompatibilidad entre las especificaciones y las partes de los algoritmos efectuados.

d. Herramientas de ayuda a la verificación del programa. Su objetivo consiste en asistir al programador en el proceso de verificación y validación del programa.

e. Herramientas de ayuda a la detección de errores de ejecución. Ayudan a detectar los errores de tipo técnico una vez cometidos. No los evita sino que muestra las partes defectuosas.

f. Herramientas de ayuda al mantenimiento, evolución y mejora de programas, como por ejemplo, los

sistemas de gestión de la evolución de un programa, los sistemas de medidas de la eficiencia del programa, etc.

g. Herramienta de ayuda a la edición y documentación del programa que permiten editar, generar e implementar documentación sobre el propio programa. Y por último,

h. Herramientas de ayuda a la gestión y dirección de proyectos. Son todos aquellos útiles que pueden ayudar a la gestión de un proyecto (bases de datos de desarrollo de los distintos módulos, evaluación de tiempos, etc), los sistemas de planificación y control de tareas, etc.

2.1.3.2.2. Lenguajes de programación para sistemas expertos.

Los lenguajes de programación utilizados para la confección de sistemas expertos provienen del ámbito de la inteligencia artificial aunque no todo lenguaje procedente de este campo pueda ser considerado válido para realizar un sistema experto.

Para poder construir un sistema experto, los lenguajes de programación deben poseer, en opinión de Rich ⁶, alguna de las siguientes características:

⁶ RICH, E : *Artificial Intelligence*, MacGraw-Hill, New York, 1983, p. 389.

- Variedad de tipos de datos para describir de muchas formas la información que necesita el sistema.
- Habilidad para descomponer el sistema en otros más pequeños. En unidades en que sea fácil introducir cambios.
- Flexibilidad en el control de la estructura para facilitar la revisión y la descomposición paralela del sistema.
- Habilidad para comunicar con el sistema interactivamente.
- Capacidad para producir un código eficiente .

No existen, en la actualidad, lenguajes que posean todas estas características ni es nuestra intención considerar en detalle los diversos lenguajes utilizados para la creación de sistemas expertos. Sin embargo, sí describiremos brevemente los dos lenguajes de mayor incidencia en el campo de la inteligencia artificial ⁷: LISP y PROLOG.

Hasta hace poco tiempo, se podría afirmar que LISP era el lenguaje más utilizado para el desarrollo de sistemas inteligentes. Este lenguaje fue creado por J. McCarthy y sus alumnos en el M.I.T en 1958 . Su propósito general fue *desarrollar un sistema de programación llamado el Registradas de Avisos que era capaz de manejar hechos y comandos, utilizando los hechos según el sentido común para ayudar a interpretar y llevar a*

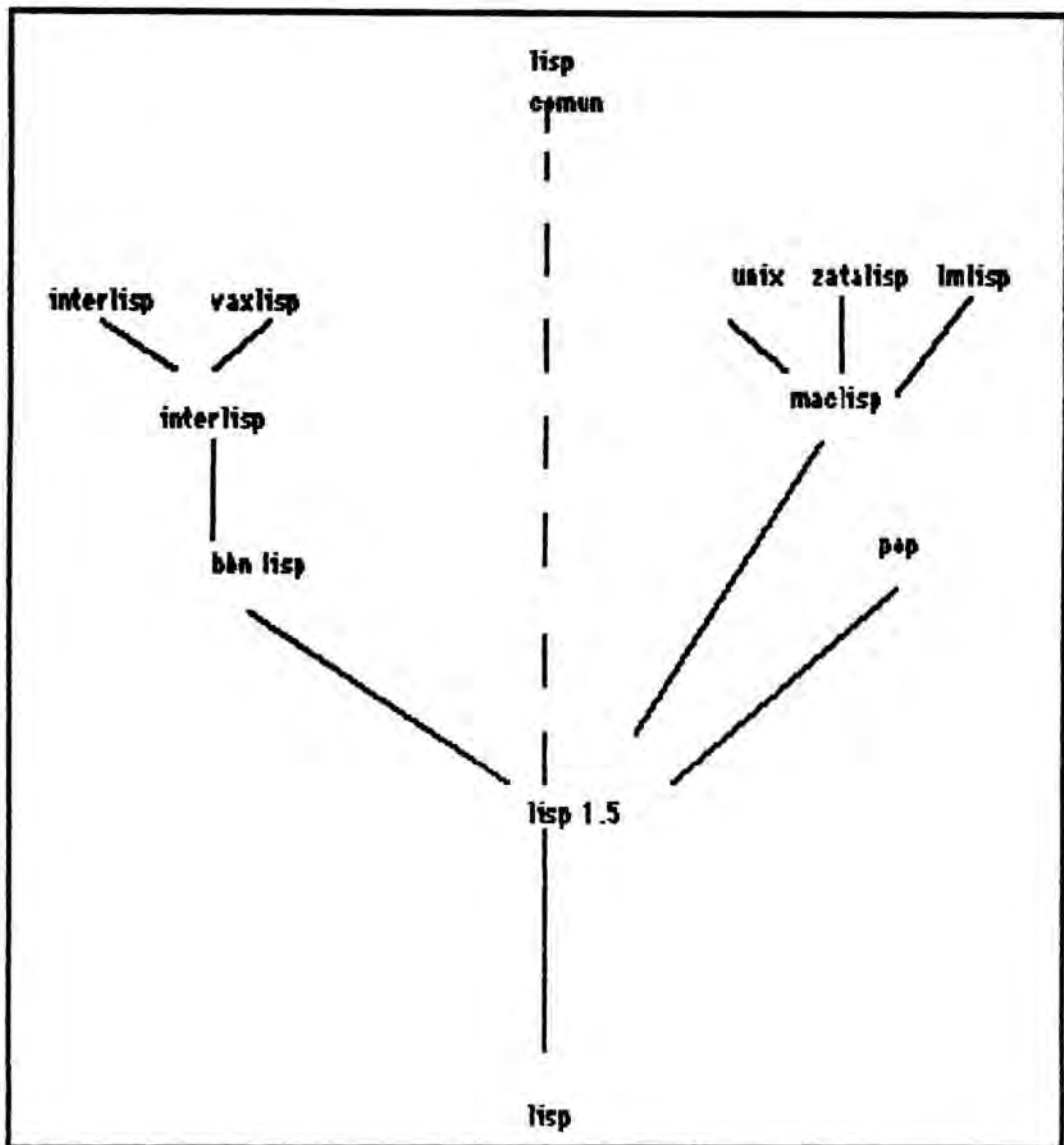
⁷ Estos lenguajes serán examinados con un mayor detalle en la última parte de este trabajo junto con el lenguaje LOGO, los sistemas POP-11 y otros lenguajes de inteligencia artificial de interés para el ámbito educativo

*caba las comandas*⁸. Los expertos en otras áreas, particularmente las relacionadas con la I.A. se dieron cuenta de que el lenguaje de McCarthy aportaba los medios necesarios para la manipulación de símbolos necesarios en la mayoría de los estudios de investigación de la I.A. De tal manera, que el mismo McCarthy lo confeccionó enfatizando la posibilidad de este lenguaje para manejar expresiones simbólicas además de números. No hay pues en LISP una diferencia esencial entre datos y programas ya que pueden ser representados como listas pudiendo estas ser anidadas con mucha facilidad.

LISP no es un lenguaje que pueda ser estandarizado como el BASIC o el FORTRAN ya que sólo tiene unas pocas funciones definidas y el resto se han de definir en función de las necesidades. Sin embargo, en la actualidad son numerosas las empresas que han intentado estandarizar LISP para propósitos comerciales de manera que ya existen muchos dialectos de este lenguaje, tal y como mostramos en el siguiente esquema⁹:

⁸ MARSHALL, G : *Lenguajes de programación para micros*, Paraninfo, Madrid, 1985, p. 86.

⁹ HARMON, P-KING, D ; Op.Cit. p. 86.



En terminos generales, LISP se diferencia de los lenguajes de programación tales como BASIC, PASCAL, FORTRAN, COBOL, etc en tres aspectos fundamentales ¹⁰ :

- Existe un único tipo de datos :las listas, frente a la multiplicidad de tipos existentes en el resto de los lenguajes clásicos.

¹⁰ GARIJO, F, Op.Cit. p. 109

- El control del programa está dirigido por el flujo de datos necesario para calcular las funciones que intervienen en el programa, mientras que en los lenguajes citados, dicho control está expresado explícitamente en las instrucciones del programa.

- No existe separación entre programas y datos.

PROLOG (Programming Language for Logic) fue desarrollado en 1972 por A. Colmerauer y P. Roussel en la Universidad de Marsella. Desde 1972 han habido implementaciones del lenguaje en otros lugares incluida la importante labor desarrollada por el Departamento de Inteligencia Artificial de la Universidad de Edimburgo.

PROLOG es un lenguaje creado para ayudar a la comprensión automática de teóremas. Actualmente, la utilización de una lógica formal para procesos de razonamiento del modelo humano es un problema que se intenta resolver mediante la utilización de este lenguaje. Pero, PROLOG, además, puede usarse como lenguaje de consulta, de bases de datos, para la automatización de razonamientos deductivos o como lenguaje para representar información del proceso de lenguaje natural.

PROLOG es un lenguaje que posee una estructura muy simple y muy diferente del resto de los lenguajes de programación. Un programa confeccionado en este lenguaje consiste en una serie de cláusulas que, o bien reflejan hechos y relaciones que son declaradas

por el propio programador, o bien representan reglas que al aplicarse a los hechos permiten deducir hechos o conocimientos. En este sentido, la resolución de un problema escrito en PROLOG tiene relación directa con el análisis del problema y no con el funcionamiento de la máquina. Por ello, en la actualidad se considera al lenguaje PROLOG como el más indicado para la programación de los ordenadores de la quinta generación.

Además de estos dos tipos de lenguajes, existen una serie de herramientas para la realización de sistemas expertos que aunque la mayor parte de autores no los consideran como lenguajes de programación propiamente dichos¹¹, sirven para la creación de sistemas expertos. En este sentido podemos distinguir los procesadores de lenguajes y los entornos de programación de sistemas expertos propiamente dicho.

Entre los procesadores de lenguajes se encuentran todos aquellos sistemas que intentan facilitar el diseño de los aspectos básicos requeridos por los sistemas basados en sistemas de Inteligencia Artificial. Es decir, todos aquellos sistemas que permitan con facilidad la representación del conocimiento, la realización de procesos de comparación, la búsqueda y los procesos de inferencia. Entre estos lenguajes cabe destacar : PLANNER, CONNIVER, Q-LISP, KRL, FUZZY.

¹¹ No todos los autores opinan que estos sistemas no sean lenguajes de programación, por ejemplo, E.RICH considera que pueden ser tomados como lenguajes de programación al igual que el LISP o el PROLOG.

Los entornos de programación para la construcción de sistemas expertos no difieren mucho de las herramientas utilizadas en el diseño de los entornos de Inteligencia artificial, sin embargo, la mayor parte de los entornos creados se derivan de la construcción de herramientas específicas para la construcción de un determinado sistema. Este es el caso del sistema EMYCIN derivado del diseño del sistema MYCIN, EXPERT derivado del sistema de CASNET, etc.

2.1.3.3. PROGRAMAS PARA SISTEMAS I.E.A.O.

2.1.3.3.1. Aspectos generales.

Contrariamente al considerable volumen de software generado con finalidades instructivo-educativas para ordenadores personales con técnicas de programación algorítmica, los programas desarrollados para sistemas I.E.A.O. son muy escasos.

La mayor parte de los sistemas comenzaron a construirse a principios de los años setenta y todos ellos tienen un carácter experimental por lo cual no han sido comercializados ni tienen, en este momento, cabida en la práctica escolar. La dificultad del diseño de los programas así como los niveles de hardware y software requeridos son los principales motivos por lo que estos sistemas todavía no se han introducido en el mercado del software educativo actual. A pesar de este hecho, las expectativas y el interés que estos sistemas confieren son de una mayor relevancia y constituyen, en nuestra opinión, un importante material de renovación pedagógica.

La diferencia fundamental entre el software confeccionado para los sistemas de E.A.O y los sistemas I.E.A.O. proviene de la propia metodología de programación.

La programación convencional empleada para los sistemas de E.A.O ha sido utilizada para crear sistemas de procesos de datos que son capaces de manejar y procesar gran número de

información pero siempre mediante sistemas algorítmicos secuenciales. Por el contrario, los sistemas tutoriales inteligentes se basan en la programación de sistemas expertos utilizando, para ello, procesos heurísticos de programación.

En definitiva, analizando comparativamente ambos procesos de diseño hallamos que:

1. Los programas convencionales están basados en métodos algorítmicos mientras los programas simbólicos, que caracterizan los sistemas inteligentes de E.A.D., están basados en métodos heurísticos.

2. Los programas convencionales se fundamentan en una base de datos que maneja toda la información. Por el contrario, los programas simbólicos se basan en bases de conocimientos manejando para ello estructuras simbólicas.

3. Los programas convencionales están orientados, fundamentalmente, hacia el proceso numérico y son secuenciales mientras que los sistemas I.E.A.D están orientados hacia procesos simbólicos adquiriendo por ello un alto nivel de interactividad.

El diseño de sistemas expertos con finalidades educacionales se basa en la construcción de programas que actúen como tutores simulando la actuación que realizaría un tutor humano.

La relación establecida hasta el momento entre un programa de ordenador y el alumno, es una relación muy diferente de la que se establece con un tutor humano debido, fundamentalmente, al sistema de comunicación establecido entre el usuario y el ordenador. El propósito de los sistemas expertos es acortar esta diferenciación. Para conseguirlo, el equipo de programación debe poseer el mayor número de datos posibles sobre cómo debe ser transmitido un determinado material, qué estrategias pone en funcionamiento el alumno para recibir y transformar la información, qué tipo de interacciones entre el ordenador y el alumno son las más convenientes, etc. En definitiva, para poder simular a un tutor humano debe poseerse el máximo número de datos sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este es, pues, el mayor problema planteado en los diseños de sistemas tutoriales inteligentes.

La mayor parte de los sistemas diseñados se han centrado en el estudio de algún aspecto específico ya sea; el modelo del alumno, la forma de transmisión del contenido, el modelo de comunicación etc. Gracias a estos primeros sistemas experimentales comenzamos a tener datos sobre las mejores formas de simular determinadas conductas.

El número de sistemas desarrollados es bastante elevado¹². Por ello, hemos seleccionado a cinco de ellos por

¹² Algunos de los más conocidos son : MVCIN, STEAMER, DEBUGGY, GUIDON, SCHOLAR, SPADE, WISOR, SOPHIE.

En España, se está desarrollando en la actualidad el sistema CAPRA. Ver GARIJO, F.-VERDEJO, M.F : Sistemas inteligentes de enseñanza asistida por ordenador, Mundo electrónico, Nº 154, Setiembre 1985, pp 75-82.

considerarlos como los más representativos y sobre los cuales se realizarán las pertinentes críticas y valoraciones a lo largo del próximo capítulo, describiéndose, en este, sus principales características. Los sistemas escogidos son los siguientes : SCHOLAR, GUIDON, SPADE, SOPHIE y WUSOR-1.

2.1.3.3.2. El sistema SCHOLAR.

SCHOLAR fue elaborado por J. Carbonell ¹³ y tiene como objetivo fundamental la construcción de un sistema tutorial basado en la enseñanza de la geografía de America del Sur. La finalidad investigacional de este sistema radica en el estudio de los problemas que surgen al intentar simular el papel del profesor como instructor de unos determinados conocimientos.

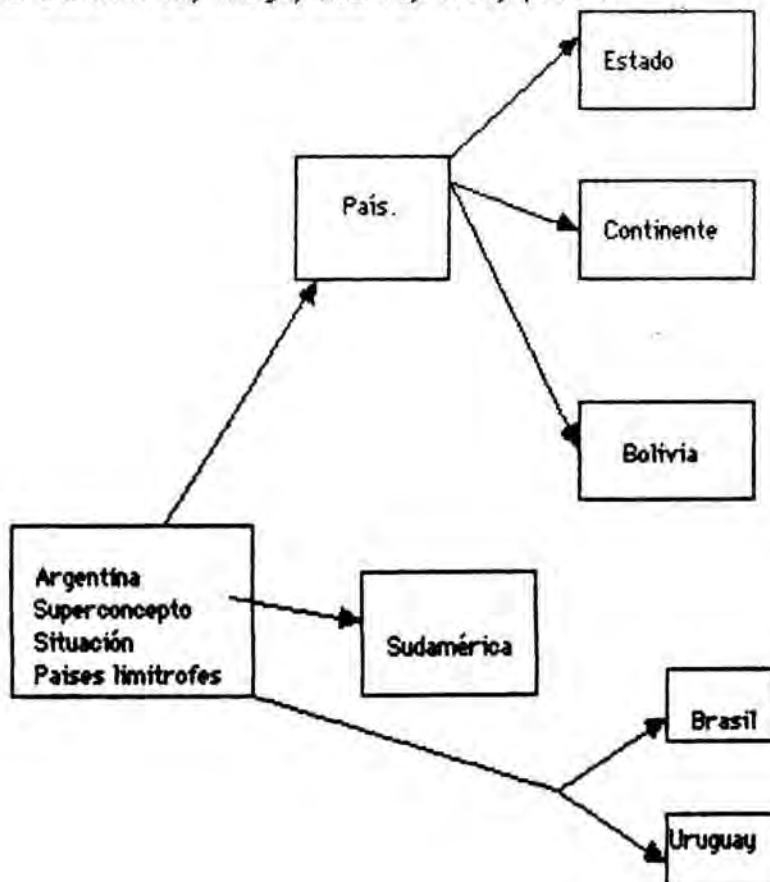
Este sistema utiliza un tipo de representación de conocimientos donde hechos, conceptos y procedimientos se organizan en estructuras de datos en forma de red. Los elementos de esta red están sistemáticamente relacionados con otros elementos de la red

¹³ Este sistema fue desarrollado por J. Carbonell. Ver; " AI in CRI: an Artificial Intelligence approach to Computer Assisted Instruction". *IEEE Transactions on Man-Machine Systems*, N° 4, December 1970.

14. Para que el propio sistema SCHOLAR valore de manera parecida el significado de la estructura de la red es preciso que contenga un programa que interprete la red de la forma requerida. Siempre que sea posible escribir este tipo de programas, el significado de un nudo está representado por sus relaciones con otros nudos, las relaciones de éstos con otros, y así sucesivamente. En definitiva, este sistema está basado en una **red semántica**.

La red semántica se usa de dos maneras diferentes : para determinar los actos de enseñanza y para contestar a las preguntas.

14 Podemos observar este hecho a través de la representación de una parte de la red diseñada por Carbonell. (extraído de la versión castellana de la obra de O'SHER, T-SELF, J : *Enseñanza y aprendizaje con ordenadores*, Anaya, Madrid, 1985, p. 140)



Así, para dar una contestación a una pregunta concreta como por ejemplo ¿cuál es la latitud de Argentina?, el sistema ha de localizar la relación pertinente (latitud).

Este programa puede también manipular preguntas que requieren la enumeración de los elementos de un conjunto, por ejemplo: ¿cuales son los países limítrofes de Perú?. Este tipo de cuestiones serían muy difíciles de incorporar en programas de E.A.O. Asimismo, SCHOLAR permite ignorar el orden en que se mencionan los elementos, y puede señalar las diferencias entre los elementos del conjunto del alumno y los del conjunto delimitado mediante la búsqueda en la red.

La base de todo el sistema radica en la representación del conocimiento a través del uso de redes semánticas. Estas son adoptadas para lograr la simulación de un sistema capaz de enseñar de la misma forma que lo haría un profesor. Cabe destacar que este tipo de modelo podría utilizarse para cualquier otro tipo de información que presentara características similares a las desarrolladas en el sistema geográfico descrito por SCHOLAR.

2.1.3.3.3. El sistema GUIDON.

El sistema GUIDON ha sido confeccionado por W.J. Clancey¹⁵. Recoge la base de datos del sistema MYCIN¹⁶ y enseña a los alumnos el funcionamiento de éste. En definitiva, es un sistema para enseñar como actúa otro sistema.

Un aspecto importante planteado en el diseño y utilización de los sistemas expertos se centra en cómo una base de conocimientos es interpretada por una persona en un contexto problemático particular. Generalmente las bases de conocimientos son construidas mediante intervención de expertos humanos para extraer los máximos conocimientos que éstos poseen. Sin embargo, no está claro que la organización y el nivel de abstracción de los conocimientos sea deseable para utilizar en un sistema tutorial. La exploración de este problema se ha llevado a cabo mediante el diseño del sistema GUIDON. Por consiguiente, el objetivo fundamental de GUIDON es utilizar los conocimientos del experto diseñado a través del sistema MYCIN actuando como tutor del funcionamiento de dicho sistema.

Una de las ventajas fundamentales de GUIDON es que posee una serie de estrategias de enseñanza que pueden ser tratadas en diferentes dominios, proporcionando una amplia perspectiva

¹⁵ CLANCEY, W.J : "Tutoring rules for guiding a case method dialogue", en SLEEMAN, D-BROWN, J.S : *Intelligent Tutoring Systems*, Academic Press, London, 1982, pp 201-227.

¹⁶ El sistema MYCIN fue desarrollado por Shortliffe en 1975. Es uno de los sistemas expertos más famosos en el campo del diagnóstico médico. Permite diagnosticar enfermedades infecciosas proporcionando además la terapia adecuada para las enfermedades detectadas. Todo el sistema MYCIN está basado en reglas de producción del tipo *si (aparecen los síntomas a, b, c, ..., y/o g, h, k, ...) (regla de actuación)*.

generalizadora. Asimismo, el sistema ha sido utilizado para demostrar la aplicabilidad de la producción de reglas de formalización e interpretación en otros dominios donde aparezcan aspectos de diagnóstico y terapia.

El diálogo establecido entre el alumno y el sistema puede ser monitorizado por GUIDON, siendo éste capaz de establecer los progresos que el alumno debe ir realizando en base al nivel de conocimientos adquiridos.

En definitiva, el sistema tutorial GUIDON permite analizar los sistemas de representación de conocimientos a base de reglas de inferencia y la posibilidad de utilizar un sistema tutorial apoyado en los conocimientos de otro experto.

2.1.3.3.4. El sistema SPADE.

Fue desarrollado por H.L.Miller en el Massachusetts Institute of Technology ¹⁷. El objetivo fundamental de SPADE es confeccionar un sistema I.E.A.O que sirva como vehículo para la adquisición de conocimientos de programación de ordenadores. En este sentido, SPADE se centra en el estudio de las técnicas de depuración, la investigación de estrategias de resolución de problemas y los métodos para explorar interacciones entre diferentes alternativas.

¹⁷ MILLER, H.L. : "A structured planning and debugging environment for elementary programming", en SLEEMAN, D-BROWN, J.S, Op.Cit., pp 119-137.

El sistema SPADE, desde su creación, ha sido utilizado con alumnos que están aprendiendo procesos de planificación y depuración de programas y tiene como objetivo, a largo plazo, la construcción de ambientes de aprendizaje capaces de actuar como tutores humanos.

El proceso de actuación de SPADE está basado en la parte gráfica del lenguaje LOGO. De este modo, SPADE se basa en un modelo de procesamiento de la información que se adapta al tipo de protocolo utilizado en LOGO.

En el lenguaje LOGO la resolución de un determinado problema se resuelve mediante el establecimiento de una serie de fases o episodios. Por ejemplo, si deseamos realizar una casa, los episodios realizados podrían ser :

- Partes de una casa : fachada , tejado.
- Propiedades del tejado : triángulo
- Propiedades de la fachada : cuadrado, rectángulo.
-

Una vez definido el problema, deben establecerse los procedimientos y una vez desarrollados deben ejecutarse, localizar los errores y depurar el programa. Para ello, el sistema SPADE posee el denominado *control del modelo* que incluye las siguientes reglas de actuación :

1. Si hay errores, se especifica el lugar y se describe el error cometido.

2. Si en el refinamiento del modelo aparecen subprocedimientos no completos, éstos se sugieren y se describen.

En todo proceso de programación existen tres categorías de planificación de estrategias : la identificación con problemas resueltos previamente, la descomposición en simples subprocedimientos y la reformulación de problemas descritos en otros términos. SPADE es capaz de orientar y permitir que el alumno acceda a un tipo u otro de estrategia de planificación guiándole en el aprendizaje de las metodologías más sencillas para la estructuración y la depuración de programas.

Este sistema constituye de momento una herramienta experimental pero de la que se esperan surjan nuevos sistemas más avanzados y que posean un verdadero valor práctico en la preparación de programadores. Actualmente, SPADE todavía posee muchas limitaciones. Una de las más importantes es que incluso en los problemas más triviales de la geometría de la tortuga se precisa un importante número de nodos, requiriendo una etiquetación de los mismos para cada procedimiento. Este problema se ha intentado resolver mediante la elaboración de *parse/s* que permitan detectar nudos ambiguos y mediante la implantación de dispositivos que

favorezcan la aparición del plan de acción en la pantalla indicándose además el nudo en que se está trabajando.

A pesar de estas dificultades todavía no solventadas, SPADE constituye un interesante sistema tutorial de gran valor pedagógico.

2.1.3.3.5. El sistema SOPHIE.

El sistema SOPHIE está formado por diversos sistemas que se han ido desarrollando desde 1973. En ese año, J.Brown y R.Burton de la Universidad de Irvine en California fueron contratados por las Fuerzas Aereas de EEUU para la realización de un sistema capaz de enseñar electrónica y que pudiera utilizarse en los laboratorios de enseñanza de esta materia. Desde hacia un tiempo, J.Brown y R.Burton¹⁸ habían comenzado a desarrollar entornos de aprendizajes interactivos por lo que aceptaron el proyecto realizando SOPHIE I.

La base de este tutorial estriba en el tipo de comunicación desarrollada entre el alumno y el computador. La hipótesis de trabajo de la cual partían estos autores lo constituía la creencia de que para que se lleve a cabo un aprendizaje efectivo, la

¹⁸ BROWN, J.S-BURTON, R.R-KLEER, J : "Pedagogical, natural language and knowledge engineering techniques in SOPHIE I, II and III", en SLEEMAN, D-BROWN, J.S, Op.Cit. pp 227-279.

resolución de problemas que el alumno debe llevar a cabo ha de estar acompañada de un sistema de diálogo lo más abierto posible.

El sistema confeccionado fue usado experimentalmente durante 1974, realizándose mejoras a partir de su práctica. A dichas investigaciones se le añadieron nuevos equipos de trabajo ¹⁹ creando en 1975 el sistema **SOPHIE II** como extensión de SOPHIE I. Al año siguiente fue diseñado **SOPHIE III**. En él, se intentó introducir capacidades que deberían ser incorporadas para mejorar un laboratorio instructor. Entre ellas destaca la creación de un mini-experto en razonamiento electrónico que posee las características necesarias para interactuar con el alumno y un subsistema de entrenamientos en problemas concretos.

En definitiva, la clave del sistema SOPHIE es realizar tutoriales con un modelo que permita al alumno expresarse con la

¹⁹ Bolt, Benark y Newman equipo de ingenieros pertenecientes a M.I.T.

mayor libertad posible. Algunos ejemplos de estos diálogos²⁰ demuestran como realmente parece haberse alcanzado un sistema muy sofisticado.

SOPHIE se propone desarrollar la capacidad del alumno en la localización de problemas electrónicos por lo que está construido en base a la programación de la ejecución de un experto. El simulador funciona bajo la dirección de un sofisticado monitor para que pueda hacer más cosas que las meras mediciones. Así, se puede usar por ejemplo para ²¹ :

²⁰ Ejemplo de un diálogo del sistema SOPHIE (extraído de la versión castellana de la obra de O'SHER, T-SELF, J : *Enseñanza y aprendizaje con ordenadores*, Anaya, Madrid, 1985, pp 169-170) :

[Se muestra un circuito esquemático y se indican los valores de control]

¿Cuál es la salida?

El voltaje de salida es de 11.7 voltios.

¿Cuál es la de un instrumento de trabajo?

En un circuito de trabajo el voltaje de salida es de 19.9 voltios

Ese valor es incorrecto.

¿Cuál es el voltaje existente entre R8 y Q1?

El voltaje en N1 es de 57.6 voltios

¿Cuál es el voltaje emisor base del transistor limitador de voltaje?

El voltaje emisor es de 0.037 milivoltios.

Sustituya Q5

Voy a hacerle algunas preguntas sobre por qué Q5 es defectuoso.

¿Están cortocircuitadas las uniones?

No sé

¿Están abiertos los terminales?

Si

¿Qué terminales están abiertas?

La base

Q5 no es defectuoso entonces Q5 no será sustituido.

¿Es posible que Q5 tenga la base abierta?

.....

²¹ MILLER, M.L : "A structured planning and debugging environment for elementary programming", en SLEEMAN, D-BROWN, J.S. Op.Cit. pp119-133.

a) Contestar a preguntas no sólo sobre el circuito dado, sino también sobre otro eventualmente modificado²² que precise recurrir al simulador con un modelo de circuito modificado.

b) Evaluar las hipótesis creadas por el alumno²³. Se modifica el modelo del circuito para que se adecue a la hipótesis mantenida por éste y se repiten todas las mediciones del alumno en el marco de este modelo, si las mediciones reales concuerdan con las hipotéticas, la hipótesis es cierta.

c) Generar hipótesis para contestar al alumno que solicite ayuda. El sistema produce una lista de posibles defectos de acuerdo con el voltaje de salida y, a continuación, reduce la lista eliminando todos los defectos que, al ser introducidos en el modelo, contradicen las mediciones que el alumno ha efectuado.

El sistema SOPHIE, a pesar de sus importantes rasgos interactivos, está todavía falto de las características de un verdadero diálogo de enseñanza ya que éste únicamente se propone dar contestación a las preguntas de los alumnos y, en ningún momento, toma la iniciativa.

2.1.3.3.6. El sistema WUSOR-I.

²² Por ejemplo "si se cortocircuita C2, ¿es cero el voltaje de salida?",

²³ Tales como " ¿es posible que R9 esté en circuito abierto?"

Ha sido diseñado por I. Goldstein ²⁴ en 1975. El sistema WUSOR-I sirve para entrenar al usuario en el aprendizaje y realización de un juego llamado WUMPUS²⁵.

El objetivo fundamental de WUSOR-I es simular un modelo del conocimiento del alumno más completo que los realizados por otros programas de I.E.A.O. En este sentido, esta autora considera que los modelos creados para sistemas tales como GUIDON o SOPHIE son inadecuados porque se basan en la consideración de que el conocimiento del alumno es un subconjunto del conocimiento del dominio del experto. Goldstein piensa que es este un punto de vista del proceso de enseñanza que simplifica el verdadero modelo que caracteriza al alumno y, por ello, propone la creación del denominado "grafo genético" ²⁶.

El grafo genético representa el conocimiento del alumno mediante un grafo en el los nodos representan las estructuras procedimentales y los arcos los métodos que deben ser utilizados para cada uno de ellos. En definitiva, se trata de diseñar un modelo que se adapte a la estructura cognitiva del alumno, en cada uno de los

²⁴ GOLDSTEIN, I.P. : "The genetic graph : a representation for the evolution of procedural knowledge". En SLEEMAN, D-BROWN, J.S. Op.Cit., pp 51-79.

²⁵ WUMPUS es un juego de exploración de laberintos basado en ejercicios de lógica y cálculo de probabilidades. El jugador se encuentra inicialmente desplazado en algún lugar del laberinto desde donde debe iniciar su andadura hasta encontrar a Wumpus. La dificultad estriba en que debe ir avanzando a través de una serie de cuevas. Algunas le proporcionan ventajas y otras le impiden avanzar de forma adecuada.

²⁶ Este concepto introducido por Ira Goldstein ha tenido una importante repercusión en la investigación sobre los modelos del educando.

momentos, abandonando, de este modo, la simulación del alumno a través de la creación de un modelo estandar de sistema de aprendizaje.

2.1.4.

**PROBLEMAS BASICOS DE DISEÑO Y APLICACION DE
LOS SISTEMAS DE APRENDIZAJE A TRAVES DEL ORDENADOR.**

2.1.4.1. Determinación de los aspectos problemáticos

2.1.4.2. La representación del conocimiento :

2.1.4.2.1. Descripción general

2.1.4.2.2. Las redes de Petri

2.1.4.2.3. Representaciones lógicas

2.1.4.2.4. Estructuras del conocimiento:

2.1.4.2.4.1. Declarativos.

2.1.4.2.4.2. Procedimentales.

2.1.4.3. El modelo del alumno.

2.1.4.3.1. Situación actual.

2.1.4.3.2. Algunos ejemplos.

2.1.4.4. Las estrategias de enseñanza.

2.1.4.5. El modelo de comunicación.

2.1.4.6. El sentido del aprendizaje a través del ordenador.

2.1.4.1. DETERMINACION DE LOS ASPECTOS PROBLEMATICOS

En los capítulos anteriores hemos centrado nuestra atención en la utilización del ordenador como medio capaz de producir aprendizajes mediante el diseño previo de programas con dicha finalidad. Se trata ahora de analizar la efectividad de estos medios así como la problemática que comporta el diseño de los mismos.

Uno de los argumentos más frecuentes a favor de la introducción del ordenador en la enseñanza lo constituye la creencia de que éste puede ser un medio que facilite la adaptación del aprendizaje a cada individuo, cubriendo así las necesidades individuales. Para que realmente esta premisa se cumpla el diseño de los programas ha de cubrir aspectos tan fundamentales como la adecuación del contenido al alumno, la generación de información propia para cada situación, una efectiva comunicación entre las demandas del usuario y el sistema, etc. En definitiva, se trata de imitar, en la medida de lo posible, la conducta de un educador.

Llegar a simular la conducta humana y permitir que el educando interactúe con una máquina de forma similar a como lo haría con una persona no es tarea fácil. En cualquier caso, es lo que constituye el objetivo de la mayor parte de investigaciones actuales para la creación de sistemas I.E.A.O.

Mientras las investigaciones se desarrollan por esta línea, la informática es introducida en nuestras escuelas mediante el empleo de programas de E.A.O. que tienen poco o nada que ver con el ambiente de aprendizaje que puede proporcionar un profesor. No obstante, estos programas pueden sacar de apuros, pueden instruir al alumno en técnicas instrumentales, pueden divertir en algunos casos, aburrir en otros como cualquier otro medio, pero dado el atractivo que la pantalla del ordenador despierta en la mayor parte de los niños, el éxito se confunde, a menudo, con la eficacia que esta herramienta despierta.

No son los especialistas en educación los que más se han venido entusiasmando por estas máquinas. Por el contrario, las posiciones más críticas provienen de este campo, y ha sido el consumo creado por el comercio el que ha provocado, en un primer momento, la necesidad de introducir el ordenador en la escuela; cosa que en muchos casos llega a ser indiscutible para los padres y cuestionable para el maestro.

Nuestra posición está más cerca del educador que mira con cierto escepticismo a la máquina que del padre que cree que es fundamental para el futuro de su hijo. En este sentido, consideramos que la E.A.O tan sólo reproduce, en la actualidad, modelos de enseñanza basados en prácticas educativas tradicionales, centradas en un modelo en el que, con el supuesto objetivo de lograr una educación *individualizada y adaptada al ritmo del niño*, transmite, en cambio, las mismas informaciones a todos y en un

orden previamente establecido, provee las mismas explicaciones, utiliza un mismo modelo de transmisión de conocimientos y concibe el modelo de aprendizaje , en la mayoría de las ocasiones, en base al esquema clásico de aprendizaje mediante estímulo-respuesta.

Para lograr que un producto cumpla los objetivos propuestos por la E.A.D precisamos de más investigaciones y de un mayor esclarecimiento en torno al diseño del producto. Para ello nos centraremos en el estudio de los cuatro aspectos que pensamos que son fundamentales en el diseño de sistemas de enseñanza a través del ordenador :

1. La representación del conocimiento
2. El modelo del educando.
3. La estrategia de transmisión del conocimiento
4. El sistema de comunicación.

2.1.4.2. LA REPRESENTACION DEL CONOCIMIENTO

2.1.4.2.1. Descripción general.

El modelo de representación del conocimiento utilizado en los sistemas informáticos es el elemento que proporcionará la estructura general del programa.

Las técnicas y modelos de representación del conocimiento utilizados en los sistemas de E.A.D difieren considerablemente de los sistemas I.E.A.D.

Los sistemas de E.A.D, basan la representación del conocimiento en la fragmentación de parcelas de conocimientos correlativas, lineales, que parten de un nivel inferior hasta alcanzar un nivel superior de conocimiento y que tienen como objetivo fundamental la adaptación del sistema al usuario.

Son muchas las opiniones que canalizan el foco de control en el ordenador, sin embargo, dicho control se encuentra en el programador o programadores del software específico que está siendo utilizado .

Un primer problema que se plantea en esta concepción es el concepto de adaptación. ¿Puede un programa adaptarse al usuario?.

Partiendo de la existencia de un sistema que aprende (A), un sistema que enseña (E), y un cuerpo de conocimiento (C), se pueden desarrollar dos tipos de interpretaciones. La primera de ellas, sugiere que un sistema E es capaz de usar la relación A ----- E para anticiparse a los aspectos que C debe mostrar después, al tiempo que modificar el modelo de C en función del contenido de la relación E --
----- A.

Una segunda interpretación ¹ sostiene la existencia de una dependencia entre A y E, siendo E un sistema que espera las peticiones de A para mostrar la información de C. No hay por tanto, adaptación del conocimiento transmitido al educando.

Esta segunda interpretación no es mayoritariamente aceptada, considerándose que los sistemas de E.A.O deben ser diseñados para alcanzar una adaptación que satisfaga características tales como ²:

1. El proceso de aprendizaje debe partir de los conocimientos actuales del alumno.
2. Un tema debe formar parte de diferentes niveles permitiéndole al alumno elegir el nivel correspondiente a su conocimiento.

¹ VAZQUEZ, J-LAROSE, R : "Computers, adaptative teaching and operational learning systems", *Computer education*, Vol 8, Nº 1, 1984, p. 28.

² FERRARIS, M-MIDORO, U-OLIMPO, G : "Petri Nets as a modelling tool in the development of CAL courseware", *Computer Education*, vol 8, Nº 1, 1984, p.41.

3. El alumno debe ser capaz de seguir su propio camino de acuerdo a su estilo de aprendizaje. Como consecuencia, el proceso de aprendizaje debe ser compuesto en paralelo y alternativamente a las actividades de aprendizaje.

4. Las diversas estrategias empleadas (tutorial, ejercitación, etc) deben ser utilizadas para proporcionar una mayor comprensión.

El nivel adaptativo de un programa se encuentra íntimamente relacionado con el proceso comunicativo establecido entre el ordenador y el usuario. No obstante, el modelo comunicativo pierde sentido, queda vacío de significado, al serle extraído el contenido que debe ser transmitido. En este sentido, consideraremos de gran importancia el tipo de representación del contenido y su forma de transmisión ya que éstos dos aspectos conferirán la estructura del sistema.

2.1.4.2.2. Las redes de Petri.

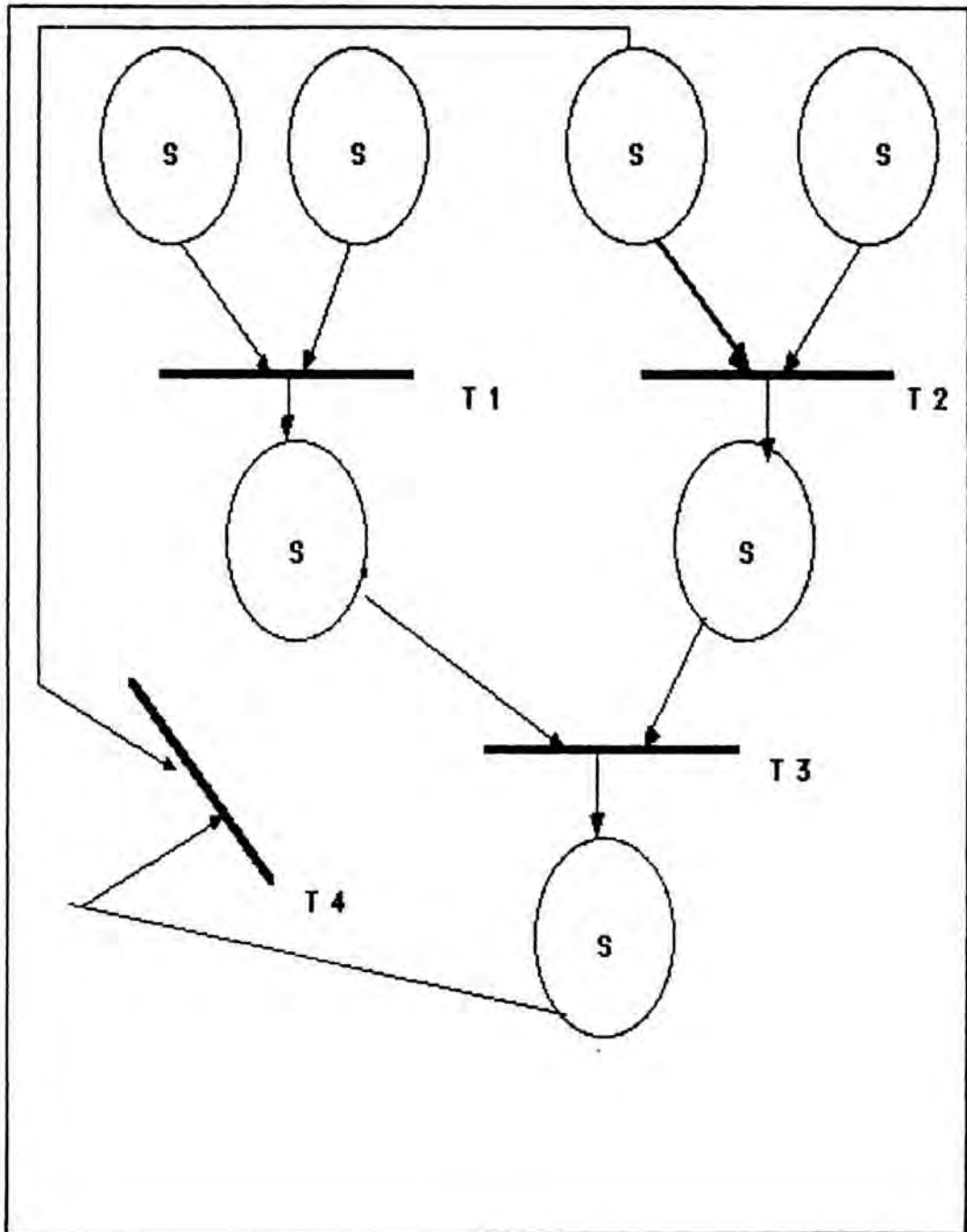
El modelo basado en las redes de Petri ³ parece proporcionar importantes ventajas a la hora de estudiar la representación del conocimiento en los sistemas de E.A.O, permitiendo

³ FERRARIS, M-MIDORO, U-OLIMPO, G : "Petri Nets as a modelling tool in the development of CAL courseware", *Computer Education*, vol 8, Nº 1, 1984. PETERSON, J: "Petri Nets", *Computer Surveys*, Vol nº9, Nº 3, September 1977, pp 223-252.

estructurar la materia de acuerdo a los requerimientos mencionados anteriormente

Una red de Petri está constituida por un modelo sistémico compuesto por nudos que especifican el estado de un elemento y arcos que proporcionan los elementos de transición entre los distintos estados.

Así: un arco de τ a s indica que s es la salida del elemento τ . Por el contrario, un arco de s a τ indica que s es una entrada de τ .



Cuando una red de Petri es utilizada para representar la transmisión de una determinada información, τ simboliza la fuente de

las actividades que pueden realizarse mientras que s simboliza la actividad concreta a realizar.

Si bien las redes de Petri no solventan los problemas del diseño del software de E.A.D, proporcionan un marco de representación de las tareas y del flujo de información propios de la representación del conocimiento en esta clase de sistemas.

Dada la diferenciación que un programa de E.A.D posee según la modalidad en que éste se inserte, el tipo de representación tendrá también unas características propias.

En general, las redes de Petri pueden ser interpretadas, o bien como el proceso cognitivo que debe ser constituido en la mente del alumno después de la instrucción recibida, o bien como la representación de los elementos de los cuales el proceso de instrucción está compuesto. Así, en las modalidades tutoriales, la estrategia tutorial se puede representar mediante una Red de Petri de tal forma que el elemento τ represente las operaciones mentales o procedimientos con los que el alumno dirige el proceso instructivo, mientras que s sea la representación de las fuentes mentales (imágenes, conceptos, etc) necesarias para la actividad mental. Pero τ puede representar también las unidades del proceso instructivo, mientras s representa los temas a transmitir de una materia determinada.

En el caso de los modelos de práctica y ejercitación, el elemento τ puede simbolizar las estrategias que hay que adquirir o bien las clases y tipos de tareas que hay que automatizar. Mientras que s representará, respectivamente, o bien el conocimiento o conducta requerida o producida usando estas estrategias, o bien la entrada o salida de los datos de los problemas.

En la resolución de problemas, τ puede representar las operaciones mentales o procedimientos que no se aprenden durante el diálogo pero que pueden ser mentalmente construidos como fruto de la interacción establecida con el ordenador, mientras que s sería la conducta producida por el alumno en dicha interacción.

En el terreno del conocimiento, τ puede representar también las clases de problemas que deben ser generados, y s las entradas o salidas de los datos.

Como último ejemplo consideraremos el caso de la simulación donde, desde el punto de vista cognitivo, τ puede ser interpretado como una imagen de la conducta o procedimiento dado bajo unas condiciones determinadas (s) y desde el punto de vista de la representación de las informaciones contenidas en el programa, τ representará el algoritmo que determinará la conducta de un sistema y s las variables cuyos valores pueden ser construidos por el alumno o pueden resultar de la ejecución de estos algoritmos.

Las redes de Petri pueden constituir una herramienta poderosa para representar el contenido de los programas de E.A.O, siendo una interesante guía para el diseño e implementación de este tipo de software. Así, tales redes tienen, en nuestra opinión, una característica fundamental : la capacidad de representar tanto el contenido a transmitir por el sistema como el proceso cognitivo que debe ser desarrollado por el alumno como resultado de su interacción con el programa.

El aspecto básico y diferencial de la representación del conocimiento en los sistemas I.E.A.O y en los sistemas de E.A.O estriba en que ,en el primer caso, la representación del conocimiento debe ser construida en base a un minucioso análisis, previo a la elaboración del sistema, de la forma en que un experto adquiere un determinado conocimiento. No se trata pues de desglosar unos contenidos por unidades formales, sino de intentar comprender cómo debe ser realizado este desglose no en función de la materia en si que se desea transmitir, sino en función de la forma como la persona adquirirá esa información. Así pues, los niveles de conocimiento de un sistema experto se centran en tres áreas ⁴ :

- estructurante, en donde se define el mecanismo que genera la certeza.

- conceptual, que determina el conjunto de los conceptos operatorios utilizados por el experto.

⁴ GANASCIA, J.G : "La concepción de los sistemas expertos" , *Mundo Científico*, Nº 53, Diciembre 1985, p. 1210

- cognoscitivo que recoge el conjunto de conocimientos puestos en práctica por el experto.

De esta forma surgen los tres elementos básicos que componen un sistema experto : la base de conocimientos, la base de datos y el motor de inferencia. Nos centraremos aquí en el análisis de la representación de los hechos y reglas que componen la base de conocimientos.

La representación del conocimiento es uno de los temas más explorados en el campo de la inteligencia artificial . No hay un enfoque unificado sino que ,por el contrario , existen en la actualidad diversas formas de representación que engloban a un amplio espectro de tipos de conocimientos que pueden ser representados por estos sistemas. En general, podemos determinar dos tipos generales de representación de conocimientos: representaciones lógicas y estructuras del conocimiento.

2.1.4.2.3. Representaciones lógicas

Las representaciones lógicas están formadas por dos tipos de lógicas : *monotónicas* y *no-monotónicas*.

Las representaciones monotónicas están basadas en las reglas lógicas formales, utilizando fundamentalmente estructuras de tipo condicional : si entonces. De este modo, dada una base de datos concreta y unas reglas lógicas, el motor de inferencia se

encarga de seleccionar las reglas aplicables a una determinada situación, evaluar la hipótesis expresada en las premisas, y, en caso de que se verifiquen, establecer las conclusiones o ejecutar las acciones correspondientes.

Este tipo de representaciones se basan en modelos de árboles lógicos, donde cada una de las ramas representa las diversas alternativas creadas en función de la verificación de las condiciones establecidas.

Las técnicas lógicas son útiles para resolver problemas en una amplia variedad de dominios pero dejan de lado otra serie de informaciones. Una buena parte del razonamiento humano supone la manipulación de conjuntos de creencias. Cada una de estas creencias está basada en alguna evidencia y puede ser reforzada por alguna motivación personal para mantenerla. Así, hay una amplia gama de conocimientos que no pueden ser representados mediante lógicas formales utilizándose para ello otro tipo de lógicas tales como el razonamiento probabilístico, los conjuntos borrosos, etc. En este sentido, las denominadas lógicas no-monotónicas están teniendo en la actualidad un importante papel en el diseño de sistemas expertos.

Los sistemas basados en predicados lógicos son monotónicos en el sentido de que un número determinado de conocimientos son ciertos durante todo el tiempo. Pero estos sistemas, como ya hemos comentado anteriormente, no son válidos cuando tratamos de situaciones reales tales como los cambios de

situación , generación de nuevas situaciones, resolución de problemas complejos, etc.

Un sistema puede disponer de toda la información, pero, a menudo, cuando tal información es unificada, hay algunas suposiciones que pueden ser construidas a través de razonamientos por defecto como, por ejemplo, *la elección de la más probable*. Así se ponen en marcha, los razonamientos no-monotónicos.

Un sistema basado en lógica no-monotónica es el diseñado por Doyle, Truth Maintenance Systems (TMS)⁵. El papel principal de este sistema no consiste en generar nuevas inferencias, sino en mantener la consistencia entre los razonamientos generados por el programa a través de nodos que poseen dos estados : dentro (las creencias que deben ser ciertas) y fuera (las creencias que no deben ser ciertas).

Otro tipo de sistemas basado en lógicas no-monotónicas es el experto MYCIN , el cual se basa fundamentalmente en reglas de producción probabilística dónde se determina, a partir de los rasgos del enfermo, el diagnóstico que con mayor probabilidad es el adecuado para el caso concreto.

⁵ RICH,E : *Artificial Intelligence*, McGraw-Hill, New York, 1983.

2.1.4.2.4. Estructuras del conocimiento.

Las estructuras del conocimiento son estructuras de datos en las cuales un conocimiento acerca de un problema particular puede ser almacenado. Muchas de éstas están compuestas por otras de menor tamaño. Una de las principales razones por las que el conocimiento de las estructuras resulta de gran eficacia es porque proveen una forma de representación de la información acerca de los modelos comunes de las cosas , es decir, constituyen esquemas de referencia.

Las representaciones de las estructuras de conocimiento pueden ser de dos tipos : declarativas y procedimentales.

2.1.4.2.4.1. Representaciones declarativa.

Están formadas fundamentalmente por las redes semánticas, los objeto-atributo-valor, las estructuras (frames) y los escenarios (scripts).

Una red semántica está formada por un grafo cuyos nodos generalmente representan conceptos, eventos o características, y arcos que representan las relaciones entre estos nodos. Los arcos pueden ser de muy diversos tipos : clasificación (relación de un

objeto con su clase). , agregación (relación de un objeto con sus componentes), generalización (relación de un objeto con su clase) , etc.

Otra forma habitual de representar la información es mediante el objeto -atributo-valor (O-A-V) ⁶. En estos esquemas, los objetos pueden ser entidades físicas o conceptuales, los atributos son características generales o propiedades asociadas a los objetos (talla, color, forma,etc) y el valor, especifica la naturaleza del atributo en una situación particular.

La representación del conocimiento con O-A-V es, en realidad , un caso especial de las redes semánticas donde los nodos pueden ser clasificados en tres categorías : objetos, atributos o valores.

Los esquemas de representación estructural⁷ son estructuras que pueden ser vistas como una red semántica ⁸ pero que generalmente toman parte de una estructura interna diseñada para hacerle útil en específicas tareas de resolución de problemas.

Un esquema (frame) es una estructura compleja de datos que representa una cadena de conocimientos propia de una situación estereotipada. Estas estructuras de datos están formadas por muy diversos tipos de informaciones. En términos generales, se conectan a

⁶ HARMON,P-KING,D : *Experts Systems*, Op. Cit. p. 38 y ss.

⁷ MINSKY,M : "A framework for representing knowledge", en HAUGELAND,J (Ed): *Mind Design*, MIT Press, Cambridge, 1985, pp 95-128

⁸ RICH,E, Op. Cit. p. 230

informaciones sobre cómo interpretar su contenido, sobre sus especificaciones, sobre los que se puede estar esperando,etc ⁹

En conjunto, un *frame* es un conjunto de nodos relacionados entre sí. El nivel superior de un frame está fijo y representa situaciones que son ciertas acerca de la supuesta situación. El nivel inferior posee muchos terminales que deben ser llamados por instancias específicas o datos. Las estructuras de este tipo pueden ser representadas como una red semántica donde existen representaciones explícitas de los eventos que son siempre verdaderos en la situación supuesta.

Los conjuntos de estructuras relacionados entre sí forman un sistema que es empleado, por ejemplo , para conocer los efectos de una acción importante cuya realización pueda ser estudiada a través de dicho sistema.

Una escena (*script*) es una estructura que describe una secuencia de eventos en un contexto particular. Una escena está constituida por campos y acciones que buscan los valores requeridos para cada campo. Consiste en un conjunto de nudos . Asociado con cada uno de ellos hay información acerca del tipo de valores que puede contener, así como también de los valores por defecto que pueden ser usados si la situación no es posible.

⁹

MINSKY, M : Op.Cit. p. 97

Las escenas manipulan situaciones cotidianas y en las cuales no se han producido muchos cambios. Este tipo de representaciones ha sido muy utilizada en la representación y comprensión de historias.

En general, como afirma López de Mantarás "*las estructuras o escenarios ("frames") y las escenas ("scripts") proporcionan un método de organización de grandes cantidades de conocimientos que resulta necesario en las tareas cognoscitivas*"¹⁰

2.1.4.2.4.2. Procedimentales.

Una base del conocimiento, en este tipo de representaciones, está concebida como un conjunto de procedimientos escritos en algún lenguaje de programación específico. Los procedimientos pueden ser vistos como un conjunto de las primitivas en términos de las cuales se han de modelar los objetos.

Los esquemas de representación pueden ser clasificados según¹¹ :

a. Los mecanismos de activación que ofrecen los procedimientos y

¹⁰ LOPEZ DE MANTARAS,R : " Concepto y perspectivas de las técnicas de representación y adquisición del conocimiento", en VALLE,R y otros: *Inteligencia Artificial. Introducción y situación en España.* Fundesco, Madrid, 1985, pp 67

¹¹ *Ibíd.*, p.69

b. Las estructuras de control ofrecidas por cualquier esquema.

Este tipo de representación es la que llevó a cabo T. Winograd¹² en su sistema SHRDLU¹³ En dicho sistema, se realizaron procedimientos escritos en PLANNER que permitieron crear un micromundo de objetos geométricos al que el sistema era capaz de contestar las preguntas en lenguaje natural, deduciendo las respuestas o detectando las contradicciones y ambigüedades y formulando los oportunos mensajes. El grado de perfeccionamiento de este sistema era posible gracias a que el mundo en el que operaba podía estructurarse en lógica de primer orden, en la que los métodos de deducción automática permitían dar garantía a los análisis.

¹² WINOGRAD, T : "Formalisms for knowledge", en JOHNSON-LAIRD, P.N.- WASON, P.C. (Ed): *Thinking. Readings in Cognitive Science*, Cambridge University Press, London, 1980, pp 46-62

¹³ SHRDLU explora un pequeño cuerpo de conocimientos declarativos de simples hechos tales como [manipular B₁] [coger de B₁ Rojo]

2.1.4.3. EL MODELO DEL ALUMNO.

2.1.4.3.1. Situación actual.

Cualquier programa diseñado, debería tener en cuenta, en la medida de lo posible, las diferencias que presentan cada uno de los educandos. Cada alumno aprende no sólo a un ritmo diferente sino también de una forma diferente, poniendo en juego estrategias, experiencias, actitudes, intereses, capacidades ... de muy diversa índole, condicionando todas ellas la forma de actuación del educador.

Durante largos años, la práctica escolar se ha visto sometida a modelos uniformizadores donde, tanto el tipo de contenidos como la didáctica utilizada, confería un modelo único para todo el colectivo. Ya hacia finales del siglo XIX y, fundamentalmente, gracias a los inicios del movimiento de renovación pedagógica de la escuela activa, se propugna una mayor adaptabilidad de métodos y contenidos a cada uno de los alumnos en particular. En la actualidad, la mayor parte de teorías pedagógicas propugnan modelos personalistas donde se enfatiza la adaptación de los contenidos escolares al desarrollo personal de cada sujeto.

El desarrollo de este tipo de doctrinas se efectúa casi al mismo tiempo en que ya en algunos países empieza a hablarse de la

utilización del ordenador en la institución escolar como un elemento importante para la enseñanza. Se atribuye a dicha herramienta una mayor capacidad de individualización y adaptación de los aprendizajes a cada alumno en particular. Sin embargo, el modelo implícito en estos sistemas de enseñanza no es un modelo personalista sino que, por el contrario, los planteamientos de los programas desarrollados se encuentran, en su mayoría, en una línea claramente conductista. Ciertamente esta contradicción puede poner en tela de juicio la eficacia de estos sistemas, así como la conexión de sistemas de enseñanza basados en modelos teóricos opuestos.

La E.A.O. se pone en marcha desarrollando sistemas de enseñanza programada donde aparecen programas en que ni siquiera se tiene en cuenta la respuesta del alumno. Posteriormente, las informaciones obtenidas mediante el uso del programa por parte del alumno, posibilitan una serie de cálculos que oscilan entre el simple cómputo de las respuestas incorrectas que se hayan producido hasta complicadas estructuras de datos que pretenden representar una parte importante de los conocimientos del alumno sobre el tema. Sin embargo, el modelo estadístico de actuación no tiene por que coincidir

con el modelo de aprendizaje desarrollado por el alumno, ni siquiera con el ritmo y nivel en que éste se está realizando.

En esta misma línea, también algunos lenguajes de autor tales como el sistema TUTOR proporcionan hasta 150 variables que permiten realizar computos diferentes de las actuaciones del alumno.

En el ámbito de la inteligencia artificial, los programas hasta ahora elaborados han abandonado los modelos basados en las estructuras de datos para pasar a la representación simbólica de lo que se cree que sabe el alumno y las modificaciones que la estructura de representación del conocimiento debe realizar para adaptarse al estilo cognitivo del alumno.

El concepto de *modelo del alumno* surge junto con los primeros desarrollos de sistemas expertos diseñados con finalidades educativas, y puede definirse como " *toda información que contenga un programa de enseñanza que sea específica para el alumno concreto que este siendo enseñado*"¹⁴. Esta información debe ser almacenada en el programa para que éste sea capaz de decidir los actos apropiados de enseñanza .

La representación del modelo del alumno supone, por tanto, que el programa, al igual que lo haría un profesor, es capaz de percibir el diferente modo de captación de la información por parte

¹⁴ O'SHER, T-SELF, J: *Enseñanza y aprendizaje con ordenadores. Inteligencia artificial en Educación*, Anaya, Madrid, 1985, p. 151

del educando, y es capaz de adaptar la estrategia de transmisión de información a las necesidades específicas.

Las dificultades que esta tarea exige son enormes, no sólo por la problemática del diseño desde el punto de vista informático, sino también, y de forma muy especial, por la complejidad que desde el punto de vista psicopedagógico conlleva este diseño, ya que supone un conocimiento certero del funcionamiento de las estructuras cognitivas del sujeto. No es extraño que ya desde los primeros diseños de sistemas I.E.A.O se haya insistido en la necesidad de desarrollar equipos interdisciplinares que proporcionen un campo de conocimientos suficiente como para coordinar las investigaciones pedagógicas, psicológicas y de diseño de programas.

Los sistemas I.E.A.O. intentan presentar un modelo de estudiante real que no se reduzcan al almacenamiento de los posibles errores que pueda realizar el alumno al interactuar con la máquina. Intentan, pues, diseñar modelos que puedan adaptarse a cada uno de los usuarios.

D.Sleeman ha propuesto una arquitectura del modelo de alumno basada en la creación de cuatro módulos básicos¹⁵:

1. El conocimiento sobre la temática
2. El modelo histórico sobre la conducta del alumno.

¹⁵ SLEEMAN, D: "Intelligent tutoring systems", en SLEEMAN, D-BROWN, J.S (Ed) : *Intelligent Tutoring systems*, Academic Press, London, 1982. Cap 1.

3. La lista de posibles actuaciones pedagógicas.
4. Las reglas para determinar las decisiones pedagógicas adecuadas teniendo en cuenta las condiciones del modelo actual del alumno.

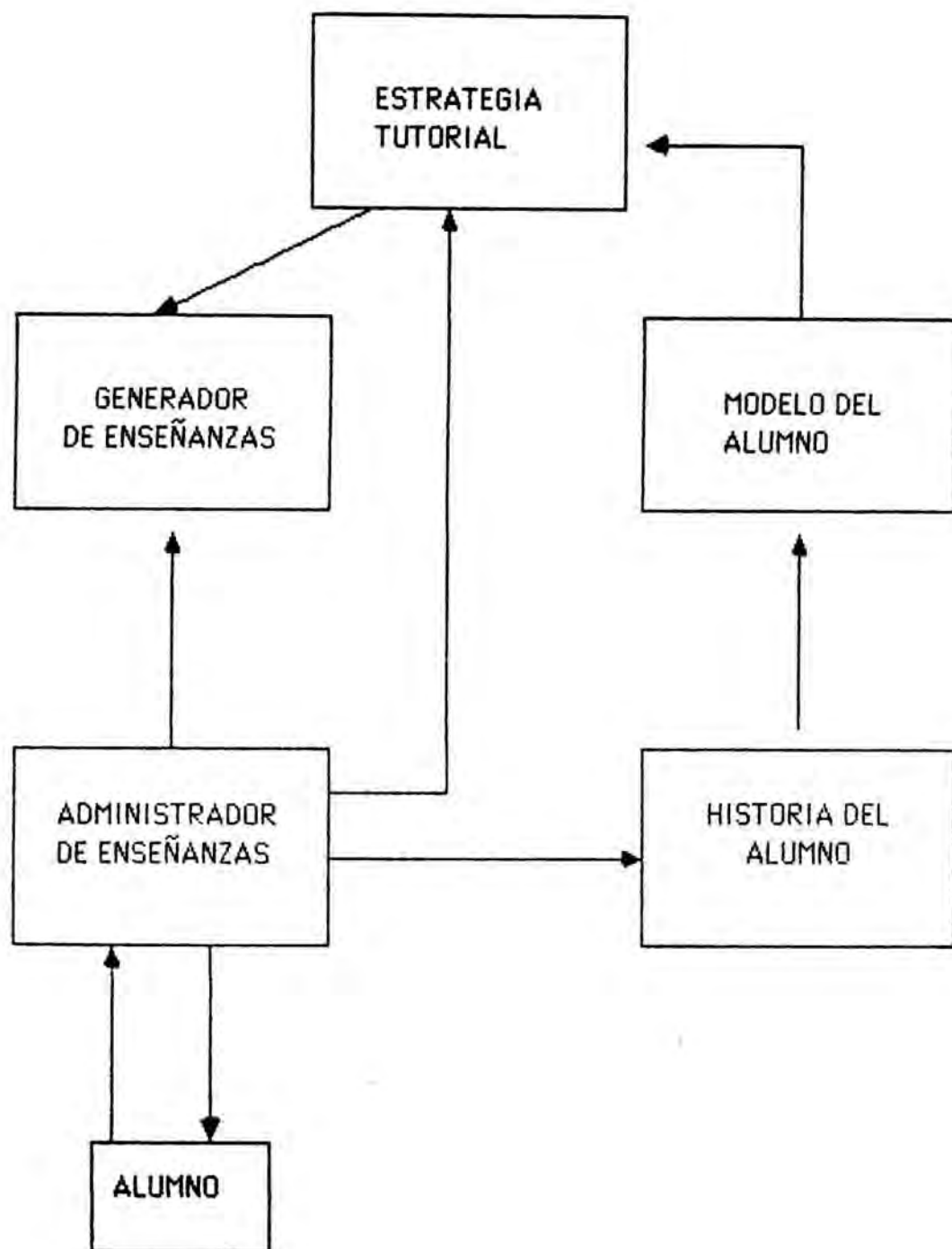
El espacio de los estados del modelo del alumno viene definido por el conjunto predefinido de reglas correctas e incorrectas. Para limitar el espacio de búsqueda del modelo actual del alumno, el conjunto de tareas presentadas al usuario en cada momento depende tan sólo de una regla.

La organización dada por T. O'Shea y sus colaboradores a los sistemas de I.E.A.O. otorga un mayor énfasis al modelo del alumno y especialmente a las estrategias tutoriales.

T.O'Shea ha intentado desarrollar un sistema de autor que permita al educador desarrollar sus propios materiales de I.E.A.O., imitando los lenguajes de autor desarrollados para la E.A.O. pero añadiendo los elementos necesarios para superar las dificultades de este medio.

La organización de este modelo está basada en seis módulos que interaccionan de la forma indicada en el siguiente esquema¹⁶:

¹⁶ O'SHEA, T: "A self-improving quadratic tutor", En SLEEMAN, D-BROWN, J.S: *Intelligent Tutoring Systems*, Op.Cit., p. 314.



El denominado *administrador de enseñanzas* presenta al estudiante el tema a enseñar y procesa las respuestas del

alumno. La *historia del estudiante* está formada por todos los registros de los temas presentados y las respuestas que el alumno ha dado. El *modelo del alumno* representa el estado actual de conocimientos del estudiante así como el estado que desea alcanzar. La *estrategia de enseñanza* determina el modelo actual del alumno y es la encargada de seleccionar la próxima actuación pedagógica a emprender. Por último, el *generador de enseñanzas* se encarga de generar en cada caso concreto el tipo de enseñanza específica requerido.¹⁷

2.1.4.3.2. Algunos ejemplos

Desde los años setenta y prácticamente en todos los sistemas expertos diseñados para el ámbito educativo se ha intentado encontrar un modelo general de educando. Así, por ejemplo, en el caso de programa SCHOLAR, Carbonell intentó que la red semántica fuera una representación de la red de conocimiento propia del profesor. Es decir, no estableció una relación de los contenidos lógicos de la materia en función del contenido en sí, sino en función de como el experto humano tomaba parte en este cuerpo de conocimientos. Así, consideró el modelo del alumno similar al modelo del experto humano

En el caso del sistema GUIDON, Clancey utilizó el denominado **modelo incorporado del alumno** en el que se modelan los conocimientos del alumno en base al subconjunto de los

¹⁷ En el artículo de O' SHEA, T : "A self-improving quadratic tutor", mencionado anteriormente existen algunos ejemplos de la aplicación de este modelo al diseño de cursos. Ver pp 309-336.

conocimientos expertos (de MYCIN). Es decir, que siempre que MYCIN llega a alguna conclusión, GUIDON intenta decidir si el alumno ha llegado a esa misma conclusión.

En definitiva, un modelo incorporado da por supuesto que se pueden relacionar los conocimientos del alumno con los conocimientos incluidos en el programa de ejecución de todo el sistema de enseñanza. Así, GUIDON lleva a cabo una estimación de las probabilidades de que un alumno conozca una regla determinada y la haya empleado durante el tutorial.

Sin embargo, es difícil con este modelo percibir las diferencias entre lo que realmente ha sido comprendido y lo que únicamente ha sido memorizado

Además del modelo incorporado del alumno¹⁸ han aparecido tres modelos más que intentan solventar la problemática planteada: el **modelo overlay**, el **modelo diferencial** y el **grafo genético**.

El **modelo overlay** concibe al educando como un miniexperto del experto. En este sentido, considera que su conocimiento representa un subconjunto del conocimiento del tutor que va creciendo a medida que va incorporando nuevos aprendizajes. En

¹⁸ Este modelo ha sido desarrollado por R.R.BURTON-J.S.BROWN: "An investigation of computer coaching for informal learning activities", SLEEMAN, D-BROWN, J.S: *Intelligent tutoring systems*, Academic Press, London, 1982, pp 79-99.

este sentido, la construcción de un modelo de alumno se basará en la evaluación de cómo se debe incrementar la base del conocimiento, la cual tendrá la misma representación que la del experto.

El modelo diferencial pone el énfasis en el análisis comparativo entre los resultados del experto y los obtenidos por el alumno. Por tanto, representa explícitamente no sólo los conocimientos correctos sino, además, las desviaciones conceptuales que se han producido. Así, por ejemplo, en el programa BUGGY ¹⁹, donde se representa el conocimiento para la resolución de operaciones

¹⁹ GARIJO, F.J.-VERDEJO, M.F. : "Sistemas inteligentes de enseñanza asistida por computador", *Mundo electrónico*, Nº 154, Setiembre, 1985, p. 81.

aritméticas, se analizan los comportamientos erróneos clasificándolos en modificaciones:

1. Generadas por falta de un subprocedimiento
2. Generadas por haber añadido un subprocedimiento incorrecto
3. Generadas por haber sustituido un subprocedimiento por otro.

Por ejemplo, las siguientes restas:

$$\begin{array}{r}
 500 \quad 312 \\
 -65 \quad 243 \\
 \hline
 565 \quad 149
 \end{array}$$

contienen un error de tipo $0-n=n$, producido por el subprocedimiento erróneo: "cuando en una columna el dígito superior es cero; escribir el de abajo como solución de dicha columna".

El grafo genético o modelo de evolución genética²⁰ es quizás el más innovador e interesante de los aparecidos hasta el momento. El grafo genético intenta representar no sólo la situación final, es decir, el conocimiento adquirido en cada sesión, sino que pretende mostrar cómo se ha realizado dicho conocimiento, añadiendo la dimensión evolutiva al modelo. Tiene por objetivo adaptar la

²⁰ GOLSDTEIN, I.P.: "The genetic graph: a representation for the evolution of procedural Knowledge," SLEEMAN, D-BROWN, J.S.: *Intelligent Tutoring Systems*, Academic Press, London, 1982, pp 51-79. GOLDSTEIN, I.P.: "The computer as coach: An Athletic paradigm for intellectual education", LOGO MEMO, Nº 37, M.I.T, 1976. GOLSDTEIN, I.P.: SPADE: "A grammar based editor for Planning and debugging programs", LOGO MEMO Nº 33, MIT, 1976.

transmisión del contenido al estado actual del alumno, guiando el comportamiento del sistema en dos sentidos o fases ²¹ :

1. Sugiriendo el tema para discutir con el alumno.
2. Supliendo la guía por la explicación que sería necesario realizar sino se tuviera en cuenta el estado de su evolución.

Quizás este modelo no salve en la actualidad el problema planteado pero ofrece una interesante alternativa basada en modelos

²¹ GOLSDTEIN ,I.P : "The genetic graph: a representation for the evolution of procedural Knowledge", op.cit. p. 54

heurísticos de aprendizaje y en las teorías piagetianas de construcción de conocimientos.

El grafo genético facilita el proceso de modelación del sistema I.E.A.O a través de :

1. El diseño de los nodos del grafo que proporcionan una estructura más refinada para un modelo de conocimiento estable del alumno.

2. La organización del grafo que facilitan unas medidas con las cuales el alumno puede esperar a adquirir la próxima información.

3. Los arcos del grafo que permiten crear una estructura complementaria para un modelo de aprendizaje del alumno.

En general, el modelo de conocimiento del alumno cubre los nodos del grafo genético guiando también en la construcción del modelo.

El modelo de conocimiento del alumno en los grafos genéticos es, en definitiva, un modelo *overlay*, pero que en vez de ser construido al final del conjunto de estrategias lo realiza en el grafo mismo.

2.1.4.4. LAS ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA.

Las estrategias de enseñanza de un programa son aquellas partes de éste que toman la decisión de lo que debe hacerse a continuación, después de evaluar la actuación realizada previamente.

Las estrategias de enseñanza poseen muchos defectos tanto en los sistemas de E.A.O como en los sistemas I.E.A.O. Decidir qué información transmitir, el grado de dificultad que ésta debe poseer , los comentarios más apropiados según las equivocaciones efectuadas por el alumno... son tareas que precisan de un alto grado de planificación . Y que deben ser diseñados por los autores del programa.

Estas estrategias existen en todos los programas a excepción de aquellos en los que se le permite al alumno obtener el control del mismo. Así, por ejemplo, en los programas de simulación no existe una previsión del orden y la forma de transmisión de la información generada, sino que ésta dependerá de la decisión del usuario quien seleccionará los datos y las variables a simular.En el resto de programas dicha estrategia si se halla presente.

En el caso de los programas de E.A.O la estrategia varia según el modelo adoptado. Como hemos visto en capítulos anteriores, éste puede adoptar formas diversas (lineal, ramificada, multinivel,etc) , pero , en general, todas estas variantes adoptan estrategias de enseñanza similares. En todas, la secuencia de actuación está en función de la última respuesta del alumno; en rara

ocasión pueden encontrarse programas donde se tenga en cuenta toda la información previa sobre la actuación del alumno y en función de su historial presentar un tipo u otro de información.

La concreción de un programa ramificado es siempre dificultosa y, probablemente, se aleje de un modelo de enseñanza-aprendizaje adecuado ya que la materia debe ser estructurada en pequeñas unidades de dificultad creciente que deben ser presentadas progresivamente según el acierto o error de la última actuación del alumno. La adaptación a la estrategia cognitiva del sujeto es nula dado que está diseñada de forma común para todos los sujetos.

En el caso de los sistemas I.E.A.O, los progresos obtenidos no son mayores. Sin embargo, la pretensión general asumida por los programadores de estos sistemas es más ambiciosa. En general, se pretende que el programa no tome como única variable a tener en cuenta la última respuesta del alumno sino que se base en un modelo de la dificultad general de la tarea adaptado al conjunto de respuestas dadas por el sujeto.

Sin embargo, los programas diseñados hasta el momento no han logrado alcanzar esta meta. Así, por ejemplo, SCHOLAR fue uno de los primeros sistemas que construyó una estrategia tutorial. Se suponía que el profesor cuando utilizaba este programa tenía que especificar el orden de los temas a tratar. Cuando el tema resultaba demasiado general, SCHOLAR generaba un subtema sobre una base esencialmente aleatoria. De este modo, " *el profesor podía especificar un tema 'América del Sur' , y SHOLAR*

*seleccionaría un subtema, por ejemplo 'Brasil', y luego quizá un subtema, por ejemplo 'topografía de Brasil'.*²²

El tratamiento aleatorio no es, desde luego, lo más adecuado ya que la sucesión de información puede ser totalmente inconexa generando aprendizajes carentes de significación para el educando.

A partir de este programa se generaron numerosos estudios sobre cómo diseñar un buen modelo de estrategia tutorial. Para ello, se emplearon técnicas muy diversas; la más usual consistió en realizar grabaciones de profesores en situaciones de enseñanza-aprendizaje, intentando con ello establecer cuándo un profesor cambiaba de tema, realizaba una pregunta, ejemplificaba un concepto, etc. Con ello se pretendía simular el método socrático. Aunque lo cierto es, sin embargo, que el éxito no fue excesivo²³.

Una de las técnicas más frecuentes para crear estrategias tutoriales en sistemas tales como WUSOR y SPADE, consiste en construir una red que relacione las técnicas en términos de complejidad e indique la estructura previamente exigible de los contenidos que han de ser aprendidos. Se trata de modelos similares a las jerarquías de aprendizaje desarrolladas por Gagne. En éstas se destaca la importancia del análisis de una tarea de aprendizaje en base al conjunto de aptitudes exigidas.

²² O'SHEA, T-SELF, J: *Enseñanza y Aprendizaje con ordenadores. Inteligencia artificial en Educación*, op. cit. p. 161

²³ *Ibidem*, pp 160-167

En definitiva, la introducción de una estrategia de enseñanza no es otra cosa que la aplicación de una teoría sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje. Y es precisamente la falta de precisión de estas teorías lo que dificulta el diseño apropiado de los sistemas.

Para hacer frente a todas estas dificultades, se ha propuesto recientemente una nueva arquitectura que aplica las técnicas de planificación utilizadas en robótica²⁴ para crear estrategias de enseñanza adaptadas a cada alumno.

La utilización de esta técnica se basa en la idea de que, así como los diseñadores de robots han de generar planes de acción para transformar o cambiar un estado físico, estos mismos planes de acción podrían utilizarse para construir estrategias de enseñanza que transformaran o cambiaran el estado de conocimientos de un alumno sobre una determinada temática.

El diseño de esta estrategia está basada en cinco módulos ²⁵:

1. Una base de conocimientos sobre el tema relacionada estrechamente con el modelo del estudiante y los operadores de enseñanza.

²⁴ Sobre esta temática destacamos el artículo de AGUSTI, J.-LOPEZ DE MANTARAS, R: "La inteligencia artificial en la E.A.O", en AGUIRELES, M.A.-GROS, B.-MARTINEZ, M: *La educación ante la informática*, P.P.U., Barcelona, (en prensa).

²⁵ *Ibidem*

2. Un modelo de estudiante que representa tanto los conocimientos correctos del estudiante como los erróneos.

3. Un conjunto de operadores pedagógicos encargados de realizar las acciones de enseñanza de conceptos al estudiante .

4. Un planificador encargado de desarrollar un plan o estrategia de enseñanza adaptada al estado actual o modelo actual del estudiante.

5. Un ejecutor de dichos planes o estrategias que en caso de dificultades llama al planificador para realizar una revisión del plan.

Los conocimientos de tipo pedagógico están contenidos en el Planificador y en el Ejecutor. El primero, construye el plan de enseñanza dirigida a conseguir un objetivo educativo, mientras que el segundo ejecuta dicho plan . Así, cada acción intenta enseñar un concepto al alumno y después se comprueba si se ha producido el cambio deseado en el estado inicial de conocimiento del alumno. Si esto es así, se actualiza el modelo del alumno.