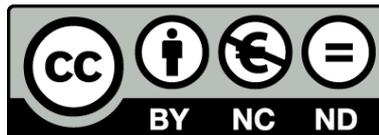




UNIVERSITAT DE
BARCELONA

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

2.1.4.5. EL MODELO DE COMUNICACION.

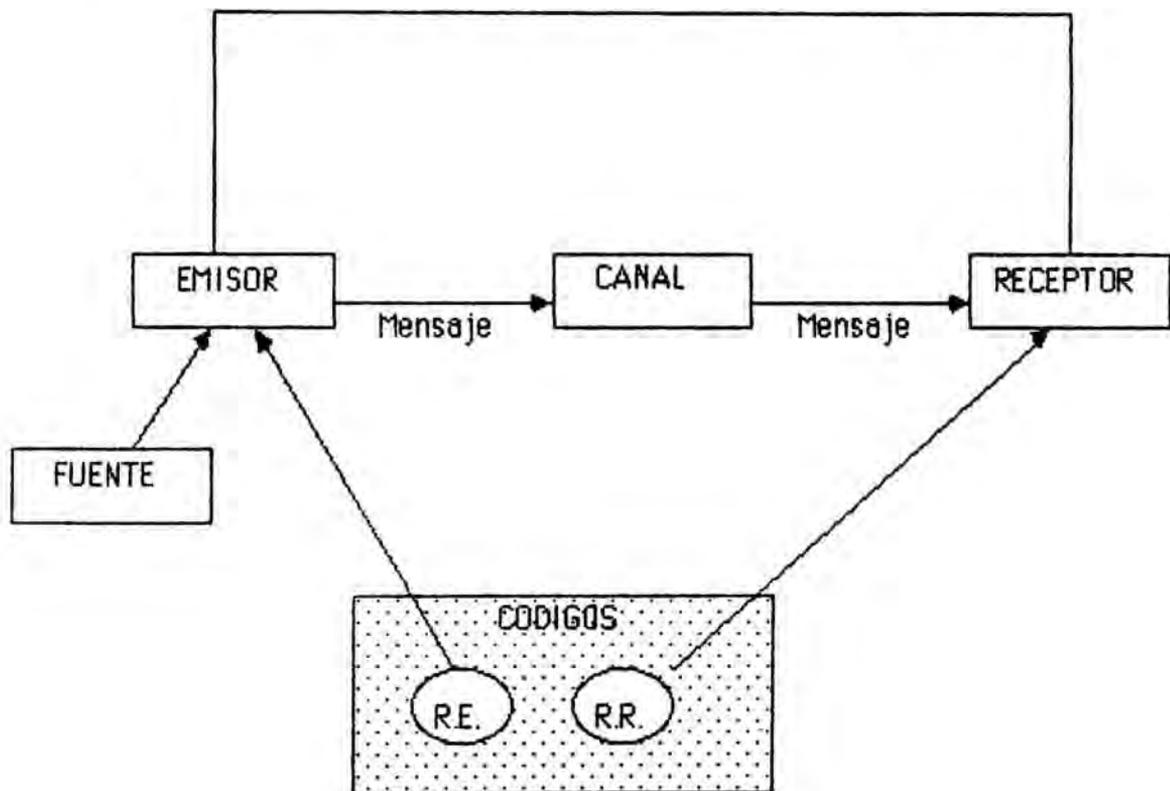
El estudio del proceso comunicativo es ciertamente complejo y , especialmente, cuando tratamos de relacionarlo con el proceso educativo. Esta complejidad también se hace patente al intentar analizar el proceso comunicativo que se establece entre el ordenador y el educando en una situación de enseñanza-aprendizaje.

La teoría de la comunicación ha aportado diferentes modelos para tratar de esclarecer el fenómeno comunicativo. Estos, especialmente el de Shannon y Weaver (y más recientemente el de Jakobson) han sido aplicados para describir el proceso comunicativo en situaciones educativas. No por ello puede pensarse que constituyen modelos suficientemente adecuados y de hecho, la escuela de Palo Alto los ha calificado de *modelos telegráficos de la comunicación*. No obstante, a pesar de coincidir con la orientación según la cual la comunicación es *"un proceso social permanente que integra múltiples modos de comportamiento: la palabra, el gesto, la mirada, la mímica, el espacio interindividual, etc."*²⁶ , a la hora de hablar de la comunicación entre una máquina que enseña y una persona que aprende, no es posible utilizar una proyección tan amplia. Utilizaremos aquí un modelo convencional que incorpora el proceso de retroalimentación. A partir de éste modelo, trataremos de identificar el proceso comunicativo

²⁶ BATESON, G y Otros : *La nueva comunicación*, Kairos, Barcelona, 1984. pp. 22-23

efectuado mediante los sistemas de enseñanza a través del uso del ordenador.

El citado modelo parte del establecimiento de la comunicación a partir de los elementos señalados en el siguiente esquema :



La **fente de información** está constituida por la selección de la materia que realiza el programador. Esta será muy importante ya que la información incorporada al programa no puede ser modificada. Es decir, no puede generarse nueva información.

En los sistemas de E.A.O. el programador deberá escoger el tipo de información que pretende transmitir . De este modo, establecerá su estructura , el orden y la cantidad de información que ha de ir presentándose. La pretensión de los constructores de sistemas inteligentes es que éstos contengan bases de información muy amplias sin una estructura determinada, y que la información se pueda ir ejecutando a medida que el usuario vaya introduciendo nuevas informaciones o se vayan generando relaciones entre estas.

El **emisor** que , en el proceso educativo, equivale al educador es el encargado de emitir un mensaje a través de un canal que captará el educando o receptor, cuya recepción le facilitará la adaptación al medio así como la información de los resultados realizados a través de su acción . En el caso de la enseñanza a través del ordenador, será el propio ordenador quien actuará como emisor y ,por tanto, hará el papel de instructor.

Habitualmente el emisor puede realizar también el papel de receptor en el caso de que el proceso comunicativo actúe en una doble dirección permitiéndose así que el emisor obre como receptor y viceversa, es decir, que el receptor actúe también como emisor. Este aspecto no es contemplado por los sistemas de E.A.O, ya que el ordenador siempre será el emisor, el transmisor de la información, mientras que el receptor no puede convertirse en emisor de información. Tan sólo en el caso de crear sistemas inteligentes que

permitan al ordenador la capacidad de "aprender" sería posible hablar de este aspecto.²⁷

De entre las actividades que un emisor debe realizar para elaborar y enviar un mensaje destaca especialmente el proceso de **codificación**, es decir, la transformación a un lenguaje determinado de las informaciones que se desean transmitir. De este modo, en la producción del mensaje el emisor está limitado por el propio dominio de sus posibilidades codificativas (**repertorio**) que, en el caso del ordenador, dependerá fundamentalmente del sistema que éste posea y de los lenguajes que pueda manejar.

El **código** está formado por una serie de signos y símbolos que pueden ser estructurados de manera que tengan significado para alguien. La existencia de un proceso comunicativo requiere el establecimiento de un código común cuyos significados sean comprendidos por el emisor y por el receptor. En la comunicación a través del ordenador la carencia de un código común hace necesaria una doble transformación. En primer lugar, el ordenador deberá traducir la información recibida por el emisor al código máquina, elaborarla y transmitir el resultado obtenido a través de la traducción de dicho código al lenguaje de programación utilizado, comunicándose, en último término, a través del idioma del usuario.

El **mensaje** es transmitido a través del canal. El **canal** lo constituye el soporte físico por el cual se desplazan las señales y

²⁷ Para poder construir programas que vayan aprendiendo de la información que el usuario transmite es preciso diseñar procedimientos a través de lenguajes como Lisp, que permiten la generación de listas de datos pudiendo establecerse nuevas listas con relaciones entre ellas.

por ellas el sentido de la información. En el caso que nos ocupa, el canal estará constituido por el propio ordenador.

Finalmente, el **receptor**, es decir, el educando, recibe la información transmitida y , generalmente, éste debe responder estableciéndose una interacción entre él y el ordenador.

La **retroalimentación** establecida en los sistemas de E.A.D. se encuentra ajustada a la propia fuente de información, la cual caracteriza el tipo de mensaje que el emisor debe transmitir en función de la respuesta recibida por el receptor.

La interacción establecida suele estar cerrada a las exigencias del propio receptor. Habitualmente, el educando ha de escoger una opción determinada entre varias, escribir una palabra que el propio ordenador sugiere y, en los casos más abiertos como juegos, aventuras interactivas, etc, el receptor puede escribir frases, pero éstas también han de estar marcadas dentro de unos límites (verbos que pueden utilizarse, tiempo verbal, nombres, etc). En definitiva, la interacción está marcada por la propia estructura del programa.

El problema de la comunicación con la máquina es uno de los que más preocupa ya que es de difícil solución. La interacción libre, por parte del usuario, supone que éste puede utilizar cualquier palabra de su idioma pudiendo éstas variar de sentido según la frase producida. Para ello, el ordenador debería tener almacenado un diccionario que contuviera una amplia terminología con sus diferentes significados evaluando para cada frase el significante y el significado concreto.

Para valorar los tipos de interacciones establecidas en la E.A.D. , Kemmis²⁸ propuso una tipología que clasifica de modo jerárquico los tipos de oportunidades que el material pedagógico informatizado ofrece al estudiante. Así, distingue cinco clases posibles de interacciones:

a. **Interacción cognitiva.** Este tipo de interacción se produce cuando al alumno se le pide que reconozca como presentada previamente la información que el ordenador le suministra en forma de preguntas. Este tipo es propio de los programas que evalúan el aprendizaje del alumno a través de tests de elección múltiple.

b. **Interacción rememorativa.** Supone un mayor esfuerzo que la anterior pues precisa de algo más que el simple reconocimiento de la información presentada por el ordenador, y añade la capacidad de reproducir información textual (literal o transformada). Por ello, no implica comprensión de lo expuesto por la máquina ya que generalmente esta interacción se realiza a través de transcripciones verbales o escritas de textos, completando frases parcialmente escritas, etc.

c. **Comprensión reconstructiva.** A diferencia de los tipos anteriores, se pretende que el alumno realice operaciones significativas con la información transmitida. De este modo, al alumno se le pide que reconstruya conceptos, proposiciones y

²⁸ KEMMIS, S: *The Educational Potential of Computer Assisted Learning. Qualitative Evidence about Student Learning*, University of East Anglia, 1976. Estos tipos de interacciones también han sido recogidos en la obra de GARCÍA-RAMOS, L-RUIZ, F: *Informática y educación. Panorama, aplicaciones y perspectivas*, Garcia Ramos, Barcelona, 1985. Cap. 4

principios que se encuentran dentro de los límites de la información previamente transmitida.

d. Comprensión intuitiva y global. Consiste en la realización de una actividad cuyo objetivo estriba en captar el significado de una determinada idea. Este tipo de interacción supone que el alumno ha de descubrir el sentido de la información mediante su actividad a partir de los datos proporcionados por el programa.

e. Comprensión constructiva. Esta denominación hace referencia a un tipo de interacción muy abierta en la cual el alumno es capaz de crear el propio conocimiento. Este sería el tipo de interacción utilizada en programas de I.E.A.O. en los que el educando debería sumergirse en una investigación abierta, trabajando para obtener informaciones o resultados que no son transmitidos por el ordenador de una forma predeterminada.

2.1.4.6. EL SENTIDO DEL APRENDIZAJE A TRAVES DEL ORDENADOR.

Nos hemos ocupado a lo largo de este primer estudio en la caracterización de la utilización del ordenador como medio a través del cual el sujeto puede aprender. La utilización de esta herramienta para el fin mencionado le ha otorgado una apariencia supuestamente renovadora . Sin embargo, como se ha señalado en ocasiones anteriores, el objetivo fundamental de este tipo de aplicación es utilizar a la tecnología computacional como medio favorecedor del aprendizaje de las informaciones contenidas en los currícula actuales de la forma más eficaz posible.

La eficacia del sistema de transmisión, a menudo, cae en contradicciones importantes. Así, mientras los estudios psicopedagógicos han considerado los sistemas de enseñanza-aprendizaje fundamentados en modelos conexionistas y asociacionistas como incompletos , la práctica totalidad del software generado con finalidades educativas incide en la adopción de este tipo de modelos. Detectamos, pues, un desfase entre el empeño de renovación pedagógica y la utilización actual del ordenador.

La contradicción es todavía mayor cuando dicho desfase está disfrazado. El sólo hecho de incorporar una nueva tecnología aparece, frecuentemente, como símbolo de modernismo y renovación. Nada más lejos de la realidad, cuando por ejemplo, el profesor toma el ordenador , introduce un programa de geografía y pretende que el

educando aprenda la situación geográfica de las capitales europeas, o los ríos de España.

En los sistemas de E.A.O , tal y como su nombre indica, se resalta el concepto de *enseñanza*. El ordenador ha de *enseñar* al alumno. Dicha concepción refuerza una idea pasiva y receptiva del proceso de enseñanza. El sujeto recibe la información, contesta a las respuestas y en función de su última respuesta, recibe un nuevo tipo de información.

La adopción de modelos receptivos de información en los que la capacidad de decisión del educando y la interacción comunicativa entre educador y educando son casi nulas, nos lleva a considerar que la E.A.O actual no responde a modelos educativos pertinentes.

El proceso de enseñanza no es nada en sí mismo sino se encuentra relacionado con el proceso de aprendizaje. La transmisión de información debe adoptar la forma, difusión, complejidad, motivación... tal que permita transformar los estados de la persona que recibe dicha información. De este modo, el individuo, debe ser capaz de recibirla, elaborarla, transformarla y utilizarla para su propia estructuración, respondiendo, en último término, de forma adecuada.

El resultado de la utilización del ordenador para la transmisión de conocimientos es, pues, la construcción de aprendizajes. En este sentido, hemos de considerar como único

sistema positivo de utilización, el medio que favorezca la construcción de aprendizajes significativos.

Denominaremos aprendizaje significativo, siguiendo la terminología utilizada por Ausubel²⁹, a todo aquel proceso en el que la persona es capaz de relacionar la nueva información con algún aspecto ya existente en su estructura cognitiva y que supone un material relevante para ella. De este modo, la consecución de aprendizajes de esta índole supone la asimilación de la nueva información en una estructura específica del conocimiento ya existente en la estructura cognitiva del sujeto. Por el contrario, la inexistencia de conceptos relevantes implica un proceso de aprendizaje en el que el sujeto adquiere la información de memoria.

Como el propio Ausubel afirma, existen muy pocos aprendizajes que carezcan de una cierta significatividad ya que, incluso cuando intentamos memorizar una determinada información, buscamos establecer relaciones significativas con informaciones anteriores para que nuestro aprendizaje adquiera algún tipo de significación. Este hecho nos llevará a considerar que prácticamente todo el software educativo gozará de un cierto grado de significatividad para el alumno que lo aprende.

El grado de significatividad del aprendizaje está relacionado con el olvido. De este modo, a menor significatividad menor es el tiempo de retención de lo aprendido. Si queremos

²⁹ AUSUBEL, D: *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*, Trillas, México, 1982^{2ª}. NOURAK, J: *Teoría y práctica de la educación*, Alianza, Madrid, 1982.

conseguir un aprendizaje que suponga un cambio de estado duradero para el sujeto, hemos de lograr producir aprendizajes con un alto grado de significatividad. El análisis de programas educativos³⁰ de E.A.O hace predecir la escasa significatividad generada por muchos de estos productos³¹.

La actitud del profesor frente a la introducción del ordenador en la escuela es, muy frecuentemente, temerosa. Siente que si introduce este medio quizá ello vaya en su propio perjuicio ya que a la larga sea sustituido por la máquina.

No analizaremos aquí este tipo de actitudes³². Sin embargo, conviene tener presente que la búsqueda de modelos mejores de E.A.O y, muy concretamente, el empleo de sistemas expertos como herramientas educativas tienen como objetivo final, el logro de la simulación del comportamiento inteligente del docente.

Si analizamos otros medios donde el ordenador ha tomado un papel importante (bancos, sistemas de producción en cadena, oficinas, editoriales, etc), podemos detectar como esta máquina suple tareas semejantes a las realizadas por el hombre. Si el ordenador se introduce en la escuela debe, a nuestro entender, suplir tareas realizadas por el hombre y no por otros medios convencionales. Utilizar un ordenador para suplir un libro de texto carece de sentido

³⁰ GROS, B-RODRIGUEZ, J.L.: "La evaluación de software educativo", Op.Cit.

³¹ Los programas de mayor significatividad son, en nuestra opinión, los de simulación y algunos juegos educativos.

³² FIGGINI, S: "Nuevas Tecnologías y Educación", Trabajo de investigación realizado por FUNDESCO sobre las actitudes de los docentes ante las nuevas tecnologías. Doc policopiado.

ya que precisamente un texto escrito, aunque puede ofrecer ventajas sobre el ordenador, adolece de una de las características más importantes de los ordenadores : su capacidad de generar aprendizajes como resultado de procesos de comunicación interactiva .

Tener el ordenador en el aula con la excusa de que el niño lo examine, entienda cómo funciona, sepa algún lenguaje de programación, etc. con el objeto de dar una imagen no descontextualizada de la escuela será, a muy corto plazo, algo carente de sentido³³.

En resumen, si queremos utilizar el ordenador como medio a través del cual el sujeto pueda aprender se trata de aprovechar al máximo las posibilidades técnicas que esta tecnología nos proporciona. Se trata , por consiguiente, de llegar a construir sistemas de enseñanza capaces de proporcionar los beneficios de un buen profesor.

La consecución de estos objetivos no es fácil. Es preciso construir modelos incorporando aquellos conocimientos generados por áreas de conocimiento diversas. Deben detectarse la mejores formas de estructurar las informaciones que el educando debe aprender. Y cómo éstas deben transmitirse, en función del alumno concreto de que se trate, a través de modelos comunicativos bidireccionales pertinentes para cada tipo de actuación. Estos aspectos son los que tratan de incorporar, tal y como hemos señalado en los apartados

³³ La alfabetización informática será , muy probablemente, algo ofrecido al niño en entornos no escolares. Fundamentalmente dentro de la propia familia.

anteriores, los sistemas I.E.A.O. Sin embargo, no puede pensarse en este tipo de sistemas como en la panacea de la enseñanza asistida por ordenador. De hecho la ventaja fundamental de estos programas es debida fundamentalmente a aspectos de tipo técnico. Así, la mayor parte de los problemas de que adolece la E.A.O. en este momento no pueden ser solventados por la propia capacidad de la máquina así como por las características técnicas de los lenguajes de programación utilizados. La utilización de un ordenador potente y de un lenguaje de programación como PROLOG o LISP ya confiere de por sí la posibilidad de crear programas más abiertos.No obstante, este aspecto no resuelve todo el problema. Para conseguir que dichos sistemas sean efectivos, que lleguen a simular la conducta de un profesor es preciso lograr , desde el terreno psicopedagógico, especificar al máximo los elementos intervinientes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, consideramos que la creación de sistemas inteligentes con finalidades instructivas pueden ser un factor impulsor de los estudios de la propia pedagogía. Se hace necesario tener que especificar al máximo los factores que han de intervenir, cómo , cuándo y de qué manera han de actuar. Es esta una línea de investigación que consideramos de gran importancia y necesidad, y, es también un reto para el desarrollo de la tecnología informática aplicada a la educación.

Hemos señalado muchos de los defectos que la E.A.O , según nuestra opinión, posee. Quisieramos en este último apartado realizar un breve resumen de los mismos. Para ello, consideraremos la existencia de tres núcleos problemáticos básicos :

- En cuanto al proceso de enseñanza-aprendizaje.

La E.A.O se realiza mediante un proceso basado en la presentación de información en función de la última respuesta recibida del alumno. De esta forma, el alumno no puede realizar preguntas sobre aspectos que no comprende, no puede anticiparse a conocimientos que el ordenador presenta y el alumno ya posee, y , en definitiva, no podemos considerar que el ordenador sea un medio que se adapte al alumno sino que, por el contrario, es el alumno quien ha de adaptarse al proceso de enseñanza de la máquina.

La estructura de la representación del contenido se adapta más a las relaciones lógicas de la materia que al proceso de aprendizaje seguido por el alumno. En este sentido, hay una carencia de incorporación del modelo del alumno. Se ignora la tipología y el historial personal. La información se transmite de la misma forma y en el mismo orden para todos los alumnos.

- En cuanto a la interacción mantenida.

Es una interacción cerrada, el sujeto no puede dialogar abiertamente. Cuando comete errores, éste no puede detectar la naturaleza de los mismos. Es incapaz de apreciar si son conceptuales, lingüísticos, terminológicos, etc.

No hay una comunicación bidireccional dado que el alumno no puede acceder a partes específicas del programa.

- En cuanto al contexto donde se sitúa el aprendizaje.

Los programas desarrollados para la E.A.D. se sitúan en el plano del aprendizaje individualizado. Precisamente, a menudo se resalta la eficacia de estos sistemas justamente por permitir este tipo de enseñanza. Sin embargo, consideramos que aunque es importante el aprendizaje individualizado especialmente para la adquisición de determinadas técnicas (programas de práctica y ejercitación), el ordenador en el aula no debe concebirse como herramienta dirigida hacia la individualización del proceso de enseñanza-aprendizaje. Este aspecto, olvidado hasta el momento, es quizás el más fácil de solventar dado que no necesita de una tecnología especial; es, simplemente, un problema de diseño.

Podemos concluir que la E.A.D. actual proporciona programas que, de momento, sólo pueden paliar algunos instantes de la actuación del docente en el aula. Pero, ni la cantidad ni la calidad del software generado permite la utilización, desde el punto de vista educativo, suficientemente eficaz de la herramienta. Cabe esperar que la investigación en el desarrollo de la informática, de la inteligencia artificial y de la pedagogía den cabida a un mayor aprovechamiento de esta motivadora herramienta.

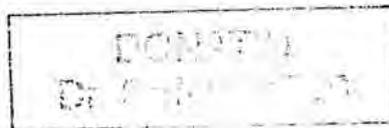
T O M O I I

46 p2

TD

487

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



BEGOÑA GROS SALVAT

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA



0700693085

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>	592
<i>Artículos</i>	615
ESQUEMA GENERAL DE LA TESIS	667

**2.2. SEGUNDO ESTUDIO:
APRENDER CON EL ORDENADOR**

2.2.1.

**EL LENGUAJE LOGO COMO
TEORIA EDUCATIVA: S. PAPERT.**

2.2.1.1. Demarcación de los objetivos del lenguaje

Logo.

2.2.1.2. Desarrollo histórico:

2.2.1.2.1. El proyecto Logo

2.2.1.2.2. La utilización del ordenador en la enseñanza.

2.2.1.2.3. Logo y el aprendizaje de las matemáticas.

2.2.1.2.4. Renovación pedagógica y nuevas tecnologías.

2.2.1.2.5. Influencia de la cultura computacional en el desarrollo cognitivo del sujeto.

2.2.1.3. Caracterización de los conceptos de educación, cultura y tecnología a través de la obra de S.Papert.

2.2.1.3.1. El papel de la cultura computacional en la sociedad actual.

2.2.1.3.2. El uso del lenguaje Logo como ejemplo de cultura computacional :

2.2.1.3.2.1. La cultura matemática.

2.2.1.3.2.2. Logo en la escuela.

2.2.1.3.3. El pensamiento tecnocentrista.

2.2.1.4. Cuestiones suscitadas.

2.2.1.1. DEMARCACION DE LOS OBJETIVOS DEL LENGUAJE

LOGO.

Como hemos señalado en capítulos anteriores, la E.A.O, en su sentido más amplio, pretende ser un instrumento facilitador de la consecución de aprendizajes dentro del marco escolar. Esta forma de aplicar la informática en la escuela no confiere, por sí misma, una fuente de renovación pedagógica. Se pretende que el ordenador contribuya de la forma más óptima y eficaz posible a la adquisición y refuerzo de conocimientos de muy diversa índole, pero siempre dentro del contexto de los currícula actuales.

El uso del lenguaje Logo en el ámbito escolar no puede ser presentado bajo la misma perspectiva. No tan sólo porque éste posea objetivos y características diferentes sino ,fundamentalmente , porque su incidencia en el terreno educativo va más allá de las meras aplicaciones didácticas. Pretende ser una herramienta que favorezca el cambio de los objetivos y la forma de trabajo escolar. En definitiva, Logo constituye algo más que un lenguaje de programación con propósito e intencionalidad educativa. Pretende ser un medio que permita transformar el funcionamiento y el papel de la escuela en la actualidad. Se presenta pues como un símbolo de "renovación pedagógica".

De este modo, podemos considerar que este lenguaje no es solamente un medio que permite introducir la informática en la escuela sino que lleva implícito un importante contenido ideológico. El propio S. Papert escribe su obra *desafío a la mente* (1980) con objeto de plantear su reflexiones sobre los fundamentos educativos que sustentan el uso de Logo en la institución escolar. En este sentido, Papert hablará de la "Filosofía Logo", para referirse a su concepción sobre el papel de la escuela actual, su posible evolución ante la creación de entornos de aprendizaje Logo, la desaparición de algunas materias curriculares, y el cambio de la educación en general. Así, el lenguaje Logo es caracterizado, por sus creadores, como algo más que un simple lenguaje de programación.

Numerosos autores han intentado describir las aportaciones de este lenguaje. De entre ellos destacamos los trabajos de J.Muller, E. M. Friendland, y Regini.

J.Muller¹ intenta enmarcar los diversos aspectos que el lenguaje Logo pretende abarcar. De este modo, establece que éste se caracteriza por constituir a la vez : un lenguaje de programación de propósito general, un lenguaje de programación para niños, una filosofía y una pedagogía.

Friendland² considera que el uso del lenguaje Logo en la institución escolar responde a la consecución de tres metas :

¹ MULLER, J : "The great Logo adventure", en MADDOX, C : *Logo in the classroom*, Op.Cit. pp 117-125.

² FRIENDLAND, E-FRIENDLAND, M : "Beyond turtle graphics", *Logo and educational computing journal*, N°1, vol 2., May-june, 1984, p.17

1. Fomentar la cultura informática.

2. Promover la creatividad individual y el sentido de la confianza a través del diseño y el producto de programas.

3. Mejorar la capacidad del pensamiento, con particular énfasis, sobre los procesos de análisis y síntesis.

Quizá es H. Reggini el autor que mejor ha reflejado y sintetizado lo que este lenguaje de programación pretende ser. En este sentido, Reggini³ establece que la introducción del lenguaje Logo en el ámbito educativo responde a objetivos de tres tipos: cognitivos, afectivos y educativos.

De entre los objetivos **cognitivos** Reggini afirma que la inclusión del lenguaje Logo en el curriculum escolar puede⁴:

- Favorecer la actividad autoconstructiva del niño al permitirle acumular un conjunto de experiencias intuitivas útiles para alcanzar, posteriormente, estructuras interiorizadas más formales y complejas.

- Alcanzar una comprensión personal de ejemplos claros y sencillos del pensamiento.

- Facilitar los estilos cognitivos personales.

- Entrenar la mente en aspectos lógicos del pensamiento.

³ REGGINI, H. *Alias para la mente*, Galápago, Buenos Aires, 1982.

⁴ *Ibidem*, pp. 288-289

- Desarrollar y perfeccionar las habilidades para la resolución de problemas.

- Ejercitar el análisis al proceder a subdividir los problemas en partes pequeñas. El desglose o la segmentación de los problemas y la depuración o corrección de los procedimientos está implícito en el propio uso del lenguaje.

Como objetivos **afectivos**, Regini plantea que Logo es capaz de ⁵:

- Disminuir el nivel de frustración que frecuentemente siente el alumno en su proceso de aprendizaje, especialmente en aquéllos más retraídos o incapacitados.

- Mejorar su autoimagen, lo que redunda en un incremento de su eficacia en áreas escolares y situaciones cotidianas.

- Alcanzar una actitud nueva hacia sí mismo, como sujeto activo del aprendizaje en general, y en particular, en relación a las distintas áreas del conocimiento.

- Incrementar la comunicación y coparticipación de ideas entre alumnos.

- Adquirir cierto sentimiento de participación y de continuidad con el mundo adulto.

Existen además una serie de objetivos que, según el mencionado autor, dependen en su intensidad e importancia, del

⁵ *Ibidem*, pp. 289-290

ámbito educativo y del nivel de integración de Logo en el curriculum escolar⁶ :

- Conocer las computadoras y aprender cómo programarlas.

- Aprender ideas adicionales en temas de otras áreas : exploración del lenguaje, del dibujo, de la música, etc.

- Aprender ideas nuevas que no forman parte regular de los temas usuales de otras áreas : experimentación de hipótesis, ordenamiento del trabajo en procedimientos definidos, planificación de etapas, etc.

- Identificar el papel de la computadora en la sociedad y en las ciencias actuales.

- Asistir a los niños que manifiestan trastornos en su desarrollo intelectual o en el aprendizaje.

En resumen, Logo puede considerarse como algo más que un lenguaje de programación . Es un instrumento proveniente de las transformaciones tecnológicas y que es presentado como un medio capaz de transformar el sistema educativo actual provocando, según sus creadores, importantes beneficios en el desarrollo cognitivo, afectivo y social.

Los objetivos, un tanto ambiciosos, propugnados por autores como Regini y el propio Papert han generado una importante

⁶ *Ibidem.* pp. 290-292.

polémica entre aquellos que rechazan dicha herramienta por considerar que no se realizan logros importantes cuando es utilizada en el aula y, entre quienes ven en este lenguaje la salvación de los males de la escuela actual.

En términos generales, tanto los partidarios como los detractores del uso del lenguaje Logo se hallan influenciados por un cúmulo de ideas difundidas, fundamentalmente, a través de la obra de S. Papert.

En nuestra opinión, muchas de las ideas señaladas por Papert no representan más que un intento de conseguir los viejos ideales de la escuela activa, siendo reflejados ahora, a través del uso de una tecnología actual. Sin embargo, Papert no se detiene sólo en reflexiones sobre la transformación de la escuela tradicional hacia una escuela más activa sino que ,además, en muchos de sus artículos refleja una visión prospectiva (y un tanto utópica) de las posibilidades que este lenguaje puede proporcionar a la institución escolar.

A pesar de esta visión optimista, o como consecuencia a ella, desde 1984 se viene observando ciertas controversias en torno a la eficacia real de su uso expresando en términos tales como "*Logo ha prometido más de lo que ha logrado*". En el verano de 1985 en la Conferencia sobre Logo realizada en el M.I.T. , Papert afirma que él nunca pretendió mostrar a este medio como un elemento salvador

? HAWKINS, J : " Computers in the classroom", *Psychology Today*, September, 1984, p. 20

de los problemas educativos y sólo quien goza de un pensamiento tecnocéntrico puede llegar a realizar tales deducciones⁸.

Al margen de las críticas y defensas realizadas por Papert consideramos que la amplia difusión de dicha herramienta y su forma de presentación justifican una reflexión sobre los presupuestos teóricos que involucran el uso de dicho lenguaje.

A lo largo del siguiente capítulo se pretende demostrar la hipótesis según la cual consideramos que Papert ha usado de forma superficial ideas planteadas con anterioridad por la pedagogía y la psicología educativa utilizándolas como herramienta de difusión de las virtudes de Logo. Creemos que Logo es un instrumento que aporta importantes beneficios educativos pero no admitimos a priori sin una justificación científica muchas de las afirmaciones que Papert realiza en su obra. Para fundamentar nuestras hipótesis se realizará, a continuación, un análisis de las ideas básicas desarrolladas por Papert en sus principales artículos así como en su obra *Desafío a la mente*. Esta última, será tratada de forma independiente dada la extensión e importancia de la misma.

⁸ PAPERTS, S: "Computer criticism versus technocentric thinking", *LOGO 85 . Theoretical Papers*, MIT, nº 1, July 85, pp 53-69.

2.2.1.2. DESARROLLO HISTORICO.

2.2.1.2.1. El Proyecto Logo.

Seymour Papert es la figura más representativa dentro de esta temática y es el principal impulsor del denominado Grupo Logo⁹ que desarrolló este lenguaje.

Papert posee una formación fundamentalmente matemática. Desarrolló su actividad investigadora en el M.I.T (Massachusetts Institute of Technology) hasta 1959 año en que acude a trabajar a Ginebra en el Centro Internacional de Epistemología Genética dirigido por J. Piaget. Permanece en Ginebra trabajando con él hasta 1964, año en que regresa a EEUU. Durante su estancia en Ginebra participa en diversos núcleos de investigación sobre psicología de la inteligencia, incidencia del lenguaje en los procesos cognitivos,, así como en reuniones científicas, congresos ¹⁰ ,etc. En norteamérica continúa sus investigaciones en el área de la inteligencia artificial y en 1969 crea el denominado "Proyecto Logo" que tenía por objeto el desarrollo de un lenguaje de programación que pudiera ser utilizado en el ámbito escolar por niños de cualquier edad . Papert pretendía con ello crear una herramienta informática que se

⁹ El Grupo Logo estaba formado por un conjunto de investigadores del M.I.T. procedentes , en su mayoría, del campo de la psicología cognitiva, del laboratorio de inteligencia artificial y el ámbito informático. Entre ellos se encuentran : C.Salomon, D.Watt, A. Disessa y S.Weir

¹⁰ Papert participó también posteriormente en reuniones científicas como la realizada en octubre del 75 en la abadía de Royaumont en torno a Piaget y a Chomsky. Ver, "El papel de la inteligencia artificial en psicología" en CHOMSKY, N-PIAGET, J: *Teorías del Lenguaje. Teorías del aprendizaje*, Crítica, Barcelona, 1983.

apartase de la E.A.O, sistema más frecuentemente utilizado en aquel momento dentro del marco escolar.

También en 1969 apareció una primera versión de Logo que tenía por objeto el tratamiento del lenguaje. Papert comprobó que su uso resultaba dificultoso para los niños más pequeños. Este hecho le motivó a estudiar el diseño de un lenguaje de programación de uso más sencillo y que pudiera ser utilizado incluso por los niños de párvulos. Así fue como surgió el Grupo Logo en el cual se generó y se desarrolló la idea de construir un lenguaje gráfico como un dominio de programación asequible a cualquier edad. De esta forma nació la idea de utilizar un instrumento central, la tortuga¹¹, que pudiera recibir órdenes directas y representarlas a continuación de forma visual.

R.Permal¹² realizó el primer trabajo al utilizar la tortuga mecánica con niños de 4 y 5 años y demostró como éstos podían controlarla sin problemas. Asimismo, C. Solomon¹³ utilizó tortugas de pantalla mostrando que los niños de primer grado podían aprender a programar en este lenguaje.

¹¹ La tortuga, en un principio, era un dispositivo mecánico con la forma de este animal. Dicho mecanismo poseía un lápiz en el centro, el cual permitía dejar el rastro cuando desde el teclado del ordenador le eran introducidas las órdenes de desplazamiento. Posteriormente, se introdujo la representación en pantalla de la tortuga mecánica conservando el planteamiento básico del diseño pero añadiéndole nuevas estructuras de programación. En la actualidad pueden utilizarse ambos sistemas, es decir, la tortuga mecánica o la tortuga de pantalla.

¹² PERMAN, A : "Using computer technology to provide learning environment for preeschool children", *LOGO MEMO*, Nº 24, M.I.T., Cambridge, 1976.

¹³ SOLOMON, C : "A case study of a young child doing turtle graphics", *LOGO MEMO*, Nº 28, M.I.T., Cambridge, 1976.

A partir de estas primeras experiencias se fueron generando nuevos diseños del lenguaje más amplios y completos. En 1971 se crea dentro del propio M.I.T una colección de publicaciones denominada "LOGO MEMO"¹⁴, que a partir de aquel año y hasta 1985 difunde un total de 61 trabajos de investigación. En ellos, se hallan recogidos los principales estudios realizados sobre Logo y otros sistemas similares de trabajo computacional así como experiencias, programas de interés, discusiones y reflexiones.

La difusión del lenguaje Logo en el terreno educativo no comienza a notarse en EEUU hasta 1979, fecha en que se publica el informe sobre el Proyecto Brookline¹⁵. No obstante, será un año después cuando dicha difusión alcance su mejor momento tras la publicación del libro de S. Papert :*Mindstorms: Computers, Children and Powerful Ideas*.¹⁶ Esta obra es la primera en la que el lenguaje Logo es presentado no sólo como un lenguaje de programación destinado al terreno educativo sino como "*una filosofía de la educación dentro de una creciente familia de lenguajes de computación que la acompaña*"¹⁷.

¹⁴ Estas publicaciones pueden conseguirse a través del Grupo Logo, en 20 Ames Street, Cambridge, MA 02139. U.S.A.

¹⁵ El Proyecto Brookline es el primer estudio sobre la utilización del lenguaje Logo en la institución escolar. Sus resultados están publicados en la colección "LOGO MEMO", nº 53 y 54.

¹⁶ Esta obra fue rápidamente difundida en los países de habla hispana gracias a la traducción realizada al castellano de H. Regini en 1981. Existen también traducciones en otros idiomas como francés, italiano, alemán, etc.

¹⁷ PAPERT, S : *Desafío a la mente*, Op.Cit., p. 246.

En los países de habla hispana Logo es rápidamente difundido a través de los trabajos realizados por Horacio Regini quien ,durante largo tiempo, ha colaborado con Papert en el M.I.T.

En términos generales, podemos afirmar que a partir de 1980 Logo empieza a ser un importante ámbito de estudio para los profesionales de la educación interesados por la informática educativa, generándose en torno al mismo, grupos de trabajos en

diferentes naciones¹⁸, revistas especializadas, seminarios y congresos dedicados íntegramente a esta temática¹⁹.

2.2.1.2.2. La utilización del ordenador en la enseñanza.

¹⁸ De entre los grupos de trabajos existentes a nivel internacional destacamos los siguientes:

- Asociación Amigos Logo, Salguero 2969, 1425 Buenos Aires, Argentina.
- Asociación Logo, Apartado 1560, Vitoria, España.
- Asociación Logo Chile, Victoria Subercaseaux 191, Dpto 201, Santiago de Chile, Chile.
- Association Francaise des Utilisateurs de Logo, 12 rue de la Montagne, Paris, Francia. 75005.
- BIKILOG (Big Kids' Logo Group), Box 88, Balaclava 3183, Australia.
- Boston Computer Society, Logo users group, Three Center Plaza, Boston, MA 02108. U.S.A.
- British Logo Users Group, 33 Croft Gardens, Old Dalby, Melton Mowbray, Leicestershire LE 14, England.
- Centro Logo, Entenza 218, D-5, 08029 Barcelona, España.
- Chicago Logo users group, Andrew David, 5430 South Harper Avenue, Chicago, IL 60615. U.S.A.
- Connecticut Logo Users Group, Reinhold Wappler, 252 Carter Street, New Canaan, CT 06840. U.S.A.
- Friends of LISP, Logo, and Kids, PO Box 22094, San Francisco, CA 94122. U.S.A.
- Friends of the Turtle, PO Box 1317, Los Altos, CA 94022. U.S.A.
- German Logo Users Group, Innocentiastr 31, 2000 Hamburg 14, Alemania.
- Grupo Logo-Madrid, Aptdo. 43074. 28043 Madrid, España.
- International Logo Exchange, 5388 Traci Drive, Santa Barbara, CA 93111. U.S.A.
- Japanese Logo Research Group, Diangoya Building 28-12, 3Chome Meieki, Makamura-Ku, Nagoya, Japan 450.
- Logo Centrum Nederland, Postbus 1408, 6501 BK Nijmegen, Holanda.
- Logo Information For Teachers, PO Box 5396, Plymouth, MI 48170.
- Logo Some Z's user group, 401 Park Heights, 1091 Kumagawa, Fussa-shi, Tokya. Japon.
- National Logo Exchange, PO Box 5341, Charlottesville, VA 22905.
- Seattle Logo Users Guild, Jeff Sandys, PO Box 30945, Seattle, WA 98103. U.S.A.
- Special Educator Logo Users Group, Northern Illinois University, Dekalb, IL 60115.
- Young People's Logo Association, PO Box 855067, Richardson, TX 75085. U.S.A.

¹⁹ Desde 1984, se realiza periódicamente en el M.I.T. (Cambridge) un congreso dedicado única y exclusivamente al lenguaje Logo. En el se recogen todo tipo de trabajos: aplicaciones curriculares, experiencias, desarrollos del lenguaje, etc. Al final de este trabajo indicamos también los seminarios y congresos realizados y los que tienen una periodicidad establecida.

El primer trabajo de Papert²⁰ sobre el lenguaje Logo se publicó en 1971. En él, se realizaba una reflexión sobre la importancia que la tecnología podía alcanzar en los procesos de aprendizaje por parte del niño de cortas edades.

Papert presentaba ya en ese año²¹ un punto de vista, en lo que respecta a la utilización del ordenador en la enseñanza, muy alejado a los planteamientos en boga en aquel momento. Estos se ceñían a la utilización del ordenador mediante un software más cercano a la enseñanza programada y las metodologías de tipo expositivo que a un tipo de práctica pedagógica más renovadora. En este sentido, Papert insiste en la necesidad de enseñar a los niños de forma constructiva siendo éstos los que programen al ordenador y no el ordenador el que programe a los niños. Papert se siente participe de las ideas de los protagonistas de la escuela activa y afirma " *creo como Dewey, Montessori y Piaget que los niños aprenden haciendo y pensando sobre lo que hacen*"²², en base a esta idea, considera que " *la computación es hasta el momento la fuente más rica que pose estas ingredientes*"²³.

20 PAPERT, S: "A computer laboratory for elementary schools", *LOGO MEMO*, Nº1, M.I.T., 1971. Publicado también en *Computers and Automation*, Nº 21, vol 5, 1975.

21 PAPERT, S: "Teaching children Thinking", *LOGO MEMO*, Nº2, M.I.T., 1971. Publicado también en HARTLEY, J-DAVIS, I.K (Ed): *Contributions to an Educational Technology*, Nichols Publishing, 1978, pp 270-281 y en TAYLOR, R(Ed): *The Computer in the School : Tutor, Tutee, Tool*, Teachers College Press, New York, 1980, pp 161-196

22 PAPERT, S: "Teaching children Thinking", *LOGO MEMO*, Nº2, M.I.T., 1971. p. 1

23 *Ibidem*, p. 2

Otras consideraciones sobre las formas más adecuadas de aprendizaje son realizadas por Papert en este trabajo. De este modo, considera que la persona aprende a través de sus propias acciones, siendo estas motivadas por sus propios intereses. El uso del lenguaje Logo puede incidir en este aspecto dado que el niño ha de crear sus propios programas utilizando al ordenador como catalizador de sus experiencias. Es decir, el niño aprende enseñando y para enseñar debe pensar sobre el contenido y la forma de aquello que enseña.

2.2.1.2.3. Logo y el aprendizaje de las matemáticas.

Aunque actualmente Logo no es presentado como un lenguaje relacionado con un área específica de enseñanza Papert, en un principio, relaciona estrechamente el aprendizaje de las matemáticas con el uso de éste planteando el conocido dilema de: "Enseñar a los niños a ser matemáticos versus enseñar matemáticas a los niños"²⁴.

Papert piensa que los problemas que la mayor parte de alumnos poseen cuando se enfrentan al aprendizaje de las matemáticas se deben, fundamentalmente, a que la escuela se limita a enseñar unos conocimientos y no a dar una formación en la materia. De este modo, los niños se limitan a aprender matemáticas y no a crear matemáticas. Para conseguir que los alumnos aprendan a ser

²⁴ PAPERT, S : "Teaching children to be Mathematicians versus teaching about Mathematics", *LOGO MEMO*, Nº 4, M.I.T., 1971. En su versión castellana, PAPERT, S : "Enseñar a los niños matemáticas versus enseñar matemáticas a los niños", en COLL, C(Comp) : *Psicología genética y aprendizajes escolares*, Siglo XXI, Madrid, 1983. pp 129-149.

matemáticos es preciso abandonar las ramas de la matemática tradicional y crear otras nuevas que tengan la propiedad de permitir a los principiantes una mayor actividad creadora. En este sentido, considera que el lenguaje de la tortuga permitirá al niño crear matemáticas a partir de sus propias experiencias con el ordenador.

En definitiva, el ordenador constituye la herramienta y el lenguaje Logo el vehículo para conseguir un aprendizaje creativo de las matemáticas donde el niño sea el propio protagonista de su construcción.

2.2.1.2.4. Renovación pedagógica y nuevas tecnologías.

En 1973, S. Papert se propone llevar a cabo un plan de investigación en el que Logo sea introducido en diversos centros escolares para poder observar así sus beneficios reales. La hipótesis que pretende demostrar es que la tecnología puede mejorar la educación. Desea mostrar como las metas y objetivos de mejora educacionales pueden conseguirse mediante el uso de este lenguaje. Para fundamentar estas hipótesis²⁵, Papert se propone conseguir las siguientes metas:

- Dar ejemplos del uso de la tecnología para mejorar la educación. No todo uso del ordenador en la escuela debe estar basado en la E.A.O., el ordenador debe ser utilizado como medio de mejora de los procesos de aprendizaje de la persona.

²⁵ PAPERT, S : "Uses of technologie to enhance education", *LOGO MEMO*, Nº 8, M.I.T., 1973.

- Es preciso reflexionar sobre las estructuras y conceptos que el alumno actual necesita conocer abandonando las áreas de conocimiento clásicas carentes de sentido.

- Se precisa también una teoría cognitiva que, en opinión de Papert, debería integrar las aportaciones acerca del pensamiento en general de la inteligencia artificial así como los trabajos de Piaget en psicología de la inteligencia y psicología evolutiva.

Este último aspecto es fundamental dentro de sus planteamientos. Piensa que hasta el momento, las teorías cognitivas han sido orientadas hacia niveles muy teóricos y que resultan de difícil aplicación. Sin embargo, la tecnología computacional puede orientar a la construcción de teorías cognitivas mucho más prácticas.

Para que el niño pueda aprender de la mejor forma posible es preciso, en opinión de Papert, crear laboratorios de aprendizaje. Esto es, proporcionar al niño un medio rico que le permita aprender mediante la exploración de los objetos de su entorno. Ello es posible de alcanzar sin necesidad de utilizar los ordenadores, sin embargo *"enseñar al ordenador -según Papert- objetiviza el proceso, desarrolla conceptos formales y plantea ideas tales como "subprocedimientos", "estado", "variables de control", etc que son de enorme ayuda para analizar aspectos del trabajo en un laboratorio de aprendizaje*²⁶.

²⁶ *Ibidem*, p. 27.

Ante la introducción de las nuevas tecnologías en la institución escolar, Papert considera la existencia de tres posiciones posibles :

- Reformista, aboga por la producción de nuevos materiales y métodos los cuales pueden ser incorporados en la escuela sin cambiar fundamentalmente su naturaleza.

- Revolucionaria, en donde se produce una alternativa total a los planteamientos seguidos por la escuela en la actualidad.

- Intermedia, se desarrollan nuevas formas de aprendizaje que sustituyen a otras ya cáduas.

Papert lamenta la existencia de partidarios de la primera de las opciones y se decanta claramente por la segunda. La adopción de esta postura le lleva a proponer la utilización del lenguaje Logo como vehículo que favorezca el cambio actual de la escuela. Para conseguirlo propugna la existencia de cinco condiciones que han de estar presentes en toda investigación educativa²⁷ :

1. Tomar una teoría de la educación.

2. Desarrollar las consecuencias de esta teoría para diseñar qué proyectos son buenos para el desarrollo intelectual del niño.

3. Implementar estas condiciones en una escuela.

4. Fomentar un equipo para experimentar este tipo de escuela.

5. Realizar la experiencia durante un tiempo mínimo de dos a tres años.

Como podemos observar, los puntos mencionados por Papert de forma novedosa no vienen sino a plantear aspectos sugeridos por numerosos autores, desde el campo de la pedagogía, para construir teorías educativas

Al margen del marco escolar, Papert considera de interés el estudio de las posibilidades del ordenador en el terreno de la educación no formal aunque no se ocupa estrictamente de su estudio.

2.2.1.2.5. Influencia de la cultura computacional en el desarrollo cognitivo del sujeto.

Como hemos señalado anteriormente, en 1979 se publicaron los primeros resultados de las investigaciones realizadas por el equipo del M.I.T. y al año siguiente Papert publica : *Mindstorms: Computers, Children and Powerful Ideas*, obra en la que trata de exponer las bases teóricas de su obra " *en este libro analiza las formas en que la presencia de la computadora podría contribuir a los procesos mentales no sólo instrumentalmente, sino de manera más esencial y conceptual, influyendo sobre el modo en que las personas piensan aun cuando se encuentran muy alejadas del contacto físico con la computadora*"²⁸

²⁸ PAPERT, S. Op. Cit., p. 18

El problema de la influencia de la cultura computacional sobre el desarrollo cognitivo del sujeto es uno de los temas claves en la obra de este autor y será una temática que tratará en diversos artículos²⁹. Para Papert, la cultura computacional impone un cambio de los modelos del desarrollo intelectual así como una transformación de los contenidos de aprendizaje. El ordenador será el principal protagonista de este cambio y ocupará un lugar privilegiado en la construcción de la nueva cultura, pasará a formar parte de la vida de las personas, será utilizado por el niño desde pequeño y debe tenerse presente que *"el ordenador se utilizará quiera o no el educador"*³⁰. Ello evidencia la necesidad de la búsqueda de modelos computacionales adecuados para el nuevo ciudadano.

La influencia de la tecnología computacional en la forma de ser y de pensar de los hombres de la sociedad actual es también, desde 1980, tema de estudio por parte M.Minsky y S. Papert. Ambos intentan elaborar una "teoría de la sociedad de la mente" en donde se estudien *"las ideas de la ciencia de la computación no sólo*

29 PAPERT, S : "Computers and computer cultures" , en HARPER, D.O-STEWART, J (ed): *Run: computer education*, Brooks/Cole Publishing Company, California, 1983, pp 3-10. PAPERT, S : "Computer criticism versus technocentric thinking", LOGO 85 , Theoretical Papers N°1 , M.I.T., 1985. PAPERT, S: " Personal computing and its impact on education", en TAYLOR, R(Ed): *The Computer in the School : Tutor, Tutee, Tool*, Teachers College Press, New York, 1980, pp 197-202. PAPERT, S : "Redefinind Childhood : the Computer Experiment in Development Psychology", 1980, M.I.T. (material interno).

Cabe destacar también, en esta misma línea la obra publicada por S. Turkle, esposa de Papert, quien se dedica a los estudios de la influencia de las nuevas tecnologías desde el punto de vista antropológico. La obra en cuestión es *El Segundo Yo : Las computadoras y el espíritu humano*, Galápagos, Buenos Aires, 1984.

30 PAPERT, S : "Redefinind Childhood : the Computer Experiment in Development Psychology", Op.Cit., p. 7

*como instrumentos de explicación del modo en que de hecho funciona el aprendizaje y el pensamiento, sino también como instrumentos de cambio que podrían alterar, y, posiblemente, mejorar la manera en que la gente aprende y piensa*³¹.

³¹ PAPERT, S : *Desafío a la mente*, Op.Cit, p. 237.

2.2.1.3. CARACTERIZACION DE LOS CONCEPTOS DE EDUCACION, CULTURA Y TECNOLOGIA A TRAVES DE LA OBRA DE S.PAPERT.

2.2.1.3.1. El papel de la cultura computacional en la sociedad actual.

Hasta el momento hemos pretendido dar una visión global de las diversas temáticas y planteamientos sobre los que Papert fundamenta sus trabajos. La mayor parte de las ideas reseñadas están planteadas con un mayor nivel de profundización en su libro *Desafío a la mente*. Por ello, intentaremos a continuación extraer de dicha obra las ideas que fundamentan la teoría educativa que Papert pretende construir.

En términos generales consideramos la existencia de dos núcleos temáticos básicos : el papel de la cultura computacional en la sociedad actual , aspecto que será tratado en este apartado ,y el uso del lenguaje Logo como ejemplo particular de dicha cultura , del cual nos ocuparemos en el siguiente apartado.

Como hemos indicado anteriormente, un tema central en la obra de Papert es el estudio de la influencia de la cultura computacional en los procesos mentales del sujeto. A este respecto, este autor realiza una diferenciación entre la existencia de una cultura precomputacional y una cultura computacional. Dicha

diferenciación será cada vez más acusada debido fundamentalmente a la constatación de tres factores³² :

- la difusión del ordenador personal en la vida privada será cada vez mayor, incrementándose las capacidades de las máquinas y disminuyéndo el precio de éstas.

- Los niños utilizarán el ordenador del modo que se ha venido a denominar "computer as pencil" . Es decir, el ordenador será usado para tareas tan variadas como escribir, dibujar , calcular, jugar, estudiar,etc.

- Las tareas relacionadas con la presencia física del ordenador tendrán también una importante presencia en la cultura adoptándose ideas, lenguajes, relaciones, metáforas, etc relacionadas con la tecnología computacional.

Así pues, *"el papel que asigna a la computadora - afirma Papert- es el de portadora de "germenes" o "semillas" culturales cuyos productos intelectuales no requerirán soporte teórico una vez hayan echado raíces en una mente en crecimiento activo"*³³

Esta visión prospectiva del papel de la computadora en la cultura depende fundamentalmente del tipo de uso que la sociedad le otorgue. En este sentido, la sociedad puede evolucionar siempre y cuando se presenten modelos computacionales acordes a una nueva

³² PAPERT,S : "Redefinind Childhood : the Computer Experiment in Development Psychology", Op.Cit., pp 1-2.

³³ PAPERT,S : *Desafío a la mente*, Op.Cit., p. 22

forma de pensar y de aprender más abierta y menos rígida que la actual. Para que el ordenador tenga incidencia en la forma de aprender y de pensar del sujeto se deben evitar situaciones que ya comienzan a darse en el ámbito de la informática y que suponen una simple reproducción de modelos antiguos a partir del uso de modernas tecnologías. Nos estamos refiriendo aquí a lo que Papert asigna con el nombre de "*fenómeno QWERTY*". Este hace referencia a la posición de las teclas alfabéticas de las máquinas de escribir. La disposición de las teclas no tiene ninguna explicación racional, sólo histórica. Fue introducida para evitar que las teclas se atascasen separando aquellas que aparecían frecuentemente en secuencia inmediata. Unos años después el mejoramiento de la tecnología eliminó el problema pero la disposición del teclado sigue siendo la misma.

Un ejemplo informático - en opinión de Papert- lo constituye el modo en que el lenguaje de programación BASIC se ha establecido como el lenguaje a utilizar para enseñar a los niños a programar ordenadores. En un principio, se podía lograr que un ordenador con baja capacidad de memoria pudiera utilizar BASIC mientras que otros lenguajes exigían una mayor potencialidad. En la actualidad, el costo de la memoria de los ordenadores ha decrecido hasta el punto de que las ventajas económicas respecto al uso de BASIC en relación a otros lenguajes es prácticamente inexistente. Aunque la revolución computacional es muy reciente ya se está generando su propio conservadurismo de modo que se puede afirmar

que *"BASIC es a la computación lo que QWERTY a la escritura a máquina"*³⁴.

La tecnología computacional debe evitar adoptar modelos como QWERTY ya que dicha tecnología es, en sí misma, de gran versatilidad y debe ser esta característica la que otorgue un medio rico de experiencias. Sólo si el ordenador se utiliza mediante lenguajes de programación tipo Logo se podrá afirmar que *"la cultura computacional es mätetica, es decir, que nos ayuda no solamente a aprender sino a aprender sobre el aprendizaje."*³⁵

Papert cree que las personas interesadas en la problemática educativa deben intentar investigar sobre fenómenos que den respuestas a cuestiones tales *"¿cómo afectarán el desarrollo intelectual de sus participantes de edad escolar? ¿Observaremos la inversión de las etapas piagetianas?, ¿Desarrollarán presiones en el sentido de abandonar las escuelas tradicionales? ¿Cómo tratarán las escuelas locales de adaptarse a la nueva presión ejercida sobre ellas?"*³⁶ Sin embargo, él afirma que *"como utopista educacional deseo algo más. Deseo saber ¿qué tipo de cultura computacional puede crecer en comunidades en las que no exista ya un rico suelo tecnófilo?"*³⁷ *"Permítaseme decirlo una vez más: el obstáculo potencial no es económicoEl obstáculo al*

³⁴ Ibídem, p. 50.

³⁵ Ibídem, p. 203

³⁶ Ibídem, p. 209

³⁷ Ibídem, p. 209

*crecimiento de culturas computacionales populares es cultural, por ejemplo, la no correspondencia entre la cultura computacional incorporada a las máquinas actuales y las culturas de los hogares donde entrarán.*³⁸

Una buena tecnología debe adaptarse a los modelos de aprendizaje de los sujetos intentando mejorarlos. Así, Papert considera que la cultura computacional incluso puede llegar a transformar la estructuras mentales de los sujetos.

Este autor parte de una concepción piagetiana del proceso de aprendizaje. Considera que *"cualquier cosa es fácil si una puede asimilarla a la propia colección de modelos. Si eso no es posible, cualquier cosa puede resultar angustiosamente difícil"*³⁹. El proceso de aprendizaje ha de surgir de los intereses del sujeto constituyéndose de forma constructiva .

En el desarrollo de los procesos cognitivos el paso del pensamiento concreto al pensamiento formal es un proceso evolutivo largo y que no siempre es alcanzado por todos los sujetos. Sin embargo, este autor piensa que *"gran parte de lo que ahora consideramos "demasiado formal" o "demasiado matemática" será aprendida con la misma facilidad cuando las niñas crezcan en el mundo computacionalmente rico del muy próxima futuro"*⁴⁰ . De esta forma, a través del diseño del lenguaje Logo parece querer superar al propio Piaget *"El Piaget de la teoría*

38 Ibídem, pp 209-210.

39 Ibídem, p. 12 .

40 Ibídem, p. 19

de los estadios -afirma Papert- es sencillamente conservador, casi reaccionario, al enfatizar lo que los niños no pueden hacer. Yo trato de revelar un Piaget más revolucionario, cuyas ideas epistemológicas puedan expandir los límites conocidos de la mente humana. Durante todas estas años no pudieron hacerlo por la falta de un medio de utilización, una tecnología que la computadora matemática ahora comienza a ofrecer” 41.

No sólo las teorías de Piaget fundamentan la concepción educativa del lenguaje Logo. Las teorías del procesamiento de la información y la inteligencia artificial son también reinterpretadas y valoradas por Papert.

Estima que el propósito fundamental de la inteligencia artificial es la concreción de ideas sobre el funcionamiento de los procesos mentales que, anteriormente, pudieron parecer excesivamente abstractas. Siguiendo esta misma idea, Papert señala; *“proponemos enseñar Inteligencia Artificial a los niños de modo que ellos también puedan pensar más concretamente sobre los procesos mentales. En tanto los psicólogos utilizan las ideas de la inteligencia artificial para construir teorías científicas formales sobre los procesos mentales, los niños usan las mismas ideas de manera más informal y personal para pensar sobre sí mismos” 42*

41 *Ibídem*, p. 182

42 *Ibídem*, p. 183

En cualquier caso, tanto las teorías de Piaget como de la inteligencia artificial son teorías descriptivas *"Mi perspectiva es más intervencionista. De manera que en mi propia reflexión he colocado mayor énfasis en dos dimensiones implícitas pero no elaboradas en la propia teoría de Piaget : el interés en las estructuras intelectuales que podrían desarrollarse, en oposición a aquellas que realmente se desarrollan actualmente en el niño, y el diseño de ambientes de aprendizaje que estén en consonancia con ellas. Se puede usar la Tortuga para ilustrar ambos intereses: primero, la identificación de un poderoso conjunto de ideas matemáticas que no suponemos representadas, al menos no en forma desarrollada, en los niños; segunda, la creación de un objeto transicional, la Tortuga, que puede existir en el ambiente del niño y entrar en contacto con las ideas"* ⁴³

Para conseguir una mejora en los procesos mentales del sujeto, Papert ve en la programación una de las actividades más idóneas. El ordenador no debe ser utilizado como en los modelos de E.A.D. para transmitir una simple información. Por el contrario, el niño debe programar al ordenador y en la realización de esta tarea se encuentra el aspecto más valioso de la tecnología computacional. *"Cuando un chico aprende a programar, el proceso de aprendizaje se transforma. Se torna más activo y autodirigido. En particular, el conocimiento se adquiere con un propósito personal reconocible. El niño hace algo con él.*

*El nuevo conocimiento es una fuente de poder y es experimentado como tal a partir del momento en que comienza a formarse la mente infantil,*⁴⁴ por consiguiente Papert afirma que *"La computadora puede "concretar" (y personalizar) lo formal"*⁴⁵ *"Crea que puede permitirnos desplazar la frontera que separa lo concreto de lo formal."*⁴⁶

¿Dónde, según Papert, pueden conseguirse estos objetivos? . En esta obra se plantea la necesidad de transformar el modelo de escuela actual hacia un tipo de institución más abierta y comunicativa donde sus miembros puedan trabajar en libertad aprendiendo con los demás. Papert realiza un símil entre el ambiente que debe crearse en la escuela y las denominadas "escuelas de samba" brasileñas.

Estos centros son clubes sociales donde personas de diferentes edades y sexos se reúnen durante todo el año para preparar los carnavales aprendiendo a bailar. En ellas hay un centro de interés, una cultura y un trabajo común. Para Papert, el aprendizaje de Logo se asemeja a una escuela de samba. Así, afirma que *"la semejanza más profunda proviene del hecho de que en ellas la matemática es una actividad real que puede ser compartida por novatos y expertos"*⁴⁷ Los ambientes Logo se asemejan también a estas escuelas por el tipo y la calidad de las relaciones humanas desarrolladas *"si bien los maestros están presentes sus*

44 *Ibíd.*, p. 35

45 *Ibíd.*, p. 35

46 *Ibíd.*, p. 35

47 *Ibíd.*, p. 285

intervenciones son más similares a las de los bailarines expertos de la escuela de samba que a las del maestro tradicional armado de planes de clase y un programa fijo" ⁴⁸

Sin embargo, y a pesar de estas similitudes, para Papert hay una diferencia fundamental entre estos dos tipos de aprendizajes. Mientras que la escuela de samba tiene sus raíces en la cultura popular, los ambientes de trabajo en Logo suelen ser artificiales, extraídos de la cultura circundante y esto es precisamente un hecho que debe cambiar y contra el cual es preciso luchar. Para ello, la figura del educador es fundamental. Para él, este debe tener una buena formación antropológica. " *El educador como antropológa debe trabajar para comprender qué materiales culturales son relevantes para el desarrollo intelectual*" ⁴⁹

Un problema frecuente en el ámbito escolar estriba en la diferenciación realizada entre alumnos más o menos valiosos. Frecuentemente la distinción se realiza en base a criterios arbitrarios propios de la cultura actual. En ella hay una importante distinción entre la cultura humanística y la científica valorándose mucho más a los que se dedican a esta última. La computadora, en opinión de Papert, puede servir para derribar la barrera existente entre ambos tipos de culturas. De hecho, el diseño de lenguaje Logo pretende eliminar estas barreras. A través de términos sencillos de nuestro propio vocabulario se pueden manejar conceptos de muy

48 *Ibíd.*, p. 296

49 *Ibíd.*, p. 47

diversa índole sin que una formación de tipo científico presuponga una facilidad en el uso y explotación del lenguaje.

2.2.1.3.2. El uso del lenguaje Logo como elemento de cultura computacional.

2.2.1.3.2.1. La cultura matemática.

Para Papert la creación del lenguaje Logo ha supuesto la ejemplificación de lo que la cultura computacional puede aportar para favorecer el desarrollo de la persona. La geometría de la Tortuga, según Papert, posee una doble finalidad; por un lado, aparece como un elemento que permite aprender conceptos geométricos e ideas matemáticas muy generales. Y por otro lado, la tortuga aporta al sujeto un conocimiento "*matético*"⁵⁰, un conocimiento sobre el aprendizaje. Ambos tipos de aprendizajes se superponen pero este último es quizás la aportación más beneficiosa para el desarrollo de la persona. Así, "*la geometría de la tortuga se puede aprender porque es sintónica*"⁵¹, todo se encuentra en relación con el propio cuerpo.

En cuanto al aprendizaje de las matemáticas, cabe preguntarse sobre qué tipo de matemáticas se aprenden cuando se programa en Logo. A esta cuestión, Papert responde distinguiendo tres niveles de adquisición de conocimientos progresivos en esta disciplina. Cada uno de éstos puede beneficiarse con el trabajo en Logo. Estos son⁵² :

50 Ibídem, p. 82
51 Ibídem, p. 83
52 Ibídem, p.85

a) Breve referencia al cuerpo de conocimientos de la matemática escolar que ha sido seleccionado como núcleo de matemática básica que todos los ciudadanos deben poseer.

b) Hay un cuerpo de conocimientos que la matemática escolar presupone aun cuando no se encuentra mencionado explícitamente en los programas tradicionales. Por ejemplo, el conocimiento que se refiere a por qué razón hacer matemáticas y cómo podemos encontrarle un sentido, principios deductivos, inductivos, etc.

c) Conocimientos que la matemática escolar ni incluye ni presupone, pero cuya inclusión en el curriculum escolar debe ser considerada. Por ejemplo, la comprensión de la relación entre los sistemas geométricos euclidiano, cartesiano y diferencial.

La geometría de la tortuga puede conseguir trabajar en estos tres terrenos aportando además un aspecto esencial y carente en el aprendizaje de la matemática actual : el aspecto motivacional. En este lenguaje se produce a través de la identificación con la propia herramienta de trabajo.

No sería correcto pensar que las aportaciones del lenguaje Logo se refieren exclusivamente al aprendizaje de las matemáticas. El aprendizaje de un lenguaje de programación como Logo supone, para Papert, un beneficio cognitivo de índole general . En este sentido realiza afirmaciones tales como : *" en un mundo rico en computadoras, los lenguajes de computación que suministran un medio de control sobre aquéllas y simultáneamente*

*ofrecen nuevas y poderosas lenguajes descriptivos para el pensamiento, se transmitirán sin duda a la cultura general. Obrarán un efecto particular sobre nuestro lenguaje para describirnos a nosotras mismas y a nuestro aprendizaje.*⁵³

En definitiva, Logo aporta importantes beneficios al desarrollo humano al ser un lenguaje de programación que posee fuertes implicaciones en el terreno del aprendizaje . Pero ¿de qué forma se ha de realizar el trabajo en Logo con los niños ?.

2.2.1.3.2.2. Logo en la institución escolar.

Si bien Papert no tratará explícitamente del tema , en su libro se desprende un apoyo incondicional a las metodologías basadas en los procesos de aprendizaje por descubrimiento. En este sentido, nos ocuparemos brevemente de dos conceptos básicos que se describen en la obra y que tienen implicaciones directas en el terreno metodológico :a) los micromundos y b) las ideas poderosas.

a. Los micromundos.

Para conseguir un aprendizaje es preciso que el sujeto pueda relacionar la nueva información que debe aprender con algo que ya conoce previamente. Además, debe tomar esta nueva información como propia llegando así a la construcción desde su interior del nuevo aprendizaje. Esta idea básica, en el terreno de la psicología del

aprendizaje es la que Papert intenta concretar en el concepto de micromundo⁵⁴.

Un micromundo está constituido por un conjunto de elementos que poseen un comportamiento propio y que permiten al sujeto establecer las relaciones existentes entre sus experiencias y los conocimientos adquiridos anteriormente.

En Logo, la geometría de la tortuga constituye un ejemplo de micromundo. El sujeto se encuentra limitado al manejo de unas primitivas gráficas, puede interaccionar con el ordenador dentro de un marco concreto y se pretende que las actuaciones que realiza de forma libre y espontánea le sirvan para establecer relaciones significativas construyendo así nuevos conocimientos.

*"Las alumnas que trabajan en estas ambientes - afirma Papert- ciertamente descubren hechas, hacen proposiciones generalizadoras y aprenden habilidades. Pero la experiencia fundamental de aprendizaje no es llegar a memorizar datos o practicar destrezas. Más bien es llegar a conocer la tortuga, explorar lo que ella puede y debe hacer"*⁵⁵.

b. Ideas poderosas.

El trabajo con Logo está generado a través de la adquisición de ideas poderosas. Esta expresión se manifiesta en

⁵⁴ Este término ha sido traducido también como : microcosmos y/o microambiente

⁵⁵ *Ibidem*, pp 159-160

Papert como la consecución de un aprendizaje mediante la relación entre la propia actividad del niño y el conocimiento adquirido. Por tanto, no es una idea independiente a la señalada anteriormente sino que, por el contrario, ambos están íntimamente relacionados ya que lo que se busca con la creación de un micromundo es precisamente la consecución de ideas poderosas⁵⁶.

2.2.1.3.3. El pensamiento tecnocentrista.

De la obra comentada se desprende la existencia de una serie de afirmaciones y criterios valorativos que son los que han determinado no sólo la difusión del lenguaje sino también su rechazo.

En nuestra opinión, Papert genera en su libro una serie de expectativas a los educadores que están muy por encima de lo que realmente este medio puede lograr. Pero sobre ello volveremos más adelante. Constatamos que a partir de la publicación de esta obra, la mayor parte de los estudios e investigaciones realizadas, han intentado medir y valorar los efectos de este sistema a través de la verificación de las hipótesis y afirmaciones mantenidas por Papert.

⁵⁶ Pensamos que la expresión de "idea poderosa" utilizada por Papert tiene prácticamente el mismo sentido que la expresión manejada por E. Duckworth "wonderful ideas", es decir, "ideas maravillosas". Esta autora expuso el contenido de esta expresión en el artículo "The having of wonderful ideas", *Harvard Educational Review*, Nº 42, 1972, pp. 217-231 (Versión castellana: "tener ideas maravillosas", en COLL, C (Comp): *psicología genética y aprendizajes escolares*, S XXI, Madrid, 1983, pp. 43-57). E. Duckworth considera que los niños no poseen un ritmo de desarrollo cognitivo predeterminado, por ello, lo importante es tener ideas maravillosas, es decir, generar ideas que faciliten la comprensión, en un momento dado, de un determinado aprendizaje. El maestro debe actuar facilitando la consecución de estas ideas a las que el alumno deberá llegar mediante su propia acción.

En este sentido, se publican algunos estudios⁵⁷ donde se pone en tela de juicio los beneficios educativos de este lenguaje.

La mayor parte de las críticas coinciden en afirmar la inexistencia de beneficios en el desarrollo cognitivo del sujeto, considerando que Logo se ha ofrecido como una herramienta que promete mucho más de lo que realmente consigue.

Estas críticas llevan a Papert a pronunciarse de nuevo sobre sus propios planteamientos⁵⁸. Según este autor, todo el mundo centra su atención en la pregunta ¿qué puedo hacer con Logo?. Esta cuestión expresa una tendencia tecnocentrista según la cual las personas consideran que la tecnología en sí misma puede ser un elemento de cambio. La adopción de esta postura lleva a considerar a los ordenadores, en general, y al lenguaje Logo en particular, como agentes que actúan directamente en el desarrollo del pensamiento y el aprendizaje. Sin embargo, esta visión es- en opinión de Papert- errónea ya que considera que *"el contexto para el desarrollo humano es siempre la cultura y nunca una tecnología aislada"*⁵⁹. Por tanto, *"si queremos entender el cambio, debemos centrar la atención en la cultura y no en el ordenador"*⁶⁰.

57 HAWKINS, J : "Computers in the classroom", *Psychology Today*, September, 1984, PEAR-KURLAND, M: "On the cognitive Prerequisites of Learning Computer Programming", *Bank Street College, Technical Report*, Nº 18, New York, 1983, VERSCHAFFEL, L : "Transfer of thinking and problem solving skills from computer programming", *Seminario Logo*, Barcelona, 1986 (documento no publicado)

58 PAPERT, S : "Different visions of Logo", en MADDOX, C: *Logo in the schools*, Op.Cit., pp 3-9. PAPERT, S: "Computer criticism versus technocentric thinking", Op.Cit.

59 PAPERT, S: "Computer criticism versus technocentric thinking", Op.Cit.

p. 54

60 *Ibidem*, p. 54

El hecho de afirmar que Logo no ha cumplido lo que promete es para Papert una afirmación frívola y absurda que demuestra que no se ha entendido la concepción educativa implícita en el uso de este lenguaje.

Logo , insiste Papert⁶¹, ha de ser un material de construcción cultural y para conseguirlo debe integrarse en la escuela. La realidad, en cambio, muestra como en la mayoría de los centros escolares que han utilizado Logo éste no ha sido integrado en el aula sino que se ha trabajado en laboratorios en horario extraescolar. De esta forma, actúa como un elemento aislado del contexto y que poco puede servir para cambiar el ámbito educativo. No se trata pues de preguntar qué hace Logo a las personas, qué beneficios les aporta , sino que, por el contrario, debemos cuestionarnos qué puede hacer la gente con Logo. Se trata pues de luchar contra la visión tecnocentrista que centra toda su atención en el ordenador , el software y los tipos de lenguajes utilizados. Es preciso centrarse en las actividades que podemos realizar con la tecnología para conocer cómo ésta puede ser utilizada de la forma más óptima y beneficiosa posible.

61 *Ibíd.*, p. 59

2.2.1.4. CUESTIONES SUSCITADAS.

La mayor parte de las ideas mencionadas por Papert en sus artículos más reciente son , en nuestra opinión, muy acertadas. Realmente, no se puede esperar que la simple introducción de una herramienta tecnológica en el ámbito escolar sea tan potente y eficaz que por sí misma pueda transformar el desarrollo y la cultura de los niños. Es este un planteamiento realmente ingenuo.

Lo mismo sucede con las investigaciones realizadas muchas de las cuales pretenden medir los beneficios cognitivos de Logo habiendo sido utilizado éste durante un breve espacio de tiempo y en la mayoría de las ocasiones fuera del propio contexto escolar.

La metodología usada para el trabajo con Logo en las escuela es también problemática y como muy bien destaca Papert , Logo ha sido más un laboratorio ocasional de aprendizaje que una herramienta integrada en el trabajo escolar. Así pues, el pensamiento tecnocentrista que manifiestan muchos profesionales de la educación es o bien un sintoma de desconocimiento o bien, un exceso de confianza en la tecnología. No obstante, la situación generada en torno a la utilidad o no del Logo es fruto, y volvemos a insistir en la idea mencionada anteriormente, de la visión que el propio Papert se ha empeñado en otorgar a este lenguaje. En este sentido, y resumiendo las principales tesis enunciadas por Papert nos hallamos con que :

- Pretende presentar al lenguaje Logo como ejemplo de cultura computacional.

- Dicha cultura se basa en una concepción piagetiana del aprendizaje. Se trata de que el sujeto mediante su interacción con el ordenador descubra el conocimiento relacionando de forma constante sus propias actuaciones con ideas y conceptos adquiridos anteriormente.

- El sujeto ha de ser el que programe al ordenador y no el ordenador el que programe al sujeto.

- La actividad de programar confiere al sujeto el carácter de epistemólogo. Es decir, le permite reflexionar sobre su propio pensamiento.

- Intenta superar la teoría piagetiana confiriendo al ordenador un papel de mediador y facilitador del desarrollo del pensamiento concreto al pensamiento formal.

- Logo no es sólo un lenguaje de programación sino que Papert pretende además que la forma de trabajar con Logo y la manera en que éste se integre en el curriculum sirva para cambiar la dinámica del propio sistema escolar.

- El modelo de escuela que Logo debe generar está próximo a la concepción reflejada en los movimientos de la Pedagogía activa.

- Supone que el aprendizaje mediante el uso del lenguaje Logo supone la consecución de aprendizajes significativos para el usuario.

- Logo permite la construcción de conocimientos matemáticos y geométricos.

- El estatuto conferido al error es diferente al desarrollado a través de los planteamientos de la enseñanza programada. No es punitivo sino que se transmite la idea de la necesidad de cometer errores para poder aprender.

Para comprobar la relevancia de estas ideas trataremos en los próximos capítulos de establecer las características de este lenguaje, desde el punto de vista técnico y pedagógico, y las aportaciones de las principales investigaciones efectuadas en relación a los beneficios del uso de este lenguaje en la educación básica.

2.2.2.

CARACTERÍSTICAS DEL LENGUAJE LOGO.

2.2.2.1. Introducción.

2.2.2.2. Características de orden técnico.

2.2.2.2.1. ámbitos de programación :

2.2.2.2.1.1. La geometría de la tortuga.

2.2.2.2.1.2. El manejo de listas y palabras.

2.2.2.2.1.3. Operaciones y funciones matemáticas.

2.2.2.2.1.4. El manejo de múltiples tortugas: la animación.

2.2.2.2.1.5. Música.

2.2.2.2.1.6. Logo tridimensional.

2.2.2.2.1.7. Otros ámbitos de programación.

2.2.2.2.2. Aspectos estructurales.

2.2.2.2.3. Aspectos conceptuales:

2.2.2.2.3.1. Procedimiento.

2.2.2.2.3.2. Primitivas

2.2.2.2.3.3. Instrucciones.

2.2.2.2.3.4. Comandos y operaciones.

2.2.2.2.3.5. Variables.

2.2.2.2.3.6. Recursión.

2.2.2.2.3.7. Estructuras de control.

2.2.2.2.3.8. Planificación y depuración.

2.2.2.3. Características de orden pedagógico.

2.2.2.1. INTRODUCCION.

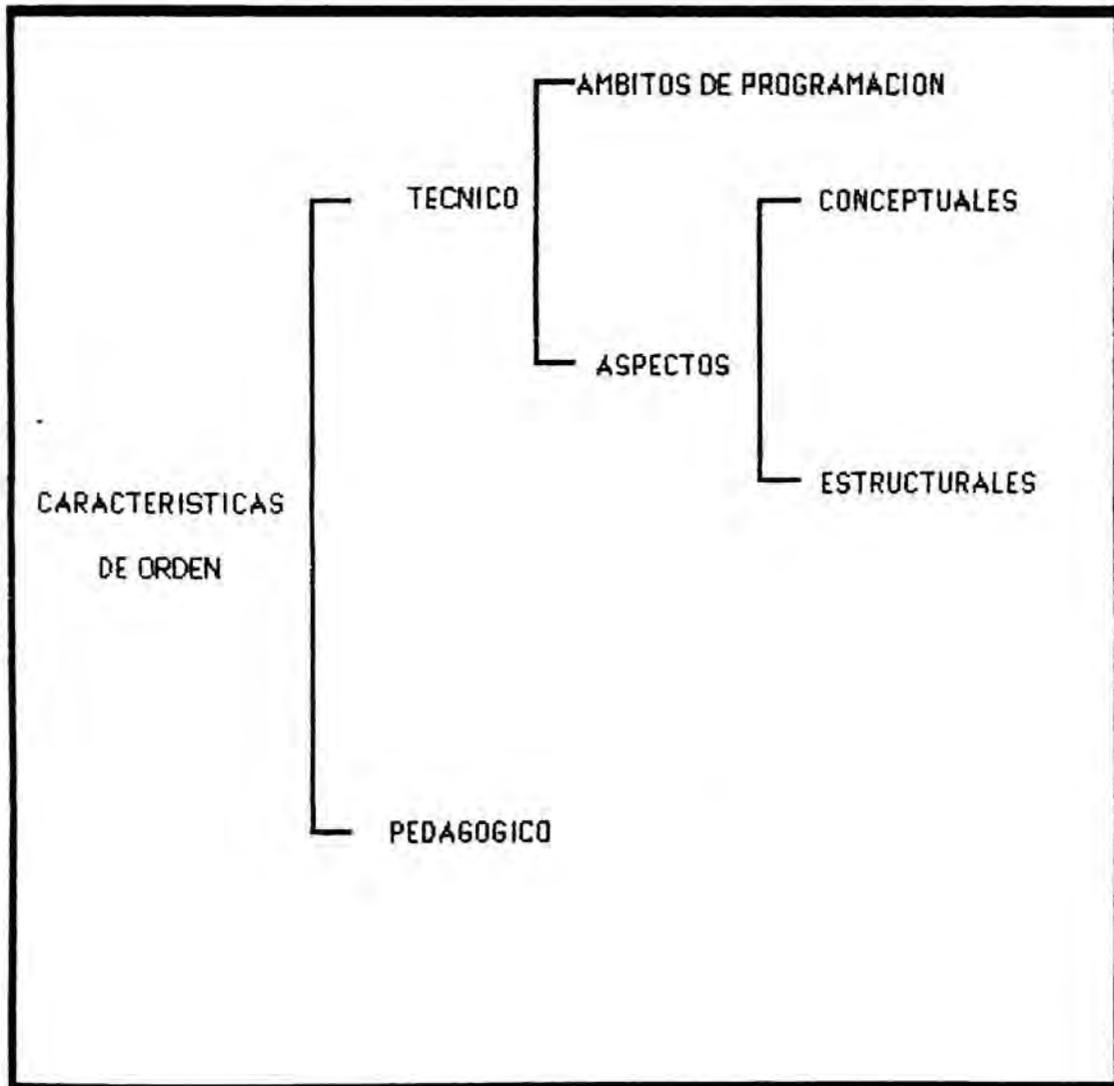
El lenguaje Logo se caracteriza por poseer una estructura formada por elementos comunes a otros lenguajes de programación y por aspectos específicos a éste. El conocimiento de estas características es necesario para la estructuración de modelos pertinentes de explotación del lenguaje tanto desde un sentido técnico como pedagógico.

Destacar todas las características que posee el lenguaje Logo ha sido un esfuerzo que ya algunos autores¹ han intentado realizar poniendo de relieve, en la mayor parte de ocasiones, las ventajas que este lenguaje puede aportar desde el punto de vista psicopedagógico. Sin entrar, por el momento, en aspectos valorativos, se ha intentado aquí estructurar las principales características de este lenguaje en base a dos tipos de caracterizaciones. De esta forma, hemos distinguido entre las características de **orden técnico** y las de **orden pedagógico**.

Denominamos características de **orden técnico** a todos aquellos aspectos que configuran el entorno de programación de un

¹ Entre ellos podemos destacar las obras de BOSSUET, G : *L'ordinateur a l'école*, P.U.F., Paris, 1982, FRIENDLAND, E-FRIENDLAND, H: "Beyond turtle graphics", en *LOGO and Educational Computing Journal*, Vol 2 N°1, May-June 1984, pp 17-25, HARVEY, B : "Why Logo?", *BYTE*, 7 N° 8, 1982, pp 163-193, PAPERT, S : *Desafío a la mente*, Op.Cit., MARTI, E : "El ordenador como metáfora. Posibilidades educativas del Logo", *Infancia y Aprendizaje*, N° 26, 1984, pp. 47-64 REGGINI, H : *Alas para la mente*, Galápagos, Buenos Aires, 1982.

lenguaje determinando las diversas posibilidades de éste así como las estructuras y conceptos utilizados por el mismo. Por ello, hemos dividido las características técnicas en ámbitos de programación del lenguaje y aspectos conceptuales y estructurales, tal y como puede observarse en el siguiente esquema :



Las características de **orden pedagógico** hacen referencia a la totalidad de elementos que este lenguaje aporta y que puede ser analizados como núcleos de interés para su explotación en el terreno educativo.

La separación entre ambos tipos no puede ser total ya que éstas se interfieren de forma constante. De este modo, las características de orden técnico pueden aportar importantes beneficios desde el punto de vista pedagógico y a su vez, la búsqueda de unos determinados beneficios educacionales ha incidido en la construcción de características técnicas que cumplan estas condiciones. Así pues, ambas clasificaciones se interrelacionan mutuamente. No obstante, la separación artificial de las mismas nos servirá para poder analizar más en profundidad cada uno de estos aspectos.

2.2.2.2. CARACTERÍSTICAS DE ORDEN TECNICO.

2.2.2.2.1. Ambitos de programación.

Como ya hemos señalado, dentro de este tipo de características podemos también realizar una triple distinción entre : los ámbitos de programación, los aspectos estructurales y los conceptuales.

Los **ámbitos de programación** están formados por todos aquellos entornos que poseen una serie de órdenes, comandos y primitivas propias para la explotación de medios concretos (música, geometría,etc). Los ámbitos de programación están formados por los micromundos particulares del lenguaje entendido este término en el sentido amplio determinado por S. Papert.

Además de estos entornos, existen, implícitos a todos ellos, una serie de aspectos que otorgan la configuración del propio lenguaje. De entre éstos, diferenciamos aquellos que hacen referencia a la **estructura** del propio lenguaje de los que se refieren a los **conceptos** fundamentales que se manejan cuando se construyen programas en Logo. En este sentido, hay que tener presente que muchas de las características aquí mencionadas están presentes también en otros tipos de lenguajes no siendo,por tanto, exclusivas del lenguaje Logo.

2.2.2.2.1.1. La geometría de la tortuga.

La denominada "geometría de la tortuga" está formada por la parte gráfica de Logo. Es uno de los ámbitos de programación

más difundidos, de forma que para muchas personas la programación en lenguaje Logo es sinónimo del trabajo con gráficos. Sin embargo, y a pesar de la potencia gráfica del Logo, este no es el primer lenguaje que introduce gráficos ni tampoco éstos son su fundamento. En realidad, tal y como señala B.Harvey ², originariamente Logo fue diseñado como un lenguaje de programación para la manipulación del lenguaje : palabras y frases, siendo los gráficos de la tortuga una adición al mismo.

El empeño por construir la parte gráfica del lenguaje, tiene su origen , como hemos señalado anteriormente, en el intento, por parte de Papert, de desarrollar una herramienta que facilite la concreción ,en el ordenador, de conceptos geométricos y matemáticos formales.

Los conceptos geométricos desarrollados con el trabajo en Logo han sido denominados **geometría de la tortuga**³, dado que la geometría trabajada en Logo no responde a los planteamientos de la geometría cartesiana. Las órdenes a las que responde el cursor y/o la tortuga mecánica están caracterizadas por la relatividad posicional. Así, el desplazamiento puede ser avanzando o retrocediendo un cierto número de pasos o girando a derecha o izquierda un cierto número de grados. El carácter diferencial de cada punto de un determinado

² HARVEY, B : *Computer Science Logo Style*, MIT Press, Cambridge, 1985, p. 121.

³ La geometría de la tortuga ha sido investigada por H. Abelson y R. DiSessa quienes publicaron sus estudios en la obra : *Turtle Geometry. The Computer as a medium for exploring mathematics*, MIT Press, Cambridge, 1980. Versión castellana, *La geometría de la tortuga. El ordenador como medio para la exploración matemática*, Anaya, Madrid, 1985.

gráfico se alcanza a partir del anterior mediante un desplazamiento . Así, existen afirmaciones tales como que *"la geometría de la tortuga es una matemática que supera con mucho la simple geometría, pues comprende conceptos matemáticos complejos que se pueden ir descubriendo por exploración de las posibilidades gráficas"*⁴.

En este sentido, cuando nos ponemos a trabajar con la parte gráfica de Logo hemos de tener en cuenta que los conceptos se trabajan en un sentido diferente al de la geometría cartesiana, así por ejemplo, si intentamos realizar una circunferencia, ésta no viene definida como " un lugar geométrico de los puntos que equidistan de otro punto llamado centro" sino que se define, de forma más intuitiva como una serie de desplazamientos y giros repetidos. Es decir, se pretende adaptar la definición a la forma en que espontáneamente lo dibuja un niño. De este modo, una posible circunferencia surgirá de repetir 360 veces un pequeño desplazamiento hacia adelante y un pequeño giro⁵.

Aunque el desarrollo de la geometría de la tortuga es el aspecto esencial de la parte gráfica de este lenguaje, es posible también trabajar con geometría cartesiana . En este caso, los desplazamientos son efectuados a través del posicionamiento de la tortuga en puntos concretos de los ejes de coordenadas. Esta última aplicación permite desarrollar procedimientos muy potentes, sin embargo existen muchos autores que desechan el trabajo con

⁴ RODRIGUEZ-ROSELLO, L : LOGO. *De la tortuga a la inteligencia artificial*, Vector, Madrid, 1986. p. 44

⁵ En Logo se expresará : REPITE 360 [AV 1 GD 1]

coordenadas cartesianas por considerarlo no justificado en una filosofía de trabajo en Logo. Autores como Abelson, DiSessa, Reggini o Harvey consideran mucho más potente la metáfora de la geometría de la tortuga que la geometría cartesiana. La primera, permite al sujeto adoptar el punto de vista de la tortuga relativizando los movimientos en función de los desplazamientos previos mientras que en la geometría cartesiana los movimientos son absolutos. Las figuras se establecen en función de la posición de puntos determinados en la pantalla.

Este ámbito de programación posee un alto grado de interacción ya que es posible visualizar los efectos de cada una de las órdenes dadas. Por ello, además del desarrollo de conceptos geométricos y matemáticos, el alto potencial interactivo proporciona la posibilidad de visualizar algoritmos y procedimientos siendo, por tanto, un potente instrumento de exploración de los propios conceptos informáticos.

2.2.2.2.1.2. Manejo de listas y palabras.

Como se ha señalado anteriormente, el origen de Logo estriba en la posibilidad del tratamiento del lenguaje. Logo al surgir como un diálecto de LISP (List Processing) adquiere de este su potencia para el manejo de listas y palabras.

El manejo de listas es la característica fundamental de los lenguajes de inteligencia artificial. Las listas, son para estos lenguajes, las estructuras básicas de datos.

Una lista es un conjunto de elementos a partir de los cuales se pueden establecer relaciones de distintos orden (jerárquicas, secuenciales, etc).

Logo puede manejar listas y palabras . La diferencia entre ambos conceptos estriba en la estructura de los datos a manejar. Así, una palabra está formada por un conjunto de caracteres que pueden ser numéricos o alfanuméricos mientras que una lista está formada por un conjunto de objetos que pueden ser palabras u otras listas. El tamaño, tipo de palabra, o lista no debe determinarse previamente como sucede en otros tipos de lenguajes de programación.

En base a estos dos tipos básicos de datos, Logo permite realizar una serie de operaciones que tienen cabida tanto si tratamos con palabras como con listas. Dichas operaciones pueden dividirse en tres tipos : 1) operaciones de **extracción** de elementos de las palabras o listas, 2) operaciones de **introducción** de elementos en palabras o listas y 3) operaciones de **creación** de palabras o listas.

Las primeras, permiten extraer el primer elemento, el último , todos los elementos menos el primero y todos los elementos menos el último de ellos. Por el contrario, el segundo tipo de operaciones permite insertar elementos al principio o al final de la palabra o lista . Finalmente, es posible construir palabras o listas con elementos aislados o a partir de otras palabras y listas que habían sido creadas anteriormente.

En base a estas operaciones básicas, se pueden realizar procedimientos de gran potencia para el desarrollo de conceptos lingüísticos , operaciones matemáticas, aritméticas, lógicas, así como para la creación de programas que permitan la simulación de conductas "inteligentes".

Una de las capacidades básicas de las listas ,en los lenguajes de inteligencia artificial y también en Logo, es el manejo de los datos a través de distintos tipos de estructuras. En este lenguaje podemos encontrar cuatro tipos básicos de listas : estructuradas, enlazadas, asociadas y de propiedades.

Las listas **estructuradas** parten de una estructura de árbol en donde los datos se relacionan a través de conceptos genéricos hasta llegar a informaciones más precisas. De este tipo de organización hay una amplia ejemplificación en manuales y libros sobre Logo.⁶

Logo permite también **enlazar** unas listas con otras creando estructuras de datos. La estructura más frecuente de este tipo de listas son aquellas que tienen dos elementos, en el primero el

⁶ Los ejemplos más abundantes son programas para efectuar familias de árboles, plantas, etc. Es también muy conocido el juego de adivinar un animal que consiste en que el ordenador ha de adivinar un determinado animal en base a las características que este posea. De este modo se va generando listas a las que se asocian las características distintivas de cada uno de los animales. Este tipo de programas pueden encontrarse en obras como las de :ABELSON,H: *Apple Logo*, MacGraw Hill, Madrid, 1984. D'OPAZO,J: *Programación en Logo*, Anaya, Madrid, 1985. HARVEY,B: *Computer Science Logo Style. Vol 1* , MIT Press, Cambridge, 1985. O'SHEA,T : *Understanding Logo*, Blackwell Scientific Publications,London, 1985. RODRIGUEZ-ROSELLO,L: *De la tortuga a la Inteligencia Artificial*, Vector, Madrid, 1985. ROSS,P: *Logo Programming*, Addison-Wesley, London, 1983.

dato o datos y en el segundo el nombre de la siguiente listas. Así se consigue tener una serie de datos relacionados en un cierto orden.

Otra forma sencilla de representar datos relacionados lo constituye la construcción de listas de **asociación**. Dichas listas están formadas por sublistas, en las cuales el primer elemento representa un atributo o indicador, y los restantes elementos son sus valores. En general, éstas se pueden considerar como listas que **asocian propiedades**. Sin embargo, si tenemos que manejar listas con muchas propiedades, resulta más fácil y modular el concepto de lista de **propiedades**.

La definición de una lista de propiedad se realiza mediante el empleo de una serie de primitivas Logo, no existentes en todas las versiones de este lenguaje, y que permiten asignar un conjunto de propiedades a una lista dada. Este tipo de estructura de datos son de gran utilidad para la realización de bases de datos y de programas simuladores de sistemas inteligentes ⁷.

Por último, un aspecto también de gran interés es la capacidad de utilizar programas o secuencias de comandos como listas ejecutando los elementos como si fueran elementos de la lista.

En definitiva, el manejo de listas y palabras confiere al lenguaje una importante capacidad manipulativa conceptual aunque

⁷ Existen interesantes ejemplos sobre programas elaborados a través de listas de propiedades para la realización de sistemas inteligentes y bases de datos en las obras de BONNETON, M-GODIMIER, G : *Logomonde*, Hatier, Paris, 1984, HARVEY, B: *Computer Science Logo Style*, Op.Cit. RODRIGUEZ-ROSELLO, L : *LOGO: De la tortuga a la inteligencia artificial*, Op.Cit. cap 12.

otorga también un grado mayor de dificultad en el manejo de la programación.

2.2.2.2.1.2.3. Operaciones y funciones matemáticas.

Al igual que sucede con el resto de lenguajes de programación, Logo nos permite utilizar operaciones y funciones matemáticas que pueden ser combinadas en cualquier procedimiento usándose con una perspectiva gráfica o puramente matemática mediante el empleo de listas y palabras.

Logo puede realizar operaciones (suma, resta, división, ...) y funciones (senos, cosenos, ...) con números enteros y decimales.

La única característica diferenciadora que provee la notación aritmética en relación al resto de primitivas Logo es la forma de evaluación de las mismas.

En general, Logo recoge la primera palabra de una instrucción y la interpreta como un procedimiento, por ello conoce cuántas entradas precisa cada uno de los procedimientos que actúan como primitivas del lenguaje. Sin embargo, este lenguaje otorga un caso especial en el uso de operaciones y funciones matemáticas confiriendo la posibilidad de manejar operaciones prefijas y sufijas. Así, es posible usar la orden SUMA 2 3 4 en vez de $2+3+4$.

De hecho, algunas versiones de Logo proveen sólo operaciones sufijas y las operaciones de resta o división no poseen las operaciones prefijas de DIFERENCIA y COCIENTE.

Cuando se manejan las operaciones sufijas se debe tener muy en cuenta el orden de prioridades aritméticas. El uso de

operaciones prefijas permite asimismo, utilizar como entradas primitivas de construcción de palabras, listas o frases.

2.2.2.2.1.4. El manejo de múltiples tortugas: la animación.

Existe, en la actualidad, en algunas versiones de Logo la posibilidad de operar con varias tortugas simultáneamente. Esta característica se conoce con el nombre de "sprites" o "animación".

Existen importantes diferencias en cuanto a la potencialidad de este ámbito según los diversos tipos de versiones existentes en el mercado actual. Así, en algunas sólo es posible manejar cuatro tortugas simultáneamente mientras que en otros pueden llegarse a utilizar treinta y dos. Lo mismo sucede con el tipo de órdenes que pueden recibir cada una de ellas aunque, en general, los conceptos manejados son los mismos.

El manejo de tortugas múltiples suele tener como finalidad el desarrollo de programas de simulación así como la confección de juegos.

Las órdenes que reciben las diferentes tortugas son iguales a las utilizadas en la parte gráfica, sin embargo si se está trabajando con más de una tortuga, siempre se ha de indicar a cual de ellas se le está dando la orden. Así, si tenemos definidas cinco tortugas podemos indicar que cada una de ellas realice una acción diferente a través de la primitiva PIDE. De esta forma podríamos especificar acciones como : PIDE 1 [AV 40 GD 90], PIDE 2 [RE 30 GI 30], PIDE 3 [ESTRELLA], etc.

Además de las órdenes de la parte gráfica existen una serie de acciones que pueden ser realizadas y que son específicas de esta modalidad de programación. Las acciones que se pueden ejercer se pueden diferenciar según los siguientes aspectos :

- Es posible dar a cada una de las tortugas una forma diferente. Generalmente, existen unas formas ya establecidas que pueden transformarse pero se da también la posibilidad de crear nuevas formas e incluso de eliminar las originales. Mediante el editor de formas podemos definir punto a punto la forma que ha de adoptar una determinada tortuga. De esta manera, si por ejemplo queremos crear un programa en que aparezca en la pantalla la figura de una persona caminando podremos construir diversas formas en las cuales se varíe la posición de las piernas del dibujo obteniendo, a través de la visualización sucesiva de las distintas formas, la sensación de movimiento.

- Se pueden manejar los colores cambiando los del fondo de pantalla, los de las formas y los de la paleta para construir la forma.

- El tamaño de una forma puede cambiarse modificando la largura o la anchura de la figura.

- En cada momento, no hay necesidad de trabajar con todas las posibles tortugas que pueden manejarse por lo cual se pueden activar o desactivar las tortugas que se precisen para la realización de un determinado programa.

- Por último, a las tortugas se les puede dar velocidad. Esta acción permite visonar movimiento en la pantalla. Cada tortuga activada puede moverse con una velocidad determinada cuya diferenciación está también en función de la versión de Logo utilizada.

En las últimas versiones de este lenguaje aparecidas en el mercado han surgido otras serie de acciones de mucha utilidad , entre ellas podemos destacar:

- La capacidad de detección de colisión entre dos tortugas a través de una especie de "sensores" que el lenguaje lleva incorporados y que dan como resultado "verdadero" o "falso" según se verifique o no la condición determinada en el procedimiento.

Además de la animación, existen también en algunos Logos un ámbito de programación ~~similarenormiásde~~ **editor de figuras**.

El editor de figuras permite también diseñar y dar formas distintas . La diferencia fundamental entre la animación y este tipo de aplicación estriba en que los dibujos creados en el editor de formas no pueden adquirir velocidad. Sin embargo, el diseño de las formas pueden resultar mucho más atractivas pues se definen punto a punto pudiendo tener cada uno de éstos un color diferente.

A menudo estos tipos de aplicaciones han sido concebidas como algo a ser utilizado por los niños pequeños. Sin

embargo , éstos suelen tener problemas para coordinar las distintas acciones que pueden ser ejecutadas a un mismo tiempo.

En definitiva, la animación es una herramienta que permite a través de un objetivo fuertemente motivador como es la construcción de programas con movimiento (simulaciones,juegos), poner en práctica estrategias importantes implícitas en el desarrollo de estos programas. En los juegos diseñados la persona debe fijarse las normas de funcionamiento y planificar su ejecución, lo que no resulta tarea fácil. Por ejemplo, en un simple juego de los llamados "come-cocos" se deberá establecer cómo detectar las colisiones entre distintos tipos de figuras para poder determinar en que caso una de las figuras debe aparecer , desaparecer, sumar o restar puntos, etc. aspectos todos ellos que implican la coordinación de numerosas acciones simultáneas. Por ello, consideramos que este tipo de aplicaciones puede ser un arma poderosa para el aprendizaje de la programación y la construcción de estrategias de resolución de problemas a través de aspectos fuertemente motivacionales.

2.2.2.2.1.5. Música.

En la mayor parte de versiones se encuentran incorporadas una serie de primitivas que permiten la generación de sonidos.

Las posibilidades de este ámbito de programación se hallan en función del hardware que se posee. Así, en algunos equipos puede usarse más de una voz y el sonido que se genere es controlado desde Logo.

Generalmente, el empleo de la música no tiene tanto una finalidad en sí mismo y habitualmente se construyen procedimientos musicales para ser combinados con otros programas. No obstante, han aparecido recientemente versiones de Logo⁸ que pretenden utilizar la parte musical como un laboratorio para la experimentación en el diseño de estructuras musicales. Para ello, este tipo de versiones proporcionan nuevas primitivas que permiten explorar los conceptos básicos para el aprendizaje de la música.

Para usar este ámbito de programación no es preciso el conocimiento de Logo. De hecho, las instrucciones y proyectos pueden ser realizados sin ser un experto en ordenadores aunque evidentemente el conocimiento de las técnicas básicas de programación en Logo proporcionarán a este microambiente una mayor potencialidad.

Este tipo de extensión puede también ser combinada con sintetizadores permitiéndo programar individualmente hasta seis voces , cada una de ellas con un rango de 5 octavas, así como la posibilidad de manipular diferentes tonos para la simulación de diversos instrumentos.

2.2.2.1.6. Logo tridimensional.

⁸ Terrapin Music Logo, ha sido desarrollado por el M.I.T. desde 1982 y comercializado en 1985.

Desde hace un tiempo diversos grupos de trabajo⁹ han estado creando un conjunto de programas para permitir visionar en la pantalla del ordenador las figuras realizadas en tres dimensiones ampliando así las capacidades de la parte gráfica actual que realiza los gráficos en dos dimensiones.

Si bien han sido varios los grupos de investigación y desarrollo los que han implementado esta posibilidad en diversos ordenadores, quizá ha sido H. Rellini¹⁰ el autor que ha intentado dar a este entorno una mayor orientación pedagógica. Para este autor, *"la implementación en Logo de órdenes primitivas que permitan manejar a la tortuga en el espacio surgió de la idea de organizar un micromundos en donde el conocimiento del espacio y la realización de figuras espaciales fuera parte de un proceso natural y egosintónico"*¹¹.

La utilización del logo tridimensional apenas añade nuevas primitivas a las ya utilizadas en la geometría de la tortuga. En realidad se añaden cuatro órdenes básicas :

- ANDAR ; mueve la tortuga en dirección longitudinal según la distancia indicada por su argumento, sin que varíe su orientación espacial.

⁹ Texas Instruments en computadoras TC-PC, Logo Computer System ha realizado versiones para ser implementadas en ordenadores Apple (Apple Logo, Apple Logo II, Sprite Logo, Apple Macintosh), IBM , MSX, etc. El sistema ExperLogo disponible para la computadora Apple Macintosh, versión que incluye alguna pequeña modificación en relación a las anteriormente citadas.

¹⁰ REGGINI, H : *Ideas y formas. Explorando el espacio con Logo*, Galápago, Buenos Aires, 1985

¹¹ *Ibidem*, p. 14

- VIRAR; gira la tortuga alrededor del eje normal el ángulo indicado por su argumento; es decir, la tortuga gira en su propio plano de manera similar a como lo hace la tortuga bidimensional.

- CABECEAR; gira la tortuga según su eje transversal el ángulo indicado por su argumento.

- ROLAR; gira la tortuga alrededor de su eje longitudinal el ángulo indicado por su argumento.

Como ya se ha mencionado anteriormente, cuando ordenamos a la tortuga bidimensional que realice un determinado dibujo, éste se efectúa a partir de la ubicación de la tortuga en ese momento. La situación es análoga en el caso de la tortuga tridimensional, pero los efectos son más notables. La posición y orientación iniciales de la tortuga en el espacio definen, en relación con el punto de vista, la imagen del objeto tridimensional que una orden crea. Así, si previamente sacamos a la tortuga de la pantalla y la llevamos hacia adelante, la imagen será más grande en comparación con la que se obtendría si la tortuga estuviera en el plano de la pantalla. Inversamente, será más pequeña si la llevamos hacia atrás de la pantalla. En este sentido, los cambios más notorios se realizan cuando antes de comenzar un procedimiento se ordena ROLAR o CABECEAR a la tortuga. En definitiva, al igual que en el Logo bidimensional las imágenes obtenidas a partir de las órdenes proporcionadas a la tortuga están determinadas por la ubicación de la tortuga en ese instante. No obstante, la complejidad para determinar

el resultado final obtenido es mayor en el Logo tridimensional por lo que no es posible utilizarlo con niños de cortas edades. Sin embargo, puede ser una potente herramienta para el trabajo de aspectos geométricos, construcciones espaciales, arquitectura, etc.¹²

2.2.2.2.1.7. Otros ámbitos de programación.

Además de los hasta ahora mencionados, recientemente y aprovechando el entorno Logo se han ido desarrollando nuevos ámbitos de programación basados fundamentalmente en técnicas de inteligencia artificial y robótica educativa.

Entre las aplicaciones dentro del terreno de la inteligencia artificial destacamos el proyecto AABIA-AIBLE System (Ambiente de Aprendizaje Basado en la Inteligencia Artificial). En él participan diversas empresas europeas aunque el desarrollo principal del proyecto parte de la Fundación Logo de Holanda.

AABIA está basado en el lenguaje Logo aunque desarrolla nuevos ambientes presentándose como una mejora del mismo. Se fundamenta en conceptos extraídos de los sistemas SMALLTALK, la programación "Object-Oriented" y Prolog, entre otros.

El sistema está formado por una serie de módulos y subsistemas que pretenden potenciar el desarrollo de estrategias de resolución de problemas a través de la creación de microambientes.

¹² Existen ejemplos de programas tridimensionales en las obras de H. REGGINI: *Ideas y formas. Explorando el espacio con Logo*, Galápagos, Buenos Aires, 1985 y RODRIGUEZ-ROSELLO, L.: *De la tortuga a la Inteligencia Artificial*, Vector, Madrid, 1985.

Internamente, AABIA es un sistema basado en un núcleo común al cual se le añaden distintas partes en función de las necesidades. Estas pueden ser introducidas mediante interfaces y extensiones por el usuario. Así, el sistema consta de :

a) **El núcleo o Kernal.**

Es un LISP portable llamado pLISP que facilita la programación funcional permitiéndolo a través de la capa del interfase central un número ilimitado de extensiones.

b) **El Editor.**

Es una estructura o editor sintáctico que interpreta y avala expresiones escritas en Logo, transfiriéndolas al Kernal para su posterior ejecución. Es pues un editor de *Nivel Superior*, es decir, es el interfase más importante del usuario con el sistema ,totalmente interactivo.

c) **Gestión de Entrada/Salida.**

Esta desarrollado sobre conceptos de Smalltalk. Toda la gestión de entrada y salida es inmediata al disponer de diversos "objetos" que se transfieren mensajes de uno a otro.

d) **Gráficos de tortuga.**

Incluye la parte gráfica del Logo incluyendo el tratamiento gráfico avanzado y el Logo tridimensional.

e) **Formas multicolores.**

Permite el diseño de simulaciones gráficas.

f) **Caracteres Especiales.**

Provee na forma distinta de aprovechar las posibilidades gráficas del ordenador pudiéndose diseñar caracteres especiales.

g) **PROLOGO.**

Es un dialecto básico de PROLOG que permite iniciarnos en las técnicas de la programación declarativa.

h) **Musica.**

Incluye herramientas de composición y experimentación musical que posibilitan el trabajo de la música basándose en conceptos de programación de objetos.

i) **Periféricos.**

Incluye la posibilidad de conectar cualquier tipo de periféricos y dispositivos (sintetizadores, video, discos, impresoras, etc).

j) **Extensiones.**

Posibilita añadir nuevas extensiones al sistema :

- LOGO Toolkit, herramienta de desarrollo integrada.
- OOL (Object Oriented Language). Subconjunto de Smalltalk.
- DIALOG. Interfase de simulación de redes de memoria semántica y comprensión del lenguaje natural.
- CAD. Un pequeño ambiente de diseño asistido por ordenador.
- OPSS. Un mini-sistema experto basado en el motor OPS.

En general los nuevos desarrollos e implementaciones de Logo tienden a resaltar más sus capacidades de lenguaje para la programación de objetos, ampliando su potencia, convirtiéndolo en multiproceso y compilable, aumentando su rapidez, o abriéndole nuevas puertas como herramienta profesional.

Dentro del ámbito de la denominada robótica educativa, Logo también está siendo utilizado como herramienta de control de juegos de construcciones.

Mediante un pequeño interfase conectado con el ordenador pueden controlarse construcciones realizadas por el usuario simulándose así pequeños artefactos o robots a los que se les maneja desde el propio ordenador mediante instrucciones en lenguaje Logo.

2.2.2.2. Aspectos estructurales.

De entre los aspectos estructurales destacamos que Logo es un lenguaje de programación:

1. Interactivo.

Una de las características que otorgan a este lenguaje su fuerza de atracción y motivación constituye precisamente su carácter interactivo.

Es posible observar los resultados de cada instrucción sin necesidad de esperar a acabar un programa. Podemos considerar que la parte gráfica del lenguaje posee un grado más elevado de interactividad ya que cada una de las instrucciones dadas a la tortuga pueden ser visionadas acto seguido. El resultado de las operaciones efectuadas en el manejo de listas también puede ser observado pero siempre es necesario utilizar la instrucción de impresión por pantalla (ESCRIBE) previamente a la orden ejecutada. Por ello, aunque el uso de listas resulte también interactivo la parte gráfica suele ser más atrayente durante los primeros contactos con el lenguaje.

Otros lenguajes de programación como es el caso de Pascal, son compilados. Es decir, toman todo el programa realizado lo traducen a lenguaje máquina y a partir de ese momento es cuando el programa puede ser ejecutado comprobándose en aquel instante los efectos del mismo. El interprete de Logo traduce cada instrucción y la ejecuta cada vez que el programa pasa por ella, ello es lo que posibilita que podamos ver los resultados de cada orden

independientemente. En contrapartida, el lenguaje resulta más lento. Esta característica puede ser considerada como un aspecto negativo desde el punto de vista técnico. Sin embargo algunos autores han resaltado la necesidad del mantenimiento de la velocidad actual del lenguaje ya que es éste un factor beneficioso, desde el punto de vista pedagógico ¹³, pues facilita al usuario el seguimiento de los pasos realizados por el programa.

2. Modular.

La modularidad permite que pequeños procedimientos puedan ser combinados para crear procedimientos más amplios.

Logo es altamente modular ya que permite cualquier tipo de combinación y un procedimiento puede llamar a otro sin problemas pudiéndose realizarse combinaciones muy diversas.

La modularidad actúa en cualquier nivel y ámbito de programación.

3. Extensible.

Una característica que en cierta forma se encuentra ligada a la anterior es la extensibilidad del lenguaje. Cuando utilizamos Logo poseemos entre 100 y 200 primitivas (según la versión) ya previamente determinadas. Ahora bien, cada procedimiento

¹³ PAPERT, S : "Computer Criticism vs. Technocentric Thinking", *LOGO 85. Theoretical Papers*, MIT, Cambridge, 1985, pág 63. En este artículo Papert realiza una crítica al "Expert-Logo" desarrollado para el ordenador Macintosh, por su alta velocidad de ejecución.

que construimos ha de poseer un nombre y éste una vez definido pasará a formar parte del lenguaje. Esta característica permite al usuario crearse un banco de procedimientos sin necesidad de volverlos a definir. Cada vez los pueda volver a usar para construir diferentes programas.

En algunas obras sobre Logo¹⁴, existen listados de "utilidades" que consisten precisamente en una serie de procedimientos a incorporar en el propio disco de trabajo para facilitar el diseño de programas habituales. En definitiva, cada procedimiento creado se convierte en una nueva primitiva Logo que puede ser usada en cualquier momento.

4. Recursivo.

El lenguaje Logo es recursivo, es decir, permite definir procedimientos que se llaman a sí mismos.

Esta es una de las características más importantes del lenguaje, sobre la cual se volverá a insistir más adelante, ya que el dominio de esta técnica permite la reducción de problemas complejos a versiones más simples lo que puede dar lugar a programas breves y precisos que poseen ideas complejas y de gran potencia.

5. Logo no tiene umbral ni techo.¹⁵

Esta característica destacada por B.Harvey permite mostrar un aspecto básico del lenguaje y es que es lo suficientemente

¹⁴ WATT, D : *Learning with Logo*, McGraw-Hill, New York, 1983.

¹⁵ HARVEY, B : "Why Logo?", En YAZDANI, M : *New horizons in educational computing*, Ellis Horwood, New York, 1984, pp 21-40.

sencillo para que pueda ser utilizado por un niño de preescolar , tal y como lo muestran muchas experiencias realizadas con niños de estas edades¹⁶, pero se puede complicar tanto como lo desee el propio usuario. De este modo, Logo es, en este momento, utilizado en todos los niveles de enseñanza (desde preescolar hasta enseñanza universitaria ¹⁷). Esta característica propia y diferencial del resto de lenguajes permite, en nuestra opinión, subrayar la potencialidad del mismo.

6. Uso fácil y agradable.

Otra característica distintiva de Logo es su facilidad de uso que se desprende tanto por los aspectos mencionados anteriormente (interactividad, extensibilidad, modularidad,etc) como por la facilidad con que pueden crearse nuevos procedimientos, la explicación de sus mensajes de error que indican el tipo y el lugar del fallo y el tipo de vocabulario que se utiliza el cual está constituido por palabras conocidas por el usuario aunque este sea de corta edad.

Estos aspectos son muy importantes en todo lenguaje ya que facilitan las tareas de aprendizaje y construcción de programas.

¹⁶ Sobre este punto incidiremos más adelante en el apartado 2.2.3.

¹⁷ Por ejemplo, en Inglaterra han sido realizadas experiencias de utilización de Logo para la enseñanza universitaria . Ver, HOYLES,C: "Developing a context for Logo in school mathematics", *LOGO 85.Theoretical Papers*, MIT, Nº 1, July 1985, pp 23-43.NOSS,R: "Explorations in mathematical thinking: some implications from Logo classroom", *Pre-proceedings Logo 84 Conference*, MIT, Cambridge, 1984, pp 85-93

2.2.2.2.3. Aspectos conceptuales.

2.2.2.2.3.1. Procedimientos.

La base para la elaboración de programas en Logo es el "procedimiento". Un procedimiento es *"una sucesión de órdenes que instruye al ordenador para que realice las correspondientes acciones; a esa serie de órdenes se le asigna un nombre, por el que puede ser invocada más tarde en otro lugar del programa"*¹⁸.

Como ya se ha indicado anteriormente, Logo está formado por una serie de procedimientos iniciales (entre 100 y 200 aproximadamente), éstos reciben el nombre de **primitivas**.

2.2.2.2.3.2. Primitivas.

Cada primitiva está formada por un procedimiento específico que tiene un número de entradas variables. Así por ejemplo, la primitiva AVANZA tiene una única entrada (el número de pasos que debe avanzar) mientras que por ejemplo la primitiva LISTA está formada por dos entradas que esperan la introducción de dos listas o palabras para construir una nueva lista. Para el buen dominio del lenguaje será preciso tener presente estos aspectos de lo contrario surgirán errores en la programación.

Además de los dos conceptos mencionados, existen una serie de conceptos cuyo significado difiere aunque a veces puede resultar confuso, estos son: instrucción, comando y operación.

¹⁸ RODRIGUEZ ROSELLO, L, Op.Cit. Pág 24.

2.2.2.2.3.1.3. Instrucciones.

A menudo, las palabras instrucción y procedimiento son utilizadas como sinónimos, sin embargo el concepto implícito en el uso de estos dos términos es muy diferente. Una instrucción aparece cuando se escribe en Logo algo que se quiere que se realice. Una instrucción debe contener suficiente información para especificar exactamente qué queremos que el ordenador haga. En cambio, el procedimiento es una especie de archivo que contiene la información acerca de cómo hacer algo. Así, si escribimos en Logo, RETROCEDE 100, estamos dando una instrucción que a su vez está compuesta por el procedimiento "Retrocede" formado por una entrada. Este procedimiento es además una primitiva ya que Logo siempre entenderá esta orden y la ejecutará de la misma forma.

En definitiva, una **primitiva** es un término que se utiliza para llegar a realizar una cierta tarea. Una **instrucción** contiene la información para especificar qué es lo que se pretende que Logo haga mientras que un **procedimiento** contiene la información acerca de cómo hacer algo sin que éste sea capaz de activarse así mismo.

2.2.2.2.3.4. Comandos y operaciones.

En Logo existen dos tipos de procedimientos: los **comandos** que no producen ningún valor de salida¹⁹ y los que, por el contrario, producen como salida un valor y que se denominan **operaciones**.²⁰

¹⁹ Por ejemplo, avanza, primero, ultimo, etc

²⁰ Por ejemplo, suma, diferencia, azar, etc.

2.2.2.2.3.5. Variables.

Un aspecto implícito en todos los lenguajes de programación es el concepto de variable.

En Logo las variables pueden estar asignadas como parte del procedimiento mediante la primitiva HAZ ²¹ o por el contrario pueden adoptar la forma de entrada al procedimiento²².

La asignación de variables constituye la creación de un marco de referencia donde se van incorporando nuevas informaciones que pueden ser , cantidades numéricas, palabras, listas, o resultados de operaciones.

Las variables según la forma en que se hayan construido pueden ser de dos tipos :

a) Variables **locales**. Son aquellas que se definen como entrada de un procedimiento y que permanecen en el área de trabajo solamente mientras éste está siendo ejecutado .

b) Variables **globales** . Están constituidas por aquellas que se crean en el área de trabajo mediante asignación permaneciendo en el hasta que se les borra.Es adecuada la utilización de este segundo

21 PARA RESPUESTA
 HAZ "A (JUAN JOSE MARTA ANA MIGUEL)
 ESCRIBE (¿COMO TE LLAMAS?)
 SI LEEPALABRA = PRIMERO :A ESCRIBE (ES UN NOMBRE PRECIOSO)
 RESPUESTA MP :A
 FIN

22 PARA FIGURA :L :A
 REPITE 6 [RV :L GO :A]
 FIN

tipo de variables cuando se posee un cuerpo permanente de información que debe ser usado por otros procedimientos.

2.2.2.2.3.6. Recursión.

La recursión constituye uno de los aspectos de mayor potencia del lenguaje Logo, al mismo tiempo que le infiere una considerable complejidad. Se realiza cuando un procedimiento hace una llamada a la copia de sí mismo. Más concretamente, un proceso recursivo comienza cuando " *un procedimiento llama a otro, el procedimiento llamado se detiene hasta que el procedimiento que lo ha llamado finaliza, después y sólo después de la finalización de este, el primer procedimiento reanuda su actuación*"²³.

En definitiva, la recursión aparece cuando un procedimiento llama a otro procedimiento copia de este y así sucesivamente. La detención de la recursión acontece bajo dos circunstancias; cuando el procedimiento se ha repetido tantas veces que el espacio de memoria está lleno y el procedimiento no puede seguir realizándose. Este sería el caso de un procedimiento del tipo :

```
PARA NUMERO :CANTIDAD
  ESCRIBE :CANTIDAD
  NUMERO :CANTIDAD + 1
  FIN
```

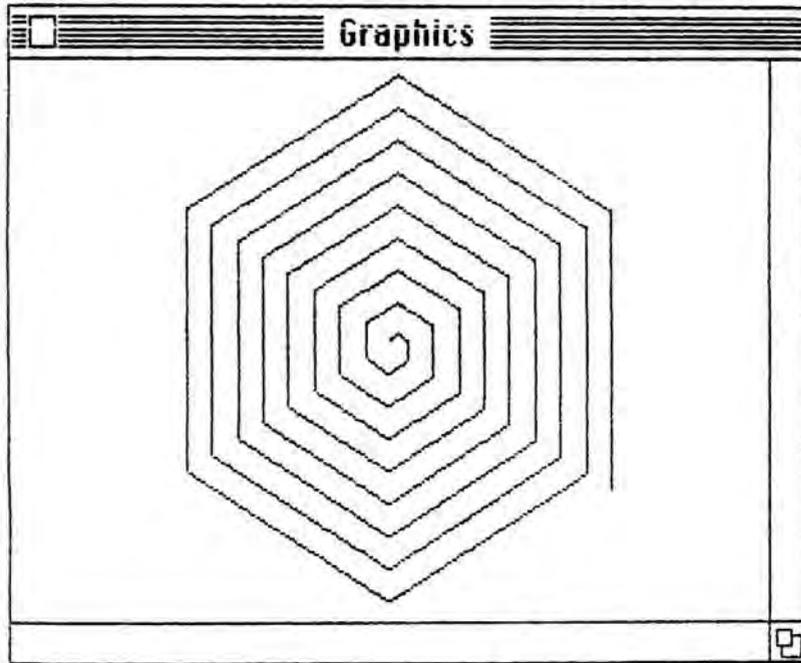
Otra alternativa posible es la detención del procedimiento mediante estructuras de control incluidas en los propios programas. Cuando esto ocurre, los procedimientos se van

²³ TOUGH, T : "A cure for recursion", *The computer teaching*, vol 11, Nº 5, December/january 1983-84, pág 47

ejecutando de tal manera que los datos obtenidos se van almacenando en las denominadas "pilas de recursión" hasta que se cumple la condición impuesta por la estructura de control del programa. Extrayéndose en ese momento los datos almacenados en la pila de recursión.

Existen dos tipos básicos de recursión : a) de cola y b) general.

a) La **recursión de cola** es la más sencilla de utilizar y se produce cuando la llamada recursiva se encuentra al final del procedimiento. Un ejemplo de este tipo de procedimiento lo constituyen las denominadas "espirales" que actúan bajo la forma siguiente:



A window titled "Editor" displays a program listing. The text is as follows:

```
PARA ESPIRAL :Lado :Ang
SI :Lado>104 (ALTO)
AV :Lado
GD :Ang
ESPIRAL :Lado+2 :Ang
FIN
```

The window includes a scroll bar on the right side and a status bar at the bottom with navigation icons.

Es decir, un procedimiento se llama a si mismo modificando en la llamada los datos de alguna de las variables.

b) La **recursión general**, se produce cuando el procedimiento aparece en otro lugar de la definición o bien cuando aparece varias veces en la misma dando lugar a procesos de mayor complejidad. Un buen ejemplo de este tipo de recursión es la desarrollada a través de los **fractales** o **árboles recursivos**.

El gráfico de árbol es uno de los más utilizados para la ejemplificación de procedimientos gráficos recursivos. Un árbol es un modelo de figura recursiva ya que sus ramas se pueden considerar a su vez figuras similares al árbol pero de nivel inferior. Así un árbol de nivel 1 tendría sólo una ramificación , mientras un árbol de nivel 2 estaría formado por dos ramas principales de las que saldrían otras dos ramas.

Se pueden definir procedimientos muy diversos para establecer árboles recursivos. Nosotros nos basaremos en el siguiente

:

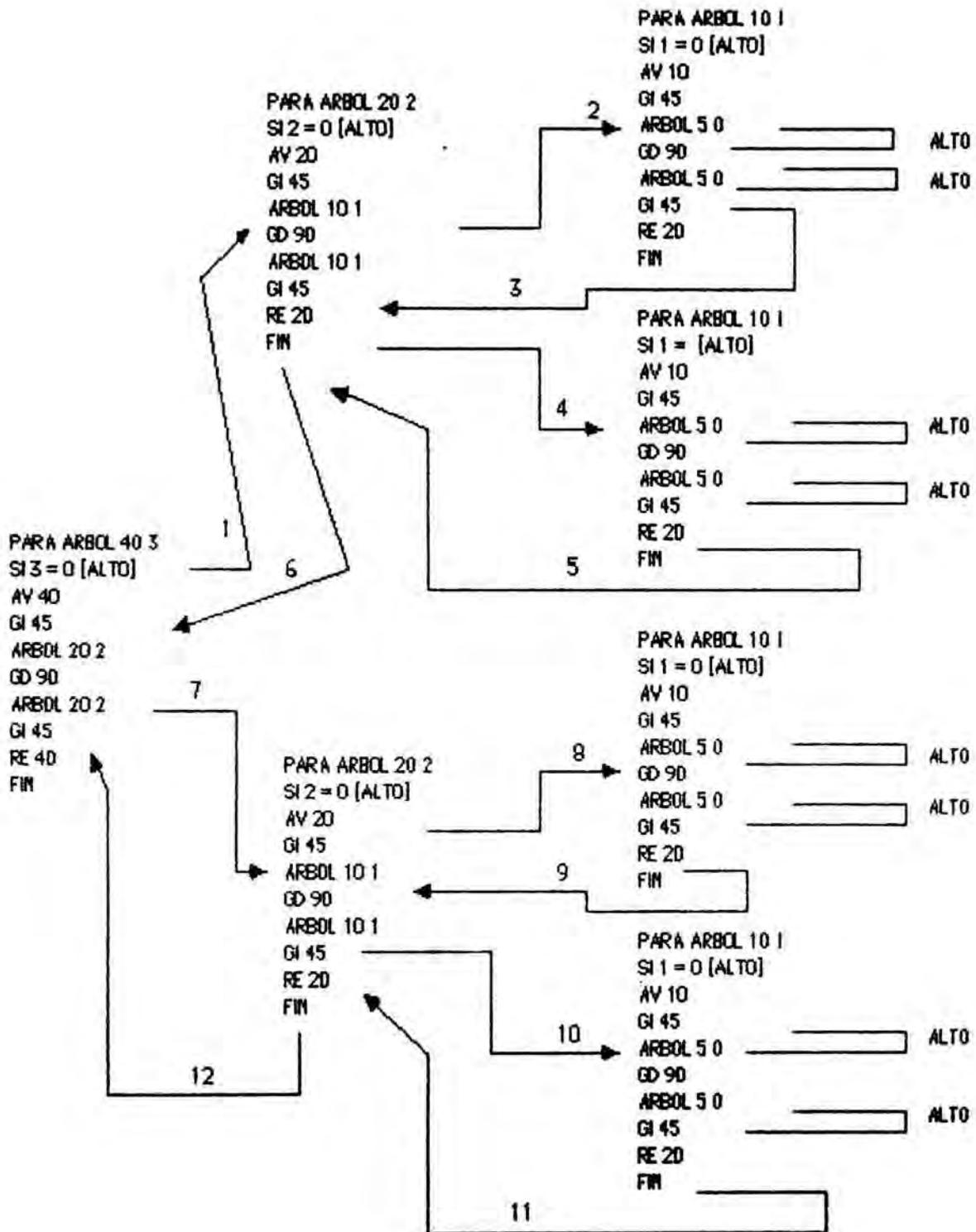
```

PARA ARBOL :LONGITUD :NIVEL
SI :NIVEL = 0 [ALTO]
AV :LONGITUD
GI 45
ARBOL :LONGITUD/2 :NIVEL - 1
GD 90
ARBOL :LONGITUD/2 :NIVEL - 1
GI 45
RE :LONGITUD
FIN

```

Para entender el funcionamiento del programa debemos pensar en un programa principal que hace dos llamadas a otro

programa, aunque este otro programa es él mismo, llamando éstos a su vez a otros dos programas , y así sucesivamente . A continuación se muestra el proceso graficamente partiéndo del flujo de ejecución del procedimiento ARBOL con las entras de 40 de longitud y 3 de nivel.



La dificultad en el dominio del pensamiento recursivo ha llevado a algunos especialistas a reflexionar sobre la mejor forma de introducir a los aprendices de Logo en esta tarea²⁴. En general, para entender cuando se sale y se entra en un procedimiento y dónde y cuándo acabará dicho procedimiento es preciso tener una cierta habilidad en el desarrollo y planificación de algoritmos jerárquicos. Todos los métodos e ideas mencionadas inciden precisamente en este punto. Así, a nivel general surgen algunas estrategias de aprendizaje de dicho concepto mediante:

- El diseño de procedimientos de recursión general a través de la representación gráfica de las diversas pilas de recursión que se generan así como la actuación de estas. Un ejemplo de este tipo de aplicación lo constituye la generada anteriormente para explicar el funcionamiento de los árboles recursivos.

²⁴ Es muy abundante el número de artículos destinados a proporcionar ideas sobre modos de enseñanza, ejemplos de procedimientos, etc para que la enseñanza del concepto de recursión resulte más sencilla. De entre estos artículos hemos seleccionado los que en nuestra opinión resultan de un mayor interés a la hora de aportar ideas originales para la comprensión de este concepto:

BILLSTEIN,R-MOORE,M : "Recursion, Recursion", *The Computing Teacher*, vol 11,Nº 5, 1983-84, pp 46-48. HARVEY,B : *Computer Science Logo Style*, Op.Cit., pp 69-121. LEE,P-MITCHELL,M : "Demystifying Logo recursion : a storage process model of embedded recursion", MADDOX,C : *Logo in the schools*, Harworth, New York, 1985, pp 197-208. LOUGH,T : "A cure for recursion", *The Computing Teacher*, Vol 11,Nº 5, 1983-84, pp 34-37. MARTIN,M : "Recursion. A powerful ,but often difficult idea", En MADDOX,C (ed): *Logo in the schools*, Harworth, New York, 1985, pp 209-217. MOORE,M: "A recursion excursion with a surprising discovery", *The Computing Teacher*, Vol 11,Nº 5, 1983-84, pp 49-52. RIORDON,T : "Helping students with recursion: teaching strategies I". *The Computing Teacher*, Vol 11,Nº 5, 1983-84, pp 38-42. RIORDON,T : "Helping students with recursion: teaching strategies II". *The Computing Teacher*, Vol 12 ,Nº 1, 1984, pp 59-64. RIORDON,T : "Helping students with recursion: teaching strategies III". *The Computing Teacher*, Vol 12 Nº 3, 1984, pp 64-69.

- Similar al caso anterior M. Martín²⁵, propone como ejemplo comprensivo del funcionamiento de la recursión el proceso de almacenamiento de la información llevado a cabo en la Unida Central de Proceso del ordenador.

Entre otros procedimientos más sencillos pensados para niños destacan :

- La utilización de ejemplos de experiencias recursivas que tengan como ejemplo aspectos próximos al propio sujeto. Así Riordon²⁶ ha creado una serie de materiales de distintos tipos (visuales, musicales, dibujos,etc) con los cuales trabaja dicho concepto. Entre estos aspectos destaca la visión a través de un espejo del propio sujeto, ejemplos musicales tales como la realización de canons, actividades de grabación en video donde se anima al niño para que grabe la propia grabación,etc.

- Por último, existen también medios en el que se sugiere la utilización de explicaciones de evaluación de Logo similar a la señalada en el primer punto, pero en este caso sin uso del ordenador, representando cada alumno un procedimiento y actuando sucesivamente hasta que cada uno de los procedimientos queda detenido.

²⁵ MARTIN,M : "Recursion. A powerful ,but often difficult idea", En MADDOX,C (ed): *Logo in the schools*, Harworth, New York, 1985, pp 209-217

²⁶ RIORDON,T : "Helping students with recursion: teaching strategies I". *The Computing Teacher*, Vol 11, Nº 5, 1983-84, pp. 38-42.

En términos generales , las dificultades implícitas en el uso de la recursión aparecen a la hora de ser capaz de reducir un problema general a otro más pequeño. Este es sin embargo el núcleo central y efectivo de este tipo de programación.²⁷

2.2.2.2.3.7. Estructuras de control.

El lenguaje Logo posee las estructuras de control básicas de cualquier lenguaje de programación: secuencial, ejecución de condicionales, iteración, etc.

- Control secuencial.

Las órdenes de un programa escrito en Logo se realizan en forma secuencial. Esto es fundamental a la hora de realizar un programa o de depurarlo ya que hemos de tenerlo en cuenta para poner en orden los posibles fallos de aspectos que han ocasionado un desfase entre el producto esperado y el obtenido después de la ejecución de un programa.

Cuando un procedimiento se encuentra compuesto de varios subprocedimientos, éstos se ejecutan siempre en orden, de forma que como hemos visto en el caso de los procedimientos recursivos, cuando finaliza uno de ellos, devuelve el control del procedimiento al procedimiento principal, pasándose a ejecutar la siguiente orden. En el momento que se termina de ejecutar el

²⁷ Un buen ejemplo de ello lo constituye la resolución del problema de las Torres de Hanoi, típico ejercicio para la mayor parte de aprendices de algún lenguaje de programación y que en Logo tiene una sencilla solución. A tal respecto se recomiendan las obras citadas anteriormente de HARVEY, B: *Computer Science Logo Style*. Vol 1 , MIT Press, Cambridge, 1985 y BONNETON, M-GODIMIER, G : *Logomonde*, Hatier, Paris, 1984

procedimiento principal estamos en el nivel más externo en el que se pueden dar órdenes de forma más directa. A este entorno se le denomina "top level" o "nivel superior" y, en él, el control está en manos del usuario que puede ejecutar comandos desde el teclado y no desde el programa.

Trabajar con pequeños procedimientos facilita el control y también la depuración de los programas.

- Condicionales.

El lenguaje Logo posee una estructura condicional del orden de :

SI condición **ENTONCES** acción. O bien,

SI condición **ENTONCES** acción 1 **EN CASO CONTRARIO** acción 2.

Este tipo de condición permite un control muy flexible de los programas facilitando también la detención de un determinado procedimiento.

La primitiva **STOP** [**DETEN** o **ALTO**, según versión] hace que un procedimiento detenga su ejecución y devuelva el control al que lo llamó. Su utilización es muy necesaria para la realización de procedimientos anidados y recursivos.

- Repetición.

En Logo podemos mediante la primitiva REPITE establecer una serie de instrucciones que se repitan durante un determinado número de veces.

Además de esta repetición iterativa, existen otras formas de repetición similares a las conferidas en la mayoría de los lenguajes de programación y que pueden ser realizadas gracias al uso de las estructuras condicionales :

- Repetir mientras .

El formato básico de esta repetición es :

MIENTRAS condición [LISTA DE INSTRUCCIONES]

La definición de este tipo de procedimiento se realizaría recursivamente de la forma :

```

PARA MIENTRAS :Condición :instrucciones
SI NO :Condición [ALTO]
EJECUTAR :instrucciones
MIENTRAS :Condición :instrucciones
FIN

```

- Repetir hasta. Supone una estructura del tipo :

REPETIR HASTA condición [LISTA DE INSTRUCCIONES]. Este tipo de control se puede también definir recursivamente mediante un procedimiento tipo :

```

PARA REPETIR.HASTA :Condición :instrucciones
EJECUTA :instrucciones
SI EJECUTA :Condición [ALTO]
REPETIR.HASTA :Condición :Instrucciones
FIN

```

● Repetir mientras hasta. Es una estructura que combina las dos anteriores y adopta la forma **MIENTRAS** se verifique una condición **HASTA** que se cumpla otra.

Es este caso, como en los anteriores podemos utilizar un procedimiento recursivo del tipo :

```

PARA MIENTRAS.HASTA :Condición1 :instrucciones :Condición2
SI NO EJECUTA Condición1 [ALTO]
EJECUTA :instrucciones
SI EJECUTA :Condición2 [ALTO]
MIENTRAS.HASTA :Condición1 :instrucciones :Condición2
FIN

```

2.2.2.2.3.8. Planificación y depuración.

Un último concepto propio también de toda tarea de programación es la planificación y depuración de los programas.

La facilidad o dificultad de planificar y mejorar el programa en función de los resultados obtenidos por el mismo está determinada por la propia estructura del lenguaje. Como ya se ha señalado en ocasiones anteriores, la secuenciación de los programas así como su modularidad facilita notablemente esta tarea Pero además existen también dos aspectos que ayudan a la realización de esta tarea :la posibilidad de ver la ejecución de un procedimiento paso a paso (tracing) y los mensajes de error proporcionados por el propio lenguaje.

Logo permite mediante el uso de la instrucción PAUSA la visualización paso a paso de la ejecución de un determinado programa pudiendo este hecho facilitar la comprensión del

funcionamiento de éste. No obstante, hay que tener en cuenta que este método es un tanto lento sobre todo en el caso de procedimientos recursivos.

Los mensajes de error en Logo han sido diseñados a través de frases de utilización común y comprensiva para el usuario indicando en ello, el lugar y el tipo de error realizado lo que facilita enormemente la depuración del procedimiento.

2.2.2.3. CARACTERÍSTICAS DE ORDEN PEDAGÓGICO.

Las características más destacadas del lenguaje Logo, analizando a éste desde una perspectiva pedagógica, pueden ser divididas bajo los siguientes criterios:

1. Logo está basado en **unidades significativas** para el niño²⁸.

Las primitivas utilizadas en Logo están formadas por un vocabulario común y próximo a las acciones cotidianas del niño. Este no precisa aprender un gran número de órdenes .

Una importante característica de este lenguaje es que ha sido diseñado para ser utilizado en la lengua habitual del niño. Por tanto, las unidades serán significativas no tan sólo por ser palabras de uso común para él sino además, porque las utiliza en su propia lengua.

El grado de significación es, en nuestra opinión, mayor en las primitivas utilizadas en la parte gráfica o en la animación que en el procesamiento de listas y palabras. En estas se barajan términos de una mayor complejidad.

Las dificultades más importantes en el uso de primitivas suelen presentarse durante los niveles de educación preescolar y

²⁸ MARTI, E : "El ordenador como metáfora : las posibilidades educativas del Logo", Op.Cit.

primeros ciclos de educación básica y se centra en el uso de las cifras que acompañan a las órdenes de avance, retroceso y giros. La dificultad en el número de pasos que la tórtuga ha de avanzar o retroceder y, especialmente, en el número de grados que debe girar es quizás el punto más conflictivo. A pesar de ello, la utilización de la tortuga-robot con un marco referencial sintónico-corporal de mayor concreción puede salvaguardar dicha complejidad inicial.

El diseño de procedimientos con nombres creados por el propio usuario permite también al niño la utilización de su propio lenguaje. Aspecto éste de importante motivación para su trabajo.

Es fácil comprobar cuando se trabaja con niños como los nombres de los procedimientos carecen del grado de lógica con que suele moverse el adulto al programar, teniendo siempre una significatividad muy subjetiva.

2. La **sintaxis** del Logo crea hábitos de trabajo .

Aunque las primitivas y comandos utilizados en Logo sean sencillos ,la sintaxis, al igual que sucede con otros lenguajes de programación, es totalmente rígida. Si entre una primitiva de avance o de giro y la cantidad de avance o giro demandada nos descuidamos dejar un espacio en blanco aparecerá el mensaje de error. Lo mismo sucede cuando nos descuidamos los paréntesis , corchetes en los lugares requeridos,comillas, etc. Es decir, para que un programa funcione no sólo ha de estar bien diseñado, con las primitivas adecuadas ,sino que además se han de respetar las normas sintácticas del lenguaje. Ello conduce a un tipo de trabajo en el cual la persona

debe aprender a utilizar su sintaxis. En algunas ocasiones, los fallos por este tipo de problemas pueden ocasionar ciertas frustraciones especialmente en personas que presentan estilos cognitivos impulsivos. Estos ven dificultada su actuación por problemas sintácticos aunque hayan comprendido las primitivas y los comandos necesarios para efectuar un programa determinado.

El aprendizaje de la sintaxis resulta a menudo más complejo para el adulto que para el niño fruto de la visión antropomorfa del ordenador según la cuál éste puede ignorar fallos sintácticos y responder como si estos no hubieran sucedido.

3. El aprendizaje con Logo se desarrolla a través de procesos constructivos.

Uno de los objetivos de Papert al diseñar este lenguaje es que éste fuera una herramienta de aprendizaje con un estilo piagetiano. Por ello, el aprendizaje en Logo ha de surgir de la relación constante establecida entre el sujeto que conoce y el objeto de conocimiento. En este caso, el ordenador es la herramienta que facilita el objeto de conocimiento.

El diseño de programas Logo puede ser decidido por el niño que deberá aprender a organizar a su manera la información para poder resolver un determinado problema. Al igual que en otros lenguajes de programación, una vez seleccionado el problema a resolver se deberá planificar la estrategia de resolución mediante el diseño del algoritmo requerido, se estructurará la información

traduciéndolo el lenguaje natural al lenguaje de programación y finalmente se realizará la depuración del programa.

4. La creación de **microambientes Logo**.

El aprendizaje con Logo puede realizarse a través de un modelo abierto donde cada niño desarrolla sus programas y experimenta según sus propios intereses pudiendo para ello utilizar cualquier herramienta del lenguaje, o por el contrario, el educador puede crear microambientes de aprendizaje.

Un microambiente es un espacio cerrado que tiene como objetivo enmarcar un entorno de trabajo concreto para desarrollar un determinado tipo de aprendizaje. A través de la creación de microambientes el niño puede experimentar con la máquina pero utilizándolo sólo un determinado número de instrucciones. Por tanto, el alumno no es libre sino que su actividad está dirigida por las características del propio microambiente.

Los microambientes Logo son, en definitiva, herramientas de trabajo muy potentes y que pueden ser explotadas de una forma individual o grupal para el desarrollo de aprendizajes concretos sin suponer un trabajo complejo para el adulto.

5. Logo permite un **aprendizaje interactivo**.

Logo permite en todo momento, a través de un proceso de pilotaje, evaluar las consecuencias de las actuaciones realizadas por los sujetos. La parte gráfica del lenguaje es especialmente potente para el desarrollo de procesos interactivos ya que la relación entre

acción y consecuencias puede ser realizada con cada una de las órdenes. En el procesamiento de listas y palabras existe, como hemos señalado anteriormente, una mayor dificultad para obtener información de cada una de las órdenes realizadas pues el nivel de programación es más elevado y la mayor parte de las ocasiones deben ser realizados procedimientos completos. A pesar de este hecho, Logo permite realizar procedimientos tan extensos como se desee con lo cual es posible ir realizando pequeños procedimientos e ir comprobando cada uno de ellos independientemente.

Los modelos de interacción serán también diferentes si se trabaja a través de un proceso de programación abierta, no dirigida o semidirigida, o por el contrario, a través de la creación de microambientes de programación dónde la interacción entre el niño y la máquina viene ,en cierta forma, determinada por la estructura de los propios programas diseñados previamente.

6. El aprendizaje con Logo otorga un cambio significativo al concepto de error.

En la enseñanza asistida por ordenador, los modelos habitualmente utilizados parten de un concepto negativo del error. Cada vez que el sujeto falla en alguna de las tareas sugeridas por el ordenador, éste recibe un mensaje de castigo, un ruido violento, un retorno a un problema planteado anteriormente, un cambio de nivel, etc. En definitiva, la respuesta del sujeto es penalizada y se espera que el alumno aprenda a enmendar sus errores.

En Logo, por el contrario, se pretende dar una visión diferente al concepto de error. El error aparece como un desajuste entre las previsiones realizadas por la persona y el resultado obtenido. Este desfase es el que motiva al sujeto a buscar una nueva solución al problema planteado. El error además, no tiene porque ser un equívoco sino que puede suponer también una mejora o depuración del programa para que éste adquiera una mayor efectividad. Por consiguiente, el error no es algo que se deba eliminar sino que, por el contrario, debe ser aceptado como algo natural que siempre ha de estar presente.

Además de los desajustes establecidos entre los objetivos del programa y los resultados obtenidos, pueden presentarse errores de programación implícitos en los propios procedimientos. Estos pueden ser de muy diversa índole, fallos en la sintaxis, uso inadecuado de una variable, etc. Este tipo de fallos vienen determinados a través de mensajes que el propio ordenador emite y que informan del lugar donde se ha cometido el error y de que tipo de error se trata. El objetivo de los mensajes de error es pues informativo y no punitivo.

7. Logo puede facilitar la reflexión sobre la propia actividad del aprendizaje

Uno de los objetivos del lenguaje Logo, según Papert, es convertir al niño en un epistemólogo. Esta idea está basada en la concepción de que es positivo para el desarrollo de la persona pensar sobre el propio proceso de aprendizaje. Esta concepción de índole

piagetiana intenta presentar su concrección en el uso del lenguaje Logo, de forma que a través de la realización de procedimientos concretos la persona comienza a tomar conciencia del acierto o fracaso de sus acciones evaluando los medios que ha utilizado para ello, cómo los ha utilizado, por qué de esa forma y no de otra, etc. En definitiva, una reflexión sobre la propia actuación del sujeto y sus consecuencias palpables tras la ejecución del procedimiento realizado.

8. Logo puede conferirse como una herramienta importante en el plano de la **motivación**.

Los ordenadores en sí mismos, parecen ser una pieza motivadora para el niño y, en este sentido, Logo puede ofrecer al niño un tipo de aprendizaje muy diferente al de los usos habituales que se le da al ordenador en el ámbito infantil. Este lenguaje posee características que potencialmente presentan un importante grado de significatividad como son las primitivas utilizadas, los procedimientos creados, la modularidad del lenguaje, el estatuto de error, el control constante de los resultados obtenidos, el aprendizaje basado en esquemas de acciones familiares, etc.

9. Logo puede ser un medio de **reflexión sobre la orientación educacional**

El éxito o fracaso del lenguaje Logo en el ámbito escolar depende fundamentalmente del nivel de integración y forma de utilización de dicho lenguaje. En este sentido, la utilización de Logo en la escuela ha dado lugar a numerosos debates sobre los objetivos

educativos, la metodologías a seguir y el papel del profesor en ambientes de programación Logo. En definitiva, Logo puede ser una buena "excusa" para reflexionar y estudiar formas diversas de actuación en el aula.

2.2.3.

**AREAS DE INVESTIGACION SOBRE
EL USO DEL LENGUAJE LOGO EN EL AMBITO ESCOLAR.**

2.2.3.1. Introducción.

2.2.3.2. Investigaciones sobre los procesos de desarrollo:

2.2.3.2.1. Requerimientos cognitivos.

2.2.3.2.2. Estrategias de programación.

2.2.3.2.3. Estilos cognitivos.

2.2.3.2.4. Etapas y procesos de aprendizaje.

2.2.3.2.5. Logros cognitivos.

2.2.3.2.6. Implicaciones socio-afectivas.

2.2.3.3. Investigaciones sobre aplicaciones curriculares :

2.2.3.3.1. Educación preescolar.

2.2.3.3.2. Enseñanza primaria:

2.2.3.3.2.1. Matemáticas.

2.2.3.3.2.2. Física.

2.2.3.3.2.3. Lenguaje.

2.2.3.3.2.4. Música.

2.2.3.4. Métodos de enseñanza y formación del profesorado.

2.2.3.1. INTRODUCCION.

Las primeras versiones de Logo sólo podían ser utilizadas en ordenadores potentes. Este hecho motivó que durante un tiempo, las investigaciones en el terreno educativo no fueran de fácil realización limitándose, básicamente, a estudios de laboratorio. De este modo, podemos afirmar que hasta 1977¹ no se iniciaron los primeros trabajos valorativos sobre la utilización del lenguaje Logo en la escuela.

De la mayor parte de las investigaciones llevadas a cabo, debemos destacar la carencia de conclusiones relevantes que ayuden a reflexionar sobre las ventajas e inconvenientes de este lenguaje llegando muchos de los estudios a establecer conclusiones totalmente contradictorias². No obstante, estos trabajos muestran, en la mayor parte de las ocasiones, vías de investigación, observaciones, datos de interés, que conducen a la constitución de un importante cuerpo de conocimientos sobre la temática.

Analizando globalmente las principales investigaciones realizadas podemos destacar la existencia de dos rasgos que

¹ Nos estamos refiriendo aquí a "The Brookline Logo Project" realizado por S.Papert, D.Watt, R.Disessa y S.Weir. Los resultados de esta primera investigación han sido publicados por estos mismos autores en "Final Report of the Brookline Logo Project". Part II : "Project Summary and Data Analysis", *LOGO Memo*, Nº 53, 1979. y por WATT,D : "Final Report of the Brookline Logo Project. Part III : Profiles of individuals student's work", *LOGO Memo*, Nº54, 1979.

² GROS,B: "The problem of the evaluation and integration of Logo language in the school curriculum", en *LOGO-85 Pre-Proceedings*, M.I.T.,Cambridge,1985, pp.113-114.

caracterizan la tipología de éstas : (a) el período de tiempo invertido en este tipo de estudios y (b) los métodos utilizados.

a. Temporalidad.

Un criterio importante en la validez de una investigación es su duración. Especialmente si ésta está realizada sobre un muestra pequeña de sujetos. La mayor parte de los estudios sobre el lenguaje Logo carecen de criterios temporales suficientes como para que dichas investigaciones puedan considerarse de una validez relevante. Siendo el objetivo de un elevado número de trabajos analizar las implicaciones del uso de Logo en el terreno cognitivo muchos de ellos no superan un curso escolar lo cual dificulta la obtención de datos lo suficientemente valiosos.

b. Metodología.

La integración del lenguaje Logo en el curriculum escolar es un tema que preocupa a la mayor parte de estudiosos de esta temática . Sin embargo, un gran número de las investigaciones realizadas tienen como característica común; el haber sido desarrolladas al margen de las prácticas escolares habituales. Así, en la mayoría de los estudios, Logo ha sido utilizado en laboratorios de aprendizaje en horario extraescolar confirmando este hecho y los resultados de la investigación un cierto grado de descontextualización.

No existe una metodología evaluativa específica por lo que se han utilizado fundamentalmente métodos observacionales . Los

estudios acostumbra a basarse en grabaciones en video, cintas, reproducción de los procedimientos desarrollados por los alumnos, etc. En este sentido, cabe destacar las aportaciones de algunos grupos de trabajo que desde hace un tiempo están tratando de construir algún tipo de herramienta adecuada que sirva de ayuda a las investigaciones. Este es el caso de M.Hopmann, J.Hopkins y N.Soken³ quienes han creado un sistema que permite grabar todo lo que el niño introduce en el teclado del ordenador.

El sistema graba las señales que el computador envía al monitor mediante un cable entre el video y el monitor y entre el video y el ordenador. Se pueden así conseguir recoger todo lo que se va tecleando sin interferir lo más mínimo en el trabajo que se está realizando.

Un intento similar ha sido desarrollado por "The Atlanta-Emory Logo Project"⁴ grupo que ha creado una base de datos denominada "dribble files" que puede ser ejecutada junto con Apple Logo II y que permite que todo lo que el niño escribe en el ordenador se vaya almacenando en forma de texto, de manera que éste pueda ser imprimido en cualquier instante. Por tanto, es posible, tener el trabajo realizado por cada uno de los alumnos. Sin embargo, estos métodos son incompletos ya que se pierden de vista la obtención de otros datos también interesantes tales como las interacciones entre

³ HOPMANN, M-HOPKINS, J-SOKEN, N : "Documenting Logo growth: A developing methodology", *LOGO 85 Proceeding*, MIT, Cambridge, 1986, pp 26-29.

⁴ OLIVE, J-LANKENAU, Ch : "The power in Logo dribble files", *LOGO 85 Proceedings*, MIT, Cambridge, 1986, pp 30-33.

los sujetos, las relaciones con el profesor, los criterios a adoptar para transcribir las informaciones obtenidas e interpretarlas correctamente, etc.

Los trabajos sobre estrategias cognitivas suelen estar acompañados de algún tipo de prueba exploratoria o test de control a través de la clásica división entre grupos de control y grupos experimentales.

La obtención e interpretación de los datos es llevada a cabo generalmente por equipos en el que el docente suele tomar el rol de monitor y/o observador.

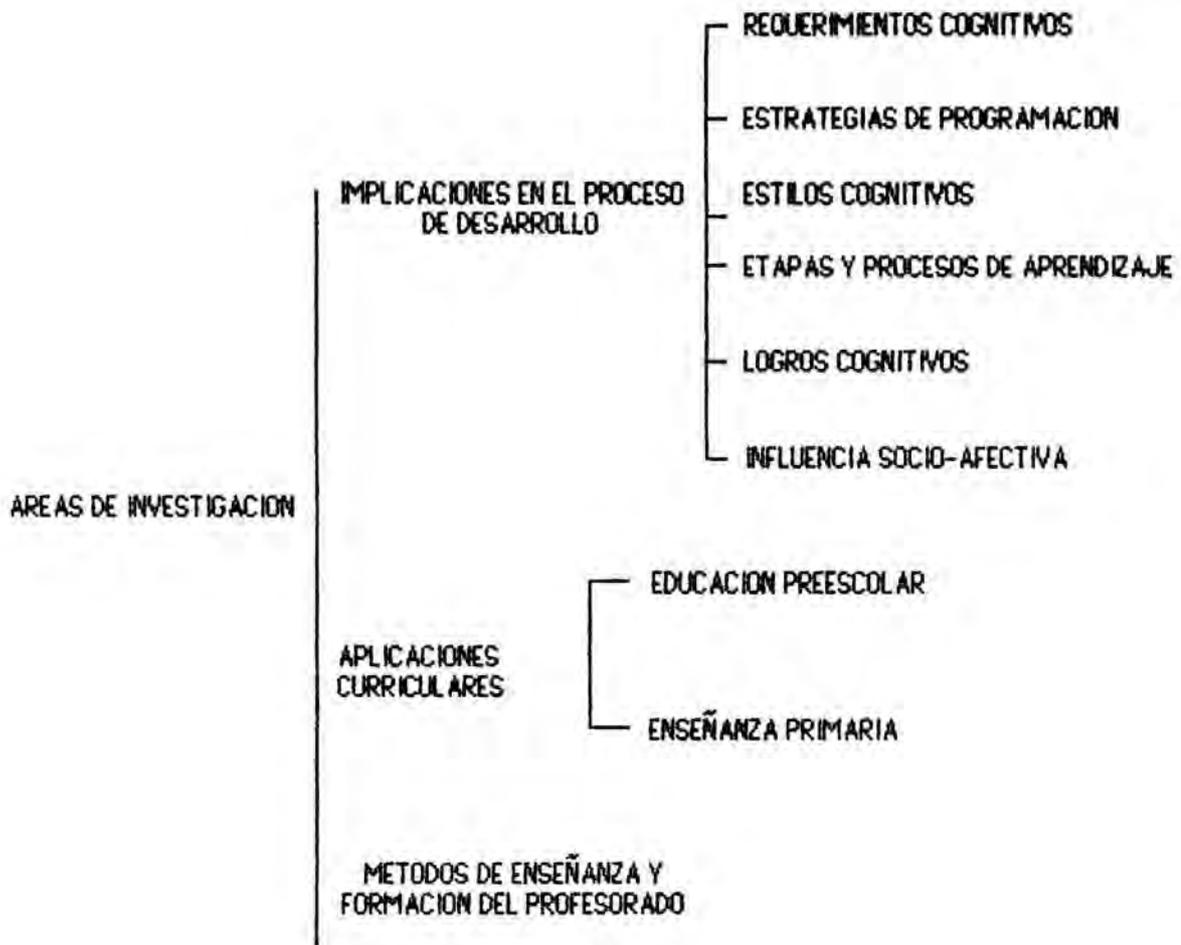
Logicamente todos estos rasgos generales, comunes a la mayor parte de investigaciones, toman ciertas diferenciaciones según la temática concreta tratada. En este sentido, en oposición al corpus experimental más o menos homogéneo, las temáticas desarrolladas en las investigaciones sobre Logo son muy diversas. Ello nos ha llevado a intentar sistematizar los diferentes ámbitos de trabajo a través de la demarcación de tres núcleos fundamentales de estudios:

a) Implicaciones en el proceso de desarrollo . Bajo este título se aglutinarán todas aquellas investigaciones que, desde diversos puntos de vista , tratan de contemplar cómo el aprendizaje del lenguaje Logo afecta en el desarrollo cognitivo, afectivo y social de la persona. Es esta temática una de las más tratadas en los estudios sobre Logo.

b) Aplicaciones curriculares. Aparecen trabajos sobre prácticamente todas las áreas curriculares existentes en la enseñanza básica. Se pretende en éstos analizar las aportaciones y beneficios que Logo puede proporcionar en las diversas áreas de conocimiento y cómo este lenguaje puede ser introducido para mejorar el aprendizaje de los conocimientos y conceptos básicos pertenecientes a dichas áreas .

c) Métodos de enseñanza y formación del profesorado. Uno de los problemas fundamentales que se plantea a la hora de introducir el lenguaje Logo en la escuela es cómo debe ser enseñado. Aunque todavía escasas, existen también pequeños estudios sobre las estrategias más adecuadas para enseñar este lenguaje. Estos trabajos se encuentran relacionados con el análisis de la formación que el profesorado debe recibir.

Trataremos en este capítulo de dar cuenta de las principales conclusiones obtenidas por estas investigaciones centrándonos especialmente en aquellas temáticas y conclusiones relacionadas con nuestro campo de estudio. Para conseguir este objetivo hemos dividido cada una de las áreas mencionadas en base al siguiente esquema:



2.2.3.2. INVESTIGACIONES SOBRE LOS PROCESOS DE DESARROLLO.

2.2.3.2.1. Requerimientos cognitivos.

Revisaremos aquí las conclusiones extraídas de un conjunto de investigaciones que tienen en común el análisis de la influencia del lenguaje Logo en el desarrollo de la persona. Estas, han sido divididas, tal y como se señalaba en el esquema anterior, en seis áreas de trabajo: requerimientos cognitivos, estrategias de programación, estilos cognitivos, etapas y procesos de aprendizaje, logros cognitivos e influencia socio-afectivas .

El planteamiento proporcionado por los creadores del lenguaje Logo es, como ya se ha mencionado anteriormente, proporcionar al sujeto un medio que le permita aprender con el ordenador. Permittiendo esta actividad pensar sobre sus propias actuaciones. La flexibilidad del lenguaje facilitará la construcción de un determinado procedimiento a través de la utilización de estrategias diferentes de programación. Este planteamiento puede hacer suponer que toda persona puede utilizar este lenguaje y que las actuaciones y relaciones que se lleven a cabo dependerán fundamentalmente del desarrollo evolutivo del sujeto sin que ello afecte substancialmente al resultado obtenido.

Estas apreciaciones son bastantes discutidas en la actualidad e incluso se llegan a plantear dilemas interesantes sobre

el tema. Así, S.Burrowes⁵ considera que es una contradicción pensar en estilos y formas de programación en un lenguaje cuyo objetivo educativo fundamental es el de ser una herramienta exploratoria del pensamiento del sujeto.

Para este autor, no tiene sentido hablar de reglas de programación ni de técnicas de depuración procedimental en Logo sino que se trata de permitir que el sujeto utilice las herramientas que proporciona el lenguaje según sus necesidades y orientación personal. En cambio, encontramos opiniones como las de H.Bennet y D.Wallis⁶ quienes analizan la necesidad de seguir una enseñanza del Logo lo más próxima posible a la de los lenguajes estructurados para obtener con ello unos mayores beneficios en el desarrollo personal del sujeto.

Se trata pues de pensar si la estructura de programación del Logo debe estar cerrada a unas normas concretas o, por el contrario, el sujeto puede optar por una exploración libre del lenguaje.

Una cuestión planteada en torno a esta problemática es el análisis de la existencia o inexistencia de unos requerimientos cognitivos que permitan extraer un mayor provecho del lenguaje. En este sentido, se han llevado a cabo una serie de estudios que tratan de mostrar la existencia de ciertos requerimientos cognitivos sin los cuales el lenguaje no puede ser aprendido correctamente.

⁵ BURROWES, S: "Logo Programming Style :a contradictions in terms?", *LOGO 86 Proceedings*, MIT, Cambridge, 1986, pp 231-233

⁶ BENNET, H-WALLING, D: "Once again, structured programming: is it necessary ", en MADDOUX, C (ed) : *Logo in the schools*, Harworth Press, New York, 1985, pp 171-178

Para comprender dichos estudios, hemos de tener en cuenta qué se entiende por aprender a programar en lenguaje Logo. Algunos autores como S. Papert, R.Lawler, C.Salomon,H.Reggini y D. Watt, consideran que el dominio de las primitivas gráficas, aunque sean utilizadas de modo directo, implica un proceso de programación y por tanto, se puede afirmar que el niño que tiene un dominio del lenguaje está programando. Esta línea implicaría la concepción más abierta y flexible que comentábamos anteriormente según la cual no es preciso seguir unas normas estrictas de programación.

No todos los autores parten de este tipo de consideraciones. Así, por ejemplo, R.Pea, C.Kurland, N.Wett, D.Clements y B.Nastasi consideran que el niño ha aprendido a programar en Logo cuando es capaz de realizar un proyecto, estando el aprendizaje en relación directa con el dominio y comprensión de los conceptos implícitos en el programa realizado por el sujeto.

Los trabajos efectuados sobre los requerimientos cognitivos parten de esta segunda concepción y, por tanto, suponen que el aprendizaje del Logo requiere una cierta formalización del proceso de programación.

De las investigaciones realizadas sobre la temática se desprende la concepción de que para llegar a un dominio del Logo y para que este tenga una utilidad en el proceso de construcción de conceptos se precisan habilidades matemáticas, espaciales y de resolución de problemas.

Webb⁷ tras realizar una serie de experiencias con alumnos de diversos grados de educación elemental en áreas de matemáticas sostiene que la habilidad matemática es el mejor predictor para la programación de Logo, especialmente, a la hora de poder interpretar los gráficos realizados o de generar relaciones lógicas entre programas.

Clements⁸ considera que existen relaciones entre tareas realizadas en Logo y habilidades tales como la flexibilidad, independencia de campo, clasificación y seriación y los logros en el terreno matemático.

Un aspecto a tener en cuenta en las conclusiones obtenidas por estos autores es que todos ellos se centran en el uso de la geometría de la tortuga y, por consiguiente, es lógico que en este entorno de programación se hallen correlaciones entre la programación en Logo y los aspectos matemáticos y espaciales⁹.

⁷ WEBB,N: "Microcomputer learning in small groups : cognitive requirements and group processes", *Journal of Education Psychology*, Nº 80, 1985.

⁸ CLEMENTS,D: "Effects of computer programming on young children's cognition" , *Journal of Education Psychology*, Nº 76, 1984, pp 1051-1058.

⁹ No hemos encontrado estudios sobre requerimientos cognitivos en otros entornos de programación Logo.

2.2.3.2.2. Estrategias de programación.

La estructura del lenguaje Logo lleva implícita la posibilidad de realizar un doble tipo de actuación : en modo directo o a través del uso del editor.

El trabajo en modo directo supone que el usuario tiene la posibilidad de dar órdenes directas al ordenador, ejecutandose éstas una a una. Las instrucciones dadas en modo directo se realizan de forma inmediata y no pueden ser recuperadas posteriormente por lo que la repetición de una instrucción o series de instrucciones supone, para el usuario, volver a introducir los datos en la máquina. Por el contrario, el trabajo a través del uso del editor permite la creación de procedimientos Logo. En este caso, la ejecución de las órdenes debe realizarse al finalizar el procedimiento. Este puede ser modificado en el editor y ejecutado tantas veces como se desee.

Estos dos modos de trabajo implican niveles de formalización diferente. Así , el modo directo permite la visualización instantánea y paso a paso de las órdenes dadas mientras que, por el contrario, al realizar un procedimiento debemos esperar a ver los resultados después de haber sido escrito en el editor. Este último, supone un mayor grado de abstracción respecto al primer tipo de trabajo.

La planificación de la confección de procedimientos dada la modularidad del lenguaje es también un factor que condiciona el tipo de programación. En líneas generales podemos, o bien, planificar el procedimiento general a realizar y a partir de éste especificar los

procedimientos que precisamos crear para obtener el resultado deseado , o bien, a partir de pequeños procedimientos ya realizados construimos un procedimiento mayor que englobe a éstos.

La diferencia entre el tipo de trabajo (en modo directo o editor) y su planificación ha sido tema específico en diversas investigaciones. Todas ellas, se han centrado más en una descripción de la conducta de los programadores que en las implicaciones cognitivas de dichas formas.

El primer trabajo que diferencia los tipos de estrategias de programación fue el desarrollado por S.Papert y sus colaboradores del Grupo Logo¹⁰, los cuales distinguen dos estilos de programación : **bottom-up** (de abajo-arriba) y **top-down** (de arriba-abajo).

El estilo de programación "bottom-up" es aquel mediante el cual el sujeto construye diseños complejos a través de un conjunto de subprocedimientos modulares. Es decir, se comienza a trabajar con procedimientos sencillos y unitarios y éstos se relacionan para construir procedimientos más específicos.

En la programación "top-down", el sujeto comienza concretando el proyecto que desea realizar, escribe el procedimiento que define todo el proyecto y se planifican todos y cada uno de los subprocedimientos antes de realizarlos.

¹⁰ PAPERT, S-WATT, D-DISESSA, A-WEIR, S: "Final report of the Brookline Logo Project", Op.Cit.

Estos dos estilos de programación suponen la elección entre un tipo de método de orden inductivo y deductivo respectivamente.

La programación "top-down" implica un mayor grado de planificación ya que deben quedar claros los objetivos a conseguir y qué debe hacerse para alcanzarlos.

J.C.Simon y E.Marti¹¹, establecen también dos estilos de programación que denominan : **pilotaje** y **procedural**.

Estos estilos de programación hacen referencia al nivel de trabajo en modo directo o a través del editor que el sujeto es capaz de realizar.

En la estrategia de pilotaje el sujeto va definiendo el procedimiento paso a paso a través del trabajo en modo directo. Sus actuaciones no se hallan determinadas previamente sino que se van configurando en función de los resultados obtenidos.

El modo procedural supone un mayor grado de dificultad ya que el sujeto introduce todo el procedimiento en el ordenador previamente a su comprobación.

Investigaciones más recientes como la de Wang¹² establecen también la existencia de diversos estilos de programación

¹¹ MARTI, E : "El ordenador como metáfora : las posibilidades educativas del Logo", Op.Cit. p., SIMON, J.C. : *La educación y la informatización de la sociedad*, Op.Cit, p.

¹² WANG (1984).

que en este caso reciben los nombres de : **aproximación visual y estrategia analítica.**

La aproximación visual supone una forma de programación en la que el sujeto utiliza las primitivas con muy pocas unidades de avance o giro. Es decir, no prevé las cantidades necesarias y opta por ir realizando aproximaciones sucesivas. Actúa generalmente de modo directo pero, en el caso de utilizar el editor, suele realizar el programa en una misma línea sin apreciarse, por consiguiente, la estructuración del procedimiento.

En la estrategia analítica el sujeto recoge un número pequeño de acciones a llevar a cabo, las planifica y generalmente las programa utilizando el editor y usando además diferentes líneas.

Wang concluye en sus investigaciones que los alumnos más pequeños (de 1º a 5º grado de básica aproximadamente) suelen utilizar casi de forma exclusiva estilos de aproximación visual observándose una cierta correlación entre aquellos que utilizan la estrategia analítica y el grado de mejora en tareas de resolución de problemas.

Conclusiones similares obtienen Rampy y Swensson¹³ quienes determinan también dos clases de estilos de programación similares a los definidos por Wang. Así, hablan de un estilo **product-oriented** (orientado hacia el producto) en el cual el sujeto define la tarea usando pequeños pasos y corrigiendo los errores después de

¹³ RAMPY, L-SWENSSON, R.: "The problem-solving style of fifth grades Logo", *Annual meeting of the american education research association*, New Orleans, Abril, 1984.

visualizado el dibujo y **procedural-oriented** (orientado hacia el procedimiento), en el que la persona centra su interés en la estructura del procedimiento y no tanto en la finalidad o producto que va a obtenerse del mismo.

En base a los diversos estilos de programación detectados podemos observar la existencia de dos líneas generales de actuación; en la primer, el sujeto puede actuar de modo directo (pilotaje) centrándose más en el producto que se desea conseguir (product-oriented) a través de aproximaciones visuales, sin que para ello tenga que realizar un esfuerzo importante de planificación de la tarea y modularización de los subprocedimientos adoptando por consiguientes una estrategia de abajo-arriba (bottom-up).

Un segundo tipo de actuación implica la utilización de un estilo procedural en donde la actividad está centrada fundamentalmente en la estructura del procedimiento, lo que implica una estrategia analítica y una planificación previa de arriba-abajo para alcanzar el objetivo deseado (top-down).

La determinación de estos estilos de programación es muy valiosa a la hora de analizar el trabajo de los sujetos y es así como podemos observar que el uso del lenguaje Logo permite llegar a un mismo objetivo mediante vías o conductos muy diferentes.

Estas diferentes vías están, sin duda, relacionadas con el nivel de desarrollo del sujeto ya que la diferencia fundamental de ambos niveles de programación estriba en el grado de mayor o menor abstracción de los procedimientos a realizar. No existen, sin embargo,

estudios que analicen estas relaciones ni que intenten vislumbrar la posibilidad de orientar al niño que trabaja desde pequeño con Logo hacia un pensamiento más abstracto a través de la consecución de técnicas de programación de arriba-abajo.

Sin poder extraer conclusiones pertinentes sobre estas relaciones si es posible afirmar que existen diferencias no tan sólo entre los niños sino también entre los propios adultos.

Se plantea así una problemática interesante como es la relación entre el grado de desarrollo del sujeto mediante la detección de diferentes estilos de actuación y la posible aceleración del paso de un estilo a otro mediante el trabajo individual o colectivo en Logo.

2.2.3.2.3. Estilos cognitivos.

Como se ha indicado anteriormente, algunos autores consideran la existencia de ciertos requerimientos cognitivos para la consecución del aprendizaje de Logo. Sin embargo, estas conclusiones parecen contradecir los objetivos del propio lenguaje el cual se presenta como un medio capaz de generar un ambiente de actuación que otorgue la oportunidad de aprender y desarrollar nuevas ideas al sujeto sin que para ello éste tenga que tener unos conocimientos complejos de programación. En este sentido, cabe plantearse si existen buenos o malos estilos de programación o si por el contrario la problemática radica en cómo éstos afectan a los estilos cognitivos del sujeto.

Este último aspecto también ha sido tratado por algunos estudiosos de la temática Logo. De entre las investigaciones sobre las relaciones entre los estilos cognitivos y el aprendizaje de este lenguaje destaca la realizada por T. Globerson¹⁴ sobre la dependencia-independencia de campo.

Generalmente la dependencia de campo implica una actuación pobre en áreas tales como las matemáticas y las ciencias. Globerson parte de la creencia de que dicha pobreza se debe a la existencia de ambientes inapropiados de aprendizaje. Ello le lleva a considerar que es posible obtener aprendizaje similares aunque llegando a ellos a través de vías diferentes.

En definitiva, Globerson no considera que la dependencia o independencia de campo afecte al desarrollo del sujeto y a su rendimiento académico sino que lo que afecta a dicho rendimiento es el desconocimiento, por parte del sujeto, de su propio proceso de pensamiento. De este modo, este autor considera que Logo puede ayudar creando un entorno de experimentación en el que el sujeto sea capaz de reconocer mejor sus propias estrategias mentales.

Esta visión optimista es contrastada por las investigaciones realizadas por Clements quien piensa que la independencia de campo facilita el proceso de aprendizaje en Logo y permite al sujeto obtener unos beneficios mayores en el aprendizaje conceptual, espacial y geométrico.

¹⁴ GLOBERSON, T.: "Stylistic differences in learning Logo", *LOGO 85 Proceedings*, Cambridge, 1985, pp. 109-110.

2.2.3.2.4. Etapas y procesos de aprendizaje.

Una preocupación común en todas aquellas personas que pretenden enseñar Logo ya sea como lenguaje de programación o para ser integrado en una determinada área de enseñanza es conocer cómo la persona aprende este lenguaje. Este planteamiento lleva a caracterizar la existencia de una secuencia óptima que abarca tanto a las primitivas del lenguaje como a los conceptos de programación implícitos en ellos.

Habitualmente, comenzamos a enseñar Logo , tanto a niños como a adultos, a través de la geometría de la tortuga por considerar a este entorno de programación de un mayor grado de motivación y de una mayor facilidad de aprendizaje. Dentro de este ámbito de programación la secuencialidad es frecuentemente la misma: introducción de primitivas de avance, retroceso, giros, iteración, construcción de procedimientos, modularidad, variables, condicionales, etc. Es decir, hay un cierto grado de complejización que se va incrementando secuencialmente por el que debe pasar toda persona que quiera aprender Logo. Sin embargo, esta progresión responde fundamentalmente al objetivo de enseñar el lenguaje en sí y, por tanto, podemos olvidar la secuencialidad óptima desde el punto de vista constructivo del sujeto. Se trata pues, de intentar definir cuáles son las etapas y procesos que permiten la adquisición de un aprendizaje significativo de este lenguaje por parte del sujeto.

Dentro de esta temática, Noss¹⁵ plantea la necesidad de determinar secuencias de aprendizaje dejando a un lado el mayor o menor dominio de las primitivas y estructura del programa, centrándose en el modelo de aprendizaje mediante el cual el educador debe mantener su preocupación. A la hora de diseñar las actividades éstas deben tener sentido para el niño, deben realizar actividades fundamentalmente de tipo exploratorio con los conocimientos del lenguaje que posean y llegar a resolver el problema planteado. Sólo a través de este tipo de modelos el sujeto puede aprender obteniendo beneficios cognitivos.

Roberts¹⁶ establece cuatro niveles de aprendizaje: en el primer nivel el niño es capaz de identificar su derecha e izquierda pero no es capaz de especificar las direcciones que debe tomar la tortuga a partir de sus posiciones en pantalla.

En el nivel 2, el niño adopta un esquema egocéntrico de referencia cuando el giro corresponde a su derecha e izquierda.

En el nivel 3 realiza los giros correctamente, especialmente los que suponen rotaciones de 90 y 180 grados.

En el último nivel, el sujeto ya es capaz de realizar juicios correctos sobre los giros en todos los casos.

¹⁵ NOSS, R.: *Children learning Logo programming. Interim Report Nº 2 of the Children Logo Project*, Hatfield, United Kingdom, 1984.

¹⁶ ROBERTS, R.: *Young children's spatial frames of reference in simple computer graphics programming*, Unpublished doctoral dissertation, University of Virginia, 1984, citado por CLEMENTS, D.: "Research on Logo in Education: is the turtle slow but steady, or not even in the race?", en MADDOUX, C.: *Logo in the classroom*, o. c., p. 60.

Roberts considera que un niño que no esté en el nivel cuatro tiene problemas para escribir programas en Logo debido a su incapacidad para entender como el giro opera en todas las posibles orientaciones. Hasta la cuarta etapa es difícil que el niño pueda trabajar con Logo obteniendo beneficios cognitivos. Podrá usar el lenguaje, escribir pequeños procedimientos pero sin una comprensión de lo que está realizando.

Dionnet y sus colaboradores¹⁷ consideran que aunque la geometría de la tortuga es presentada por Papert como un medio que permite al niño identificarse con los movimientos de ésta, hay que distinguir dos etapas diferentes: en un primer momento hay una identificación de la tortuga en el espacio de locomoción. Es una identificación simple en la cual hay un sistema de referencia intrínseca al sujeto y a la tortuga.

El siguiente nivel, supone una identificación en el espacio del ordenador. Aquí la identificación es más difícil ya que el niño debe hacer abstracción de su propia referencia para ponerse en lugar de la tortuga. Ha de ser capaz de coordinar su punto de vista con el del cursor (tortuga) que aparece en pantalla.

La posibilidad de distinguir entre el referencial propio y el de la tortuga, es para estos autores, un prerequisite para toda conceptualización de la geometría de la tortuga.

¹⁷ DIONNET, S.-MARTI, E.-VITALE, B.-HELLE, R.: "Representation et controle global-local du mouvement chez l'enfant dans la programmation Logo", *Revue Française de Pédagogie*, pp. 2-27.

Howe¹⁸ considera también la existencia de tres fases de aprendizaje : a) Producto orientado (product-oriented), en la cual el niño intenta producir efectos sin usar ningún método concreto.

b) Estilo consciente (Style concious), en el que el sujeto se esfuerza en construir un programa siguiendo un estilo de programación concreto y

c) Resolución creativa de problemas (creative problem solving), que es utilizada por la persona para actividades analíticas incluyendo la adaptación de otros procedimientos y el uso de planes para resolver el problema.

Pea y Kurland¹⁹ intentan generalizar las fases de aprendizaje que supone todo lenguaje de programación distinguiendo las siguientes:

1ª. Uso de programas previamente realizados.

2ª. El sujeto conoce la sintaxis y la semántica de los comandos del lenguaje. Puede leer programas y entender cómo funcionan y corregir los errores.

3ª. Se comienzan a generar programas en terminos de unidades de alto nivel y conoce la secuencia de los comandos para conseguir metas específicas.

¹⁸ HOWE, J.: "Development stages in learning to program", en KLIX, F.-HOFFNA, J.: *Cognition and memory*, North Holland, Amsterdam, 1980, pp. 253-263.

¹⁹ PEA, J.-KURLAND, M.: "On the cognitive Prerequisites of Learning Computers Programming", *Bank Street College*, New York, 1984. Technical Report, nº 18.

4º. La persona ya se encuentra capacitada para desarrollar software consiguiendo las máximas ventajas del ordenador.

Como se desprende de las diversas opiniones sostenidas por estos autores, el concepto de programación del cual se parte es diferente. Para autores como Pea y Kurland ésta supone un conocimiento profundo del lenguaje y de las técnicas de programación mientras que por ejemplo Noss cree posible realizar una actividad de programación desde los primeros contactos con el ordenador²⁰.

Un problema fundamental en torno a toda esta temática lo constituye la transferencia del aprendizaje. Es decir, hasta qué punto los niveles de aprendizaje que se van alcanzando en el campo de la programación facilitan o dificultan otros tipos de aprendizajes. Es esta una temática todavía no explorada.

2.2.3.2.2.5. Logros cognitivos.

En la mayor parte de los estudios citados hasta el momento, de una forma u otra, se han tratado de establecer unas líneas que permitan vislumbrar los posibles logros que, desde el punto de vista cognitivo, pueden lograrse con el aprendizaje del lenguaje Logo. Sin embargo, se ha seleccionado este tema como un área más de las investigaciones realizadas sobre Logo por considerar la existencia de un núcleo importante de autores que se proponen investigar esta

²⁰ Sobre esta temática se insistirá más adelante en el capítulo 2.2.5.

temática de una forma mucho más específica que en los casos citados anteriormente.

Establecer si una herramienta puede o no beneficiar el desarrollo del sujeto es por sí misma una tarea compleja. Esta se ve agravada por la temática que nos ocupa. El Logo puede ser utilizado de formas muy diversas (directivamente, actividades libres, individualmente,) y en entornos también diversos (en el aula, como un taller extraescolar,...) que sin duda afectan en gran medida a las conclusiones que pueden obtenerse.

El resultado es que encontramos una gran variedad de trabajos donde se perfilan conclusiones a menudo totalmente contradictorias.

El problema principal que ofrecen la mayor parte de las investigaciones es que éstas centran sus conclusiones en la tarea en sí y no en la transferencia del aprendizaje.

En términos generales, podemos determinar la existencia de dos campos de estudio en los que se destacan los principales beneficios cognitivos : el proceso de resolución de problemas y el pensamiento matemático.

La tarea de programar, en términos generales, parece ser vista por muchos autores como una actividad que, en sí misma, presenta importantes beneficios al desarrollo de la persona. Supone para el sujeto la consecución de una serie de tareas formales que

debe realizar las cuales favorecen el aprendizaje de estrategias generales de resolución de problemas.

Así, el argumento más frecuente es que el aprendizaje de Logo aumenta la habilidad para la resolución de problemas. Algunos estudios como los realizados por Soloway, Lochhead y Clement²¹ intentan evidenciar este hecho. Sin embargo, Seidman²² no encontró en sus estudios diferencias significativas en la resolución de problemas entre individuos que habían trabajado con Logo y los que no habían tenido ninguna experiencia en el terreno computacional.

Otras investigaciones indican que la variabilidad en diferentes niveles se debe sobre todo a contextos específicos²³. Kull observó que apenas había una planificación en niños de primeros grados de la escuela primaria a pesar de utilizar Logo. Noss²⁴, por su parte, considera que los niños no planifican su trabajo.

Sin embargo, otros trabajos tratan de mostrar la existencia de efectos positivos. Gorman y Bourne²⁵ trabajando con niños de tercer grado llegan a obtener importantes ventajas en la

21 SOLOWAY, E.-LOCHHEAD, J.-CLEMENT, J.: "Does computer programming enhance problem solving ability?", en SEIDEL, R.-ANDERSON, R.-HUNTER, B. (eds.): *Computer Literacy*, Academic Press, New York, 1982, pp. 67-72.

22 SEIDMAN, R.H.: "The effects of learning a computer programming language on the logical reasoning of school children", Annual Meeting of the American Education Research Association, Los Angeles, 1981, citado por CLEMENTS, D.: "Research on Logo in Education: is the turtle slow but steady, or not even in the race?", en MADDOUX, C.: *Logo in the classroom*.

23 PER, R.: "Chameleon in the classroom. Developing roles for computers", *Bank Street College*, New York, 1982. Technical Report, Nº 22.

24 NOSS, R.: "Children learning Logo programming". Op.Cit.

25 GORMAN, H.-BOURNE, K.: "Learning to think by learning Logo", *Bulletin of the Psychonomic Society*, Nº 21, 1983, pp. 165-167.

resolución de problemas entre aquellos alumnos que durante unos meses habían estado programando en Logo. También Clements²⁶ considera que los alumnos que aprenden Logo incrementa su media en medidas de reflexividad y creatividad.

Como podemos observar, las investigaciones son todavía escasas, poco significativas y contradictorias en sus conclusiones.

En el caso del desarrollo del pensamiento matemático, parece indicarse que Logo es beneficioso para la adquisición de conceptos tales como la proporción, simetría, concepto de número²⁷, estimación de ángulos, coordenadas, concepto de variable²⁸, etc. No obstante, Pea considera que aunque Logo puede facilitar el aprendizaje de las matemáticas ello no implica que se obtengan beneficios cognitivos ya que no se transfieren los conceptos utilizados en Logo a otras áreas de aprendizaje. De esta forma, Pea²⁹ muestra como aspectos tales como el concepto de variable o recursión no son utilizados por los alumnos en otras áreas de conocimientos aunque las utilicen al programar en Logo.

²⁶ CLEMENTS, D.-NASTASI, B.: "Metacognitive interaction in Logo Programming and Computer-assisted Instruction Environments", *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, San Francisco, Abril, 1986. (no publicado).

²⁷ PAPERT, S.- WATT, D.-DISESSA, A.-WEIR, S.: "Final report of the Brookline Logo Project", Op.Cit.

²⁸ ROBERTS, R.: *Young children's spatial frames of reference in simple computer graphics programming*, Unpublished doctoral dissertation, University of Virginia, 1984, citado por CLEMENTS, D.: "Research on Logo in Education: is the turtle slow but steady, or not even in the race?", en MADDOUX, C.: *Logo in the classroom*, Op.Cit., p.. 60.

²⁹ PEA, R.: "Chameleon in the classroom. Developing roles for computers", *Bank street College*, New York, 1982. Technical Report, nº 22.

2.2.3.2.2.6. Implicaciones socio-afectivas.

La mayoría de los estudios en torno al lenguaje Logo se centran en el terreno cognitivo dejando los aspectos afectivos y sociales al margen. El propio Papert ha destacado mucho más los beneficios de Logo en el ámbito del desarrollo mental de sujeto que un posible uso con finalidades en el terreno afectivo y/o social de la persona. Sin embargo, dentro de esta temática se han desarrollado, en los últimos años, una serie de estudios que permiten vislumbrar una interesante correlación entre el trabajo con Logo y aspectos tales como el grado de autoestima, la colaboración entre los sujetos, etc.

Algunos autores³⁰ indican que el uso de Logo puede resultar más beneficioso en el área social y en el desarrollo emocional que en terreno cognitivo. Prueba de ello aparecen las investigaciones llevadas a cabo por autores como Fire Dog³¹, Kull, Cohen, Strong, Ferraro y Bonnano³² quienes mediante estudios exploratorios de observación consideran que los niños mediante el trabajo en Logo adquieren una mayor autoconfianza y autoestima. Así mismo, los alumnos parecen aprender con mayor facilidad a cooperar, escuchar, ser criticados y apreciar el trabajo de los demás.

³⁰ MADDOX, C.: "The need for science versus passion in educational computing", en MADDOX, C. (Ed.): *Logo in the schools*, Op.Cit., p. 10.

³¹ FIRE DOG, P.: "Logo effects in public school classrooms", *LOGO 84 Pre-proceedings*, Cambridge, 1984.

³² KULL, J.-COHEN, B.-STRONG, J.-FERRARO, K.-BONNANO, A.: *Observations of the grade Logo learning*, Department of Education, University of New Hampshire, 1984.

Hawkins³³ y sus colaboradores estiman que el alumno tiende a hablar más con el otro acerca de su trabajo que en tareas no computacionales. Asimismo, Swigger y Swigger³⁴ consideran que hay un fuerte incremento en la interacción social.

Pero no sólo se atribuye al Logo la capacidad de cooperación sino que algunos autores la estiman para todo tipo de tareas computacionales. Clements y Nastasi³⁵ indican que los alumnos se ayudan más entre ellos en tareas en que utilizan el lenguaje Logo o programas de enseñanza asistida que en actividades no computacionales.

Estos autores establecen seis núcleos sobre los que se pueden detectar los efectos del entorno computacional en el desarrollo socio-emocional, los cuales, además, tienen una clara influencia en el rendimiento escolar. Estos son:

1. Iniciación y participación.

A pesar de la existencia generalizada de que el ordenador aísla la actuación y el aprendizaje del sujeto, Clements, Nastasi y Swigger en sus estudios muestran como el niño no suele utilizar el ordenador individualmente sino que siempre busca la compañía y la

³³ HAWKINS, J. y otros: "Microcomputers en school. Impact on the social life of elementary classrooms", *Journal of applied development Psychology*, Nº 3, 1982, pp. 361-373, citado por CLEMENS, D.-NASTASI, B.: "Effects of computer environments on social -emotion development: Logo and Computer-Assisted Instruction", en MADDOUX, C.: *Logo in the schools*, pag. 28.

³⁴ SWIGGER, K.M. & SWIGGER, B.K.: "Social patterns and computers use among preschool children", *REDS JOURNAL*, Nº 17, 1984, pp. 35-41.

³⁵ CLEMENS, D.-NASTASI, B.: "Effects of computer environments on social-emotion development: Logo and Computer-assisted Instruction", en Maddux, C.: *Logo in the schools*, pp.11-32.

participación de otros niños ya sea con fines instructivos o meramente distractivos.

2. Habilidad en la resolución de problemas sociales.

Clements define esta habilidad como la *"capacidad para aplicar de forma efectiva estrategias de resolución de problemas a situaciones de la vida real, reflejando la habilidad del trabajo y el juego cooperativamente."*³⁶

Utilizando un tipo de actividad que implique la construcción de proyectos comunes, los sujetos pueden aprender a través del uso del Logo a resolver problemas conjuntamente pudiendo utilizarse el ordenador para el trabajo cooperativo.

3. Sensibilidad social.

Según la investigaciones realizadas por Becker³⁷, los niños muestran una mayor tendencia a ayudarse el uno al otro en tareas computacionales. Los profesores consideran que con el impacto de los ordenadores en la escuela se percibe una mayor relación comunicativa.

Hawkings considera que el contexto computacional permite identificar mejor el trabajo de los niños y las ayudas entre ellos. En general, los niños aprenden a cooperar, escuchar, ser críticos

³⁶ CLEMENS, D.: "Logo and social-emotion development", *LOGO 85 Proceedings*, Cambridge, 1986, p.. 189.

³⁷ BECKER, H.: "Schools uses of microcomputer: reports from a national survey", John Hopkins University, 1983, citado por CLEMENS, D.: "Logo and social-emotion development", *LOGO 85 Proceedings*, Cambridge, 1986, p.. 200.

y apreciar el trabajo de los demás. Clements y Nastasi, por su parte, creen que los niños que trabajan con Logo son más cooperativos que los que trabajan con EAO. Estas observaciones tienden a indicar que Logo puede potenciar la sensibilidad social.

4. Consentimiento.

Las respuestas hacia el profesor varían ya que no están determinadas por un grado de obediencia sino fundamentalmente se precisa el consejo y la orientación para encontrar la solución a un problema determinado.

5. Motivación efectiva.

Según Clemens es *"el grado mediante el cual el niño desea controlar o introducir cambios en el entorno"*³⁸. Ello supone independencia, autodirección en el trabajo, motivación intrínseca, actitudes positivas hacia el aprendizaje y autoconfianza.

Clemens y Nastasi creen que los niños en un entorno Logo son capaces de desarrollar este tipo de conductas ya que el trabajo con este lenguaje implica un elevado grado de autodirección de las exploraciones, deben mostrarse los propios descubrimientos así como las estrategias que han llevado a ellos.

6. Autoestima y autoconfianza.

Fire Dog y Kull en sus investigaciones destacan como las actividades con Logo incrementan el grado de confianza en uno mismo.

³⁸ CLEMENS, D.: "Logo and social-emotion development", *LOGO 86 Proceedings*, Cambridge, 1986, p. 200.

Es interesante también el estudio desarrollado por Schwartz³⁹ quien introdujo el uso del Logo en alumnos que tenían dificultades en el aprendizaje de las matemáticas a causa de un concepto negativo de sí mismo que les llevaba a una incapacidad en el aprendizaje de dicha materia. Tras la utilización del Logo los alumnos, al parecer, generaron un grado mayor de confianza en sí mismos y se sintieron más capaces de realizar actividades aunque en éstas estuvieran implícitas nociones o conceptos matemáticos.

En general, puede destacarse que hay una influencia del entorno computacional que parece beneficiar las relaciones entre los compañeros así como la propia autoconfianza siendo estos dos aspectos de una mayor relevancia en el uso del lenguaje Logo que en el caso de la EAO.⁴⁰

No cabe duda que la vertiente afectiva y social es una parte muy importante de la configuración de la personalidad. Por ello el estudio de las implicaciones que las actividades computacionales pueden tener es un factor que interesa conocer para conseguir una mayor eficacia educativa.

³⁹ SCHWARTZ, T. y otros: "Looking into a large-scale Logo project", *Meeting of American Educational Research Association, New Orleans, 1984.*

⁴⁰ CLEMENS, D.-NASTASI, B.: "Effects of computer environments on social-emotion development: Logo and Computer Assisted Instruction", en MADDUX, C.: *Logo in the schools*, pp. 11-32.

2.2.3.3. INVESTIGACIONES SOBRE APLICACIONES CURRICULARES.

Los estudios sobre la utilización del lenguaje Logo en la institución escolar se han centrado, fundamentalmente, en el análisis de las aportaciones que este medio puede tener en las diversas áreas de conocimiento que integran el curriculum actual. Conviene observar como es siempre la escuela con su configuración actual la que se plantea cómo usar los nuevos medios para seguir transmitiendo viejos contenidos. En escasas ocasiones encontramos planteamientos que vayan más allá de la reflexión sobre las mejoras didácticas que el uso de Logo puede proporcionar en una materia concreta. No se plantean cambios substanciales, ni tan siquiera la posible interdisciplinariedad a través de una herramienta tecnológica que ciertamente podría facilitarla. Se trata pues de acoplar lo nuevo a lo ya existente manteniendo la estructura actual de la escuela.

No nos ocuparemos aquí de los contenidos de las diversas asignaturas ni de cómo Logo puede ayudar a la comprensión de determinados conceptos sino que, por el contrario, nos centraremos, única y exclusivamente, en el análisis de aquellos estudios que de una forma u otra han tratado de desvelar elementos próximos al proceso de aprendizaje del sujeto en la adquisición de conceptos de una determinada disciplina. En este sentido, se puede observar que muchos de los aspectos señalados en el apartado anterior vuelven a quedar, a

menudo, reflejados en el estudio de los niveles y áreas de conocimiento escolares.

Dado el interés central de nuestro trabajo hemos dividido las investigaciones sobre aplicaciones curriculares en dos núcleos básicos: educación preescolar y enseñanza primaria.

2.2.2.3.1. Educación preescolar.

En los primeros niveles de la educación básica, el ordenador permite la realización de actividades muy diversas. En el caso concreto de Logo, éste puede ser utilizado para aspectos tan diversos como: la adquisición de conceptos geométricos, la construcción de aspectos espaciales, la familiarización con un entorno informático, el inicio de tareas de reconocimiento de símbolos gráficos, de herramienta exploratoria, etc.

El problema central del trabajo con computadoras en estos niveles de enseñanza se centra en la constitución del propio hardware. El niño debe pulsar teclas cuyos simbolismos todavía no es capaz de reconocer. No obstante, este aspecto no constituye un problema especialmente grave ya que cuando trabajamos en Logo es fácil realizar programas que reconviertan el propio teclado. Así habitualmente se diseñan procedimientos sencillos que permiten al niño avanzar, retroceder o girar la tortuga pulsando una determinada

tecla para cada orden⁴¹. Estos pueden completarse añadiendo

⁴¹ Pueden realizarse procedimientos sencillos como por ejemplo :

PARA RECONVERTIR. TECLADO.

HRZ "TECLAS LG

SI :TECLAS = "R (RU 10)

SI :TECLAS = "R (RE 10)

SI :TECLAS = "O (GO 5)

SI :TECLAS = "I (OI 5)

RECONVERTIR. TECLADO

FIN.

Este procedimiento podría, manteniéndolo su forma original, ser ampliado añadiéndole funciones tales como borrado, colores, subida y bajada del lápiz, etc.

funciones tales como colores, borrado de instrucciones, almacenamiento en disco⁴², etc

42 Se ha diseñado un micromundo denominado "pre-Logo" que tiene como objetivo fundamental el presentar un entorno en el que los niños de cortas edades puedan experimentar un primer trabajo con este lenguaje. En el programa se redefine el teclado permitiéndose, entre otros aspectos, utilizar las primitivas básicas de la parte gráfica, llenar de colores zonas cerradas, dar nombre a los dibujos realizados, borrarlos y volver a ejecutar todas las órdenes dadas por el niño para la construcción de un procedimiento determinado. El programa puede realizarse del siguiente modo:

```

PARA DIBUJAR
  PONANCHURA 40 PN
  HAZ "MEMORIA [(BL)]
  BP BL
  TECLAS
  FIN
PARA TECLAS
  HAZ "TECLA LC
  SI :TECLA = CAR 56 [ AU 10 HAZ "MEMORIA PU [AU 10] :MEMORIA]
  SI :TECLA = CAR 54 [GD 30 HAZ "MEMORIA PU [GD 30] :MEMORIA]
  SI :TECLA = CAR 52 [GI 30 HAZ "MEMORIA PU [GI 30] :MEMORIA]
  SI :TECLA = CAR 50 [RE 10 HAZ "MEMORIA PU [RE 10] :MEMORIA]
  SI :TECLA = CAR 55 [SL HAZ "MEMORIA PU [SL] :MEMORIA]
  SI :TECLA = CAR 57 [BLHAZ "MEMORIA PU [BL] :MEMORIA]
  SI :TECLA = CAR 48 [NON.DIB]
  SI :TECLA = CAR 46 [HAZ "MEMORIA NU :MEMORIA BP REPETIR :MEMORIA]
  SI :TECLA = CAR 53 [INSERTAR]
  SI :TECLA = CAR 51 [SL AU 1 BL RELLENA SL HAZ "MEMORIA PU [PONPALETA 1 PONCL 1
:MEMORIA]
  SI :TECLA = CAR 49 [ALTO]
  SI :TECLA = CAR 86 [ BL PONPALETA 1 PONCL 1 HAZ "MEMORIA PU [PONPALETA 1 PONCL 1
:MEMORIA]
  SI :TECLA = CAR 82 [ BL PONPALETA 1 PONCL 2 HAZ "MEMORIA PU [PONPALETA 1 PONCL 2
:MEMORIA]
  SI :TECLA = CAR 86 [ BL PONPALETA 1 PONCL 3 HAZ "MEMORIA PU [PONPALETA 1 PONCL 3
:MEMORIA]
  TECLAS
  FIN
PARA REPETIR :MEMORIA
  SI VACIO? :MEMORIA [ALTO]
  EJECUTA PRI :MEMORIA
  REPETIR NP :MEMORIA
  FIN

PARA NON.DIB
  BT ES [¿QUE NOMBRE QUIERES PONERLE?]
  HAZ "NON LP
  SI VACIO? :NON [BT ALTO]
  DEFINE PALABRA " :NON PP [ ] :MEMORIA
  ES FRASE [YA SE LA PALABRA] :NON
  ESPERA 50 BT
  FIN
PARA INSERTAR
  HAZ "MEMORIA PU LL :MEMORIA
  SI VACIO? UL :MEMORIA [HAZ "MEMORIA NU :MEMORIA ALTO]
  SI PRIMITIVA? PRI UL :MEMORIA [HAZ "MEMORIA NIENBRO? PRI UL :MEMORIA LPROCS [BT BL
EJECUTA UL :MEMORIA] [ES(NO NE HAS ENSEÑADO ESTA PALABRA) ESPERA 40 BT HAZ "MEMORIA NU
:MEMORIA]
  FIN

```

Antes de introducir al niño en el uso del teclado muchos profesores consideran más conveniente comenzar el trabajo en Logo mediante la tortuga mecánica o a través de mecanismo similares⁴³.

La primera experiencia con niños de cortas edades fue llevada a cabo por R. Perlman⁴⁴ utilizando un diseño similar al de la tortuga mecánica actual que denominó TORTIS. El control de este robot se podía efectuar a través de los "button box" que respondían a comandos específicos y la "slot machine" a través de la cual se desencadenaban procedimientos previamente confeccionados.

El trabajo con este instrumento permitió a esta autora detectar la existencia de una relación importante entre este instrumento y el aprendizaje de conceptos espaciales de los niños de 4 y 5 años.

A partir de este primer estudio, la mayor parte de investigaciones con niños de estas edades han centrado su atención en esta misma temática⁴⁵. Aunque en todas ellas se afirma la influencia

⁴³ Existen en la actualidad juguetes que actúan de formas similares a la tortuga mecánica sin necesidad de utilizar un ordenador para transmitir las órdenes. Por ejemplo, el Bigtrack es un vehículo que puede ser programado a través de la manipulación de un teclado que lleva el propio juguete mediante el cual se le pueden dar órdenes de avance, retroceso, giros, muy similares a las utilizadas al trabajar en Logo.

⁴⁴ PERLMAN, R.: "Using computer technology to provide a creative learning environment for preschool children", *LOGO MEMO*, Nº 24, M.I.T., Cambridge, 1976.

⁴⁵ ALPERIN, E.-SALVADOR, A.-VALS, C.: "Programas en lenguaje Logo sobre formación de conceptos espaciales para niños de 4 a 6 años", *Cuadernos de Educación y nuevas tecnologías de la información*, Fundesco, Nº 6/7, 1986, pp. 21-24; ESTRADA, A.-GROS, M.J.-RIBES, T.: "Informática en un aula de preescolar", *Boletín de la Asociación Logo*, Nº 4, 1986, pp. 5-8. FIGINI, M.-GROS, B.: "Diseño de un curriculum de actividades Logo para preescolar y ciclo inicial", *II Jornadas Internacionales de Psicología y Educación. Cultura, Educación y Desarrollo humano*, Madrid, Junio 1986.

del uso del Logo en el desarrollo de conceptos espaciales ningún estudio es lo suficientemente amplio como para establecer un análisis en profundidad sobre el tema.

De mayor ambición es la investigación desarrollada por J. Chauvin y K. Eimel⁴⁶ en París durante el curso 83-84 con 30 niños de 5 años.

Estas autoras parten de las siguientes hipótesis de trabajo:

- la práctica repetida de construcción de gráficos en la pantalla puede ser un sistema de desarrollo del sistema de referencia del sujeto.

- la construcción y manipulación de formas en la pantalla juegan el rol de soporte y auxilio a la intuición geométrica del niño.

- el paso de la representación reproductiva a la anticipada a través del lenguaje Logo está en función del desarrollo verbal del niño.

- el vocabulario y sus significados dada la utilización de un cierto tipo de programas para el ordenador favorece la verbalización.

- este mismo vocabulario puede servir para la comunicación entre niños y enriquecer sus formas de comunicación.

⁴⁶ CHAUVIN, J.-EIMEL, K.: *Le jeune enfant et le microordinateur*, La Documentation Française, París, 1984.

Tras la experiencia realizada en la que se va evolucionando de una actividad libre por parte de los niños hasta la realización de proyectos más dirigidos, Chauvin y Eimel consideran que el lenguaje Logo en la educación preescolar:

- favorece la interrelación y la comunicación entre niños.
- permite el aprendizaje de un trabajo estructurado.
- favorece el desarrollo del conocimiento de aspectos geométricos y espaciales.
- desarrolla un sentido de confianza y protagonismo en el niño.
- permite introducir al niño en el reconocimiento de símbolos escritos.

Surgen también algunos problemas especialmente en:

- la utilización de la derecha, la izquierda y en la determinación de los grados que la tortuga debe rotar.
- y a la hora de ensamblar diferentes elementos para construir un proyecto.

Cabe destacar que, de forma contraria a lo que muchos autores suponen, Chauvin y Eimel utilizaron al final de sus sesiones el teclado sin etiquetas. Es decir, los niños debían escribir toda la orden o las abreviaciones de las mismas sin que ello supusiera una

dificultad extraordinaria para los sujetos que realizaron la experiencia.

2.2.3.3.2. Enseñanza primaria.

De entre las áreas de conocimiento que se configuran como materias obligatorias en la mayoría de los currícula actuales de educación elemental se han realizado estudios sobre el uso del Logo en : matemáticas, física, lenguaje y música.

2.2.3.3.1.1. Matemáticas.

Es esta quizás el área de conocimiento, junto con la física, que más ha captado la atención de los investigadores.

Ambos casos tienen una fácil explicación. En primer lugar, el propio Papert otorga un especial énfasis al aprendizaje a través del Logo de conceptos físicos y matemáticos con la "geometría de la tortuga" como ámbito de experimentación centrado en el aprendizaje de este marco conceptual. Además, cabe destacar que generalmente los profesores que primero suelen mostrar interés por la utilización de lenguajes de programación, en sus actividades docentes, suelen proceder del campo científico resaltándose así la relación, a veces errónea, entre la utilización del ordenador y las materias de ciencias.

En el caso de las matemáticas, Papert propone un tipo de actividad que rompa con el diseño actual de la didáctica de esta materia. Se trata de que el niño aprenda a ser matemático y no matemáticas. Para Papert lo importante es que el sujeto investigue,

cree su propio ambiente de trabajo y aprenda a través de su experiencia a relacionar y generalizar conceptos fundamentales de esta disciplina . Le preocupa el cambio en la forma de enseñar así como los propios contenidos.

No ocurre lo mismo con el resto de trabajos e investigaciones donde se plantea fundamentalmente cómo enseñar los contenidos actuales de una forma más dinámica y que facilite el aprendizaje significativo.

De los estudios realizados en esta área podemos extraer ciertas conclusiones similares a las desarrolladas por los autores que se ocupaban de aspectos de carácter más generico.

Además de las implicaciones en el propio proceso de comprensión de la disciplina, aspecto sobre el cual parecen estar de acuerdo la mayor parte de los autores, aparecen logros fundamentalmente en los procesos de motivación y autoestima.

En las investigaciones realizadas por el Grupo Logo, Howe⁴⁷ y sus colaboradores, aprecian la existencia de sujetos que se creen incapaces de aprender matemáticas pero que, en cambio, realizan proyectos en Logo que suponen una comprensión importante de aspectos matemáticos. Aparece un incremento del grado de confianza en lo que se puede aprender y existe una mayor seguridad que se manifiesta en la comunicación entre los compañeros.

⁴⁷ HOWE, J: "Developmental stages in learning to program", en KLIX, F-HOFFMAN, D: *Cognition and Memory*, North-Holland, Amsterdam, 1980, pp. 253-263.

El interés que las actividades realizadas en Logo despierta, según las conclusiones de estos trabajos, influyen posteriormente en la forma de enfocar el aprendizaje de las matemáticas.

En todos los casos se destaca la importancia de construir un entorno capaz de hacer sentir al sujeto protagonista de sus propios logros y acciones. Ello lleva a un cambio actitudinal en relación a la materia.

2.2.3.3.1.2. Física.

El caso de las aportaciones de Logo en física⁴⁸ es bastante similar al de las matemáticas.

El micromundo de las dinatortugas propuesto por Papert ha sido la base de una gran parte de estudios realizados sobre esta temática. Así White y Diessa⁵¹ analizan las implicaciones que el uso de un micromundo físico pueden proporcionar en el desarrollo cognitivo. Ambos estudios destacan la importancia de estos medios para el desarrollo de la capacidad de resolución de problemas y el impulso de tareas de reflexión y generación de conclusiones.

⁴⁸ Existe una recopilación internacional de grupos de trabajos y personas dedicadas al uso del lenguaje Logo en el campo de la física a diferentes niveles, desde la enseñanza elemental hasta el ámbito universitario. Este catálogo puede obtenerse a través de LOUGH, T (ed): *Logo Physics Directory*, Piedmont Virginia Community College, Charlottesville.

⁵¹ DISESSA, R: "Unlearning Aristotelian Physics: a study of knowledge-based learning", *Cognitive Science*, Nº 6, 1982, pp 37-75.
WHITE, B: "Sources of Difficulty in understanding newtonian dynamics", *Cognitive Science*, Nº 7, 1983, pp 41-65.

Logo parece ser una herramienta muy potente para el aprendizaje de conceptos físicos. Los trabajos realizados por Lough, Lorentzen, Keshap y Hurley⁵² destacan la facilidad con que en Logo pueden simularse procesos físicos tales como la noción de fuerza, acción, movimiento, etc mostrándose así la eficacia de este lenguaje.

A pesar de esta buena disposición del Logo para facilitar el aprendizaje de conocimientos físicos dudamos que éstos puedan ser construidos sin un apoyo por parte del profesor de la materia. Este aspecto es sin embargo ignorado en los estudios a los que nos hemos referido.

2.2.3.3.1.3. Lenguaje.

El entorno de programación de listas y palabras hasta hace poco tiempo apenas ha sido utilizado en la enseñanza básica. Sin embargo, a través del uso de este ámbito de programación se pueden desarrollar importantes ejercicios en el área lingüística que puede facilitar la adquisición de conocimientos en esta materia.

Quizás el autor que más se ha destacado en el desarrollo de este entorno es Goldenberg⁵⁴ quien desmitificando la dureza del aprendizaje de las listas y palabras muestra como éstas pueden

⁵² LOUGH, T : "Logo and Physics PUCS Style : Instructional Methods and Techniques Used with Logo in a Calculus Based Physics Course at Piedmont Virginia Community College", Comunicación presentada en la Conferencia LOGO 85. (no publicada), LORENTZEN, P-KESHAP, R : "Logo in physics : the student's perspective", Comunicación presentada en la Conferencia LOGO 85. (no publicada). HURLEY, J : "Logo Physics", Rinehart and Winston, New York, 1985.

⁵⁴ Goldenberg analiza ejemplos de procedimientos en Logo cuya estructura permite reflexionar sobre la propia composición de la lengua inglesa en : "Exploring Language. Language as a domain for scientific inquiry", *Logo 85 Proceedings*, Cambridge, 1986, pp303-306

ayudar al trabajo con estructuras gramaticales de una forma lúdica y motivadora para el niño explorando cambios en morfología, fonología, sintaxis, etc.

2.2.3.3.1.4. Música.

Son escasas las investigaciones en esta área ya que hasta hace muy poco tiempo las capacidades del Logo en el terreno musical era bastante pobre. En cambio, existen en la actualidad, como se ha indicado anteriormente, nuevas versiones con mejoras importantes en este terreno que ya han llevado a algunos autores a predecir la importancia de este entorno de programación.

Además de los beneficios en la propia adquisición de conocimientos musicales, Stager⁵⁵ considera que la utilización de este medio puede ayudar al desarrollo de estrategias de resolución de problemas y al desarrollo del pensamiento matemático. En el primer caso, Stager piensa que el entorno musical provee muchas situaciones en las cuales el alumno se ve forzado a resolver problemas contra un modelo preexistente y, en este proceso de contrastación de modelos, se construyen y evolucionan nuevos conceptos.

Muchos alumnos encuentran la música más interesante que las matemáticas, sin embargo, este autor considera que ambos aspectos poseen muchos elementos comunes y por tanto esta motivación puede ser utilizada para explorar ambas facetas del conocimiento conjuntamente.

⁵⁵ STAGER, G : "Logo and music. A powerful tool for learning", *LOGO 85 Proceedings*, Cambridge, 1986, pp 246-249.

2.2.3.4. METODOS DE ENSEÑANZA Y FORMACION DEL PROFESORADO.

Existen abundantes obras y artículos sobre el lenguaje Logo; sus características, tipos de aplicaciones, procedimientos de interés, etc. pero muy pocos son los estudios sobre la metodología de enseñanza de este lenguaje.

Según Papert y Reggini el profesor debe optar por mantener un papel de animador del proceso de aprendizaje permitiéndole al alumno una libertad en sus actividades favoreciendo con ello el aprendizaje por descubrimiento. Estas ideas generales han sido concretadas por Rubens, Poole y Hoot⁵⁷ quienes establecen los pasos que el profesor debe realizar en un entorno de aprendizaje con Logo. Estos son : 1. Animar y promover un ambiente en el que no se critiquen las decisiones y resultados obtenidos por los niños intentando que cada cual sea libre de realizar sus propios programas.

2. Estimular la discusión . Una de las metas de la educación infantil es desarrollar las habilidades lingüísticas. El profesor debe provocar discusiones sobre las actividades que cada uno ha realizado sugiriéndole al niño que explique sus propios procedimientos.

3. Dar el tiempo suficiente para que el niño acabe los proyectos que se ha propuesto.

⁵⁷ RUBENS, T-POOLE, J-HOOT, J: "Introducing microcomputers to microlearners through play", *Daycare and early education*, 1984, spring, pp 27-31.

4. Proporcionar ideas variadas.

5. Saber escuchar. Cuando el niño actúa con el ordenador, el profesor no debe catalizar la atención sino que debe aprovechar la ocasión para realizar tareas observacionales discerniendo las estrategias que el sujeto está elaborando para resolver el problema planteado.

Además de permitir al sujeto actuar libremente Papert considera fundamental la construcción, por parte del niño, de ideas poderosas. U. Leron⁵⁸ cree que ambos aspectos conllevan a una cierta contradicción y dificultan el establecimiento de cuál ha de ser la actuación del profesor. Si optamos por una metodología no directiva, tal y como proponen los autores mencionados, a los niños les será más difícil la construcción de ideas poderosas. Si por el contrario intentamos transmitirles o los forzamos a ello podemos llegar a un modelo clásico de enseñanza con los problemas que ello implica. Para paliar esta problemática, Leron estableció un contexto de aprendizaje que denomina "quasi piagetian learning" y que consistía en la introducción de una guía para el niño con ideas sobre posibles procedimientos a realizar. Según las experiencias llevadas a cabo, el uso de esta guía produjo beneficios al alumno ya que le daba ideas y una cierta autonomía y también al profesor que se sentía más seguro ya que disponía de mayores recursos.

La metodología que debe ser adoptada se haya en estrecha relación con la formación que el profesor debe recibir. A este

⁵⁸ LERON, U : "Logo today : vision and reality", *The Computing Teacher*, VOL 12, Nº 5, 1985, pp 26-32.

respecto, se plantean dos problemas fundamentales la formación técnica y la orientación pedagógica.

El profesor que utilice Logo, creemos que, debe tener un dominio técnico del lenguaje para poder extraer al máximo sus posibilidades. Sin embargo, esto tampoco es suficiente ya que el profesor precisa también una orientación pedagógica en donde se le informe de los objetivos del lenguaje, sus posibles aplicaciones y por supuesto la metodología a adoptar. Este último aspecto es el más difícil pues como ya hemos señalado anteriormente no está claro cuál es la mejor actuación del profesor ni en términos generales ni para tratar materias concretas de enseñanza. Se precisa pues un trabajo en profundidad de esta temática ya que sino se hace dificultosa la formación pedagógica requerida por el profesorado.

2.2.4.

**PROBLEMAS BASICOS DEL DISEÑO Y UTILIZACION
DE LOS SISTEMAS DE APRENDIZAJE CON EL ORDENADOR.**

2.2.4.1. Análisis de los presupuestos de la teoría de S.Papert sobre el aprendizaje mediante el uso del lenguaje Logo:

2.2.4.1.1. Demarcación de los núcleos de estudio.

2.2.4.1.2. El concepto de programación.

2.2.4.1.3. La creación de micromundos como ámbitos de exploración.

2.2.4.1.4. Supuestos de carácter epistemológico el paralelismo hombre-máquina.

2.2.4.1.5. El modelo de aprendizaje de J.Piaget:

2.2.4.1.5.1. Breve descripción de los aspectos más significativos para nuestro estudio de la teoría de Piaget .

2.2.4.1.5.2. Aplicaciones del modelo piagetiano en la escuela.

2.2.4.1.6. Beneficios cognitivos.

2.2.4.2. La adecuación de la teoría de Vygotski al modelo de enseñanza-aprendizaje del lenguaje Logo.

2.2.4.2.1. Planteamiento del problema

2.2.4.2.2. La organización de las actividades en el aula.

2.2.4.2.3. La construcción del conocimiento a través de la interacción grupal :

2.2.4.2.3.1. La teoría de Vygotski.

2.2.4.2.3.2. El aprendizaje del lenguaje Logo mediante proyectos colectivos.

2.2.4.3. El papel del lenguaje Logo en el proceso de aprendizaje.

2.2.4.1. ANALISIS DE LOS PRESUPUESTOS DE LA TEORIA DE S.PAPERT SOBRE EL APRENDIZAJE MEDIANTE EL USO DEL LENGUAJE LOGO.

2.2.4.1.1. Demarcación de los núcleos de estudio.

Para diferenciar la utilización del lenguaje Logo del resto de aplicaciones de la informática, suele decirse que en el primer caso no es el ordenador quien programa al niño sino el niño quien programa al ordenador. No se trata de recibir información del ordenador sino de construir un conjunto de informaciones para conseguir que el ordenador simule una determinada actividad. En palabras del propio Papert : " *En un entorno Logo, el niño posee el control, el niño programa al ordenador. Y enseñando al ordenador como pensar, los niños se embarcan en una exploración acerca de como ellos mismos piensan. Pensar acerca del pensar convierte al niño en epistemólogo, una experiencia ni siquiera compartida por muchos adultos*"¹.

La actividad básica que proporciona todo lenguaje de programación es ciertamente el mismo hecho de programar. De ahí se desprende que cuando se utiliza el lenguaje Logo el sujeto debe

¹ S.PAPERT: "Computers and computers cultures", Op.Cit.,p. 3.

realizar una tarea de programación y ésta le permite desarrollar una actividad epistemológica y constructiva que parece beneficiar, fundamentalmente, su desarrollo cognitivo.

Así, tal como hemos apuntado en capítulos precedentes, las tesis fundamentales de la obra de Papert se encuentran expresadas en las siguientes consideraciones:

- El niño ha de ser quien programe al ordenador.
- Esta actividad permite al sujeto pensar sobre su propio pensamiento
- El ordenador se presenta como un material que facilita la construcción del conocimiento por parte del niño.
- Los conocimientos no se transmiten, se descubren .
- Este medio puede ser tan beneficioso que incluso puede favorecer el proceso de desarrollo del sujeto.

Trataremos en este capítulo de analizar si estos planteamientos corresponden a la realidad y hasta que punto se puede beneficiar de ello la institución escolar. Para llevar a cabo esta tarea nos centraremos en el análisis de las cinco tesis mencionadas que se refieren a :

- El concepto de programación.
- El concepto de micromundo como ámbito de exploración.

- Los supuestos de carácter epistemológico basados en una conceptualización del funcionamiento cerebral por analogía del ordenador.

- El modelo de aprendizaje de Piaget fuente de los planteamientos papertianos.

- Los beneficios cognitivos que se pueden generar del uso de esta herramienta.

2.2.4.1.3. El concepto de programación.

Un programa puede caracterizarse como un " *conjunto de instrucciones preparado para dirigir a la computadora y que ésta funcione de manera que produzca el resultado deseado*"². Programar es la acción de construir un programa, es decir, supone el diseño de " *un conjunto de actividades envueltas en el desarrollo de un producto consistente en una serie de instrucciones escritas que permite al ordenador cumplir alguna tarea*"³. Para conseguir efectuar programas precisamos conocer un lenguaje de programación. Este será el medio que permita la comunicación con el ordenador. El lenguaje de programación conferirá una estructura específica al programa. A pesar de la diversidad de lenguajes de programación, los pasos, las acciones precisas para construir un programa no variarían significativamente por el uso de un lenguaje de programación u otro.

La acción de programar un ordenador es una tarea compleja que implica una serie de subtareas cognitivas de importante relieve. En general, podemos afirmar que, en toda tarea de programación es precisa la realización de siete acciones :

1º. Especificar el problema que se desea programar. La programación debe enmarcarse dentro de unos límites que deben ser concretados por la especificación del problema que se desea tratar.

² WAITE, M-PARDEE, M: *Los microcomputadores*, Urmo, Bilbao, 1980, p.264.

³ *Ibidem*, p. 265

2º. Analizar el problema elegido. Para poder realizar esta acción es preciso conocer a fondo el problema para determinar todas sus variables de funcionamiento, descomponerlo en subproblemas, definir las relaciones entre sus partes y establecer los posibles modos de funcionamiento.

3º. Planificar una solución. Es preciso reconstruir las diferentes partes del problema para poder analizar las soluciones globales. Para ello, debe establecerse el algoritmo básico de funcionamiento.

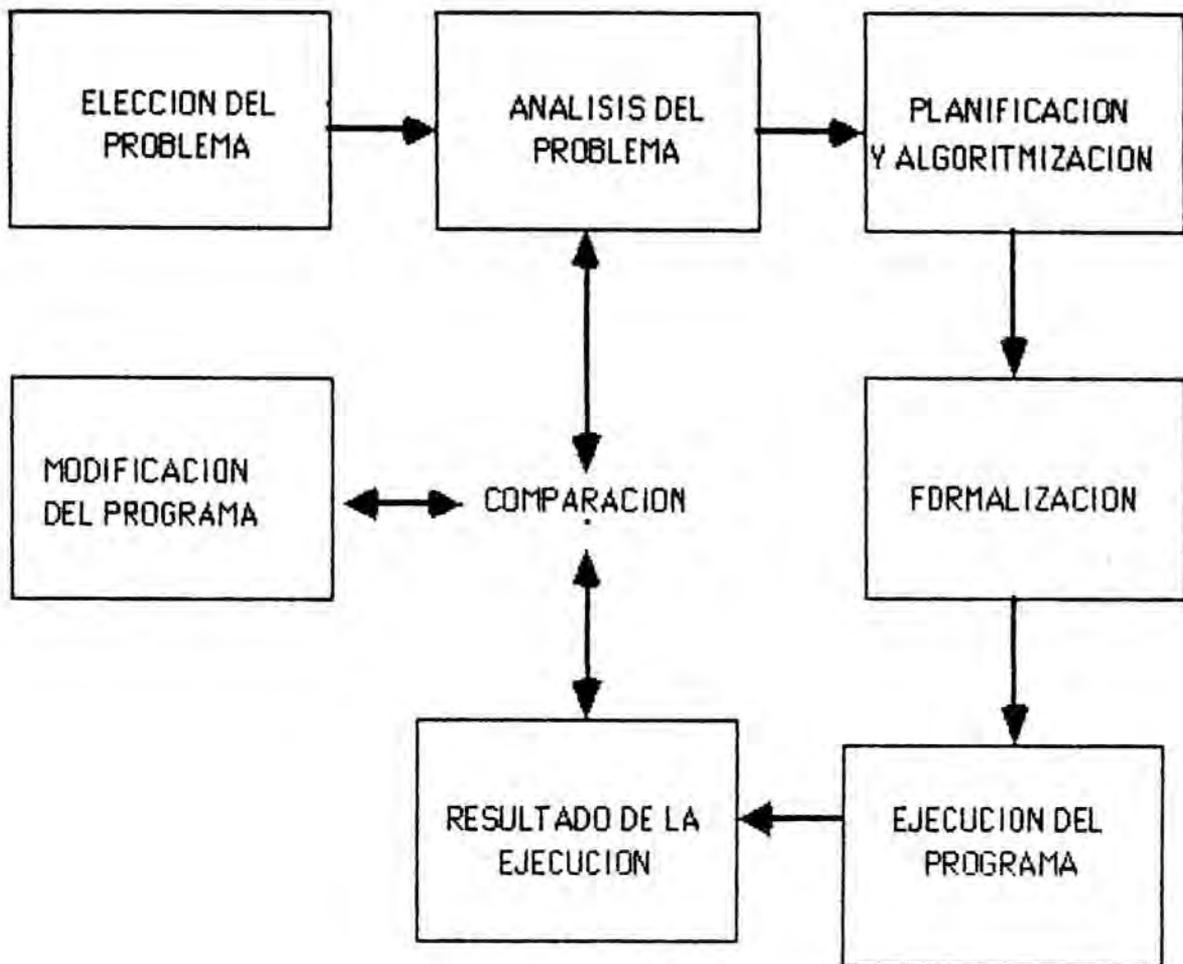
4º. Formalizar la solución. Deben traducirse al lenguaje de programación escogido cada una de las acciones que debe realizar el programa.

5º Ejecución del programa. El programa debe ser introducido en el ordenador y debe ser ejecutado para comprobar su funcionamiento.

6º Análisis de los resultados. Se ha de establecer un estudio comparativo entre los resultados esperados y los verdaderamente obtenidos.

7º Modificar el programa. En función del análisis de los resultados obtenidos será preciso modificar o depurar el programa realizado.

En definitiva, el proceso de programación sigue la siguiente estructura :



En general, cuando una persona programa experimenta una sorprendente discordancia entre la simplicidad del programa local y la complejidad global. Localmente, cada instrucción es comprendida inmediatamente, pero la estructura global del programa es bastante más compleja (por ello, a menudo, resulta difícil comprender el funcionamiento de los programas realizados por otras personas). En cualquier caso, para poder efectuar un programa, es preciso tener una

idea clara de cómo será la estructura del programa global del procedimiento.

En términos generales, podemos considerar la programación como una actividad compleja y que requiere un alto nivel de formalización. Sin embargo, si nos centramos en el uso del lenguaje Logo, hemos de efectuar algunas observaciones.

El lenguaje Logo, como hemos señalado, se diferencia del resto de lenguajes de programación por la posibilidad que ofrece de visualizar los resultados de cada instrucción sin necesidad de ejecutar todo el programa. La retroalimentación establecida es inmediata en la programación en modo directo. Este hecho implica que delante del ordenador, conociendo muy pocas primitivas, pueden realizarse diversas acciones. Ahora bien, ¿podemos denominar a esta forma de trabajo *programación*? ¿es posible afirmar que un niño de corta edad está realizando una tarea de programación?

Si tenemos presente los pasos señalados anteriormente podemos observar la existencia de un aspecto constante y fundamental en toda programación: **la planificación**.

La planificación es una tarea cognitiva compleja que supone un nivel importante de abstracción. Ser capaz de prever las posibles variables que afectan a una situación es la acción más corriente y más difícil de realizar a la hora de llevar a cabo la construcción de un programa. Por ejemplo, en Logo, si deseamos combinar varios procedimientos hemos de tener siempre presente, si utilizamos la geometría de la tortuga, en que posición queda la

tortuga al finalizar cada uno de los programas para que la combinación no resulte errónea. Lo mismo sucedería con la utilización del resto de ámbitos de programación. Es decir, la construcción de procedimientos modulares supone, para el sujeto, la coordinación exacta de las acciones a realizar prevegiendo la situación creada por cada uno de los procedimientos que se utilizan.

Al comenzar un determinado procedimiento es necesario realizar una cierta planificación. Ello no implica que la persona deba adoptar un estilo de programación procedural sino que éste puede perfectamente combinarse con un estilo de pilotaje. En este caso, el trabajo en modo directo puede ayudar a orientar a la persona sobre las acciones que está efectuando.

Partiendo, por tanto, de la consideración de que toda tarea de programación implica un proceso de planificación, nos cuestionamos sobre la posibilidad de afirmar que niños de cortas edades puedan programar.

En el informe Brookline encontramos ejemplificaciones constantes de programas elaborados por los niños como muestra de la forma en que un niño puede programar con Logo. Sin embargo, pensamos que lo que se está describiendo es más una tarea exploratoria que una acción planificada.

Programar, como hemos afirmado anteriormente, supone plantearse un problema y a partir de la elección de éste, planificar su resolución. Observando la actuación de los niños entre

aproximadamente 5 y 9 años⁴, es frecuente ver como éstos no son capaces de realizar una tarea tan estricta. Es muy habitual, sobre todo entre los más pequeños, explicar lo que se ha hecho después de elaborado. Es decir, el niño utilizando las primitivas básicas de la geometría de la tortuga, mueve a ésta por la pantalla y en función de los resultados aparecidos intenta dar una explicación de lo que ha hecho. En otras ocasiones, cambia de opinión según el resultado obtenido. Por ejemplo, se propone realizar un rombo combinando dos triángulos y al fallar los giros que debe efectuar decide que en realidad lo que deseaba hacer era el dibujo de una mariposa.

Tales ejemplos son muy abundantes y este tipo de actuaciones es especialmente frecuente si se deja al sujeto actuar libremente. En estos casos, los abandonos o cambios de proyectos según los resultados "erroneos" obtenidos son más frecuentes ya que no existe la obligación de acabar o reforzar el procedimiento.

Así pues, parece lícito afirmar que los niños más pequeños (preescolar, ciclo inicial e incluso primeros cursos del ciclo medio) no están preparados para realizar tareas que supongan este tipo de planificación. El esfuerzo para realizar la tarea es elevado y,

⁴ Las observaciones sobre esta temática han sido efectuadas durante el curso 84/85 y 85/86 en talleres realizados en horario extraescolar sobre lenguaje Logo en Ciclo Inicial y Preescolar respectivamente. En estos, se tomó un tipo de actuación semi-dirigida en la que se sugerían tareas a realizar sin forzar en ningún momento a la realización de las mismas. Las observaciones se centraron en los tipos de tareas realizadas y las explicaciones dadas por los niños al intentar describir dichas tareas. Ver, FIGINI, M-GROS, B: "Diseño de un currículum de actividades Logo para preescolar y ciclo inicial", comunicación presentada en // *Jornadas Internacionales de Psicología y Educación. Cultura, Educación, y Desarrollo Humano*. Madrid, 1986.

en cualquier caso, creemos que es preciso el apoyo del docente para llevarlo a cabo.

En definitiva, pensamos que no es correcto afirmar que el niño que opera con Logo está programando desde el primer instante en que es capaz de ponerse a trabajar con la máquina y realizar algún dibujo en la pantalla. Por el contrario, puesto que la programación es una actividad sumamente compleja, creemos que la estructura del lenguaje Logo facilita su aprendizaje, pero no hasta el extremo de que sea posible afirmar que ésta puede ser realizada por los alumnos más pequeños.

2.2.5.1.3. La creación de micromundos como ámbitos de exploración.

Si bien no podemos afirmar que el niño realiza tareas de programación, utilizando este concepto en la forma mencionada, si es posible afirmar que el lenguaje Logo puede ser usado como una herramienta exploratoria.

El niño cuando se encuentra frente al ordenador puede utilizar las instrucciones básicas del lenguaje y sin necesidad de efectuar una planificación específica de lo que se desea hacer, el sujeto podrá realizar actividades que le permitirá explorar aspectos parciales de la realidad, conceptos espaciales, lingüísticos, físicos, etc. La geometría de la tortuga es el entorno de programación más apropiado para la tarea exploratoria. El niño interacciona con la máquina de forma **libre** obteniendo de ello beneficios educativos.

El proceso de exploración puede llevarse a cabo también de forma **directiva** mediante la creación de **micromundos**. En términos generales, un micromundo " *Es un subconjunto de la realidad, o de la realidad construida, cuya estructura es acorde con un mecanismo cognitivo determinado y puede suministrar un entorno donde éste último pueda operar de forma efectiva*"⁵.

El concepto de micromundo posee en Logo dos tipos de acepciones. De la obra de Papert , se desprende, que es un ámbito de programación que permite la exploración de muy diversos aspectos. Por ejemplo, la geometría de la tortuga es un ejemplo de micromundo que puede servir para explorar aspectos matemáticos, geométricos, físicos.

Mientras que Papert otorga a la idea de micromundo un concepto muy amplio. D.Watt y R.Lawler⁶ lo especifican mucho más y consideran a un micromundo como un procedimiento o conjunto de procedimientos contruidos, generalmente por el profesor, alrededor de alguna idea valiosa para desarrollar en el alumno el aprendizaje de un conocimiento o estrategia específica.

La construcción de un micromundo es compleja ya que es difícil establecer el entorno adecuado para que el alumno se beneficie del mismo. Por ello, Lawler considera que una vez elaborado, *" será el alumno el que determine el valor del micromundo incorporando la idea en su mente o rehusándola"*⁷

Un micromundo tiene que poseer cuatro características fundamentales. Debe ser : a) **Simple**. La preocupación del constructor de los procedimientos no debe estar centrada en la consecución de un programa muy elaborado sino que ,por el contrario, han de ser procedimientos simples pero que sean tan abiertos que den cabida a su exploración. b) **General**. El procedimiento debe ser tan amplio que

⁶ LAWLER,R : "Designing Computer-Based Microworlds", YAZDANI, M : *New Horizons in Educational Computing*, Op.Cit., pp 40-54

⁷ *Ibídem*, p. 46

pueda servir para explorar distintos aspectos. Un procedimiento ha de tener más de un campo posible de exploración. c) **Util** desde el punto de vista del aprendizaje. Es decir, debe proporcionar al usuario la adquisición de experiencias, conocimientos concretos, etc. Es decir, no se trata de realizar programas con finalidades recreativas sino formativas. d) **Sintónico**. El sujeto debe de poder adoptar siempre la posición de los objetos que surgen por pantalla. Esta última característica no será fácil de llevar a cabo en el procesamiento de listas y palabras.

En definitiva, un micromundo puede ser algo muy simple como un procedimiento para construir espirales⁸, o algo mucho más complejo como el diseño de un programa con el que el sujeto pueda

⁸ Los procedimientos conocidos con el nombre de "POLI" y "POLIESPI" son de gran potencia a la hora de poder establecer un concimiento sobre las relaciones entre las longitudes, giros e incrementos sucesivos de los mismos. Así, en el primer caso, se puede definir el procedimiento siguiente :

```
PARA POLI : LADO : ANGULO
AVANZA : LADO
GIRADERECHA : ANGULO
POLI : LADO : ANGULO
FIN
```

La variación de las cantidades para cada una de las variables permitirá reflexionar sobre la formación de poligonos de diferentes lados, la relación entre ellos, la abertura y cierre de figuras, etc.

En el caso del Poliespi, éste puede definirse como:

```
PARA POLIESPI : LADO : ANGULO : INCREMENTO
AVANZA : LADO
GIRADERECHA : ANGULO
POLI : LADO + : INCREMENTO : ANGULO
FIN
```

En este caso, se podran estudiar las relaciones existentes entre el ángulo, el lado y el incremento añadido al lado. Ahora bien, el procedimiento puede hacerse más complejo si se incrementa el ángulo, ambas variables, incrementando una de ellas y decrementando la otra, decrementando ambas, puede incrementarse por un valor constante o ser multiplicado por una variable, etc.

realizar acciones para manejar diferentes tortugas provando las relaciones entre velocidad, aceleración, masa, etc⁹.

Así pues, mediante la exploración libre el ordenador es una herramienta con la cual el niño puede experimentar, actuar sobre él, observar las consecuencias de sus acciones, sin que el educador haya establecido unos objetivos determinados a alcanzar. Sin embargo, en el caso de la construcción de micromundos, en su sentido más restrictivo, la exploración realizada por el alumno se encuentra

⁹ Uno de los micromundos desarrollados en lenguaje Logo como entorno de aprendizaje ha sido el creado por A. DiSessa, para el aprendizaje espontáneo de la dinámica de partículas newtonianas. Mediante un método no dirigido, el alumno puede explorar las posibilidades de unos puntos móviles, orientados a lo que se denominan comúnmente "dinatortugas" o "tortugas dinámicas". Estos realizan una representación en el espacio de las velocidades y partículas que verifican las leyes de Newton. Este micromundo realmente cumple las condiciones señaladas con anterioridad ya que es de gran sencillez de programación, presenta un entorno muy amplio de experimentación, es útil para el aprendizaje de conceptos físicos y el sujeto puede con facilidad pilotar a las tortugas que aparecen por pantalla. Prueba de la sencillez de programación, describimos a continuación los procedimientos utilizados:

```

PARA TORTUGADINAMICA
  NUEVETORTUGA
  COMANDO
  TORTUGADINAMICA
FIN

PARA NUEVETORTUGA
  POMPUS FRASE (CORX+ :INC) (CORY + :INY)
FIN

PARA COMANDO
  SI LC (HRZ "ORDEN LC) (HRZ "ORDEN ")
  SI :ORDEN = "a (GO 30)
  SI :ORDEN = "l (GI 30)
  SI :ORDEN = "E (EMPUJE 1)
FIN

PARA EMPUJE :FUERZA
  HRZ "INC :INC+ :FUERZA*SEN POSICION
  HRZ "INY :INY + :FUERZA*COS POSICION
FIN

```

El programa podría ser complementado añadiéndose otras órdenes como subir, bajar, acelerar, frenar, etc.

Los niños pueden familiarizarse con la dinámica newtoniana realizando ejercicios tales como: parar una tortuga, hacerla recorrer un camino determinado, hacerla describir una trayectoria cerrada poligonal, aumentando el número de lados del polígono, etc.

dirigida por el adulto quien construye el procedimiento adaptado a la consecución de unos objetivos específicos.

Al igual que sucede con otros materiales utilizados en la escuela (arena, barro, arcilla, etc.), el ordenador pasa a ser una herramienta exploratoria. En este sentido, se trata de incorporar la tecnología computacional para conseguir objetivos perseguidos desde hace ya tiempo por la pedagogía.

La utilización del lenguaje Logo como herramienta exploratoria y no como medio de programación no desmerece en absoluto el valor o la potencialidad de este medio en el proceso de enseñanza/aprendizaje.

Partiendo de una concepción constructivista del conocimiento, aislando por el momento los aspectos socio-afectivos del proceso de aprendizaje, podemos analizar la interacción entre el ordenador y el sujeto desde la perspectiva exploratoria. Tanto desde el punto de vista libre como dirigido, la persona actúa sobre el ordenador para comprobar las consecuencias de sus acciones, de forma que este medio adopta el papel de mediador para la construcción de esquemas de conocimiento. Cuando el niño explora con el ordenador, éste sirve para configurar un cierto marco de referencia con el cual podrá posteriormente relacionar nuevas informaciones construyendo conocimientos.

En el caso de la utilización de micromundos, la intencionalidad del educador no es la de transmitir unos conocimientos específicos sino que trata de establecer unos entornos

de aprendizaje que posibiliten la estructuración de estos esquemas de conocimiento.

En definitiva, el lenguaje Logo es partícipe de una doble dimensión. Por un lado, provee un entorno de exploración en el que el sujeto interacciona con el ordenador, con objeto de comprobar, experimentar, y en definitiva, explorar aspectos, generalmente, formales de la cultura actual. Ello le permitirá ir construyendo un marco de referencia que facilitará la posterior adquisición de conocimientos. Pero, además, como lenguaje de programación que es, Logo proporciona una actividad de índole más formal, compleja y mucho más cercana al terreno de la construcción de estrategias de resolución de problemas. Aspecto, éste, también importante desde el punto de vista educativo.

Se trata pues, de utilizar el lenguaje Logo ¿para programar al ordenador o como herramienta exploratoria?

La respuesta a esta cuestión es ciertamente relativa. En primer lugar, consideramos que no se puede afirmar que el niño de corta edad pueda programar al ordenador. Por ello, la utilización de este medio en niños de primeros cursos de enseñanza básica ha de pasar por un uso exploratorio de la herramienta.

Esta utilización del lenguaje Logo no ha de ser exclusiva de los alumnos más pequeños ya que pueden ser creados micromundos de altos niveles de complejidad. No obstante, nos parece más novedosa la posible utilización de los micromundos en la educación básica. Pensamos también que no es preciso someter a estos niños a un

aprendizaje del lenguaje Logo como elemento de programación utilizando sus primitivas, estructuras de programación, etc. Es evidente que la tarea de programar influye sobre la estructuración de las estrategias de aprendizaje del sujeto y en estos primeros años todavía la influencia es mayor. Por ello, el uso de un lenguaje de programación debería realizarse a partir de un cierto grado de seguridad para no caer en la ocurrencia de que no sea el lenguaje un medio de expresión del pensamiento del niño sino que, por el contrario, modele el pensamiento de éste de forma excesiva.

2.2.5.1.4. Supuestos de carácter epistemológico: Analogía mente-máquina.

Las dos posibles formas de utilización del lenguaje Logo están basadas en criterios de tipo epistemológico. En el caso de la construcción de micromundos se piensa que el ordenador puede simular una estructura acorde a un mecanismo cognitivo determinado. Con la programación, la situación es similar, sólo que en este caso, es el sujeto quien al programar piensa acerca de la estructura del propio pensamiento. El lenguaje Logo parece ser un medio capaz de proporcionar la explicitación del propio pensamiento.

Lawler¹⁰ propone la construcción y utilización de los micromundos en lenguaje Logo, entre otras razones, porque los procedimientos de este lenguaje pueden ser considerados como elementos del mundo y servir de puente entre unas realidades o sistemas simples y otras más complejas. El alumno puede, de esta forma, llegar a las segundas mediante un proceso de investigación con las primeras.

En definitiva, existe la creencia implícita de que el ordenador puede ser una herramienta para expresar el pensamiento de la persona.

Esta creencia tiene su raíz en el nacimiento de la inteligencia artificial y en la psicología cognitiva.

¹⁰ LAWLER, R: "Designing computer-based microworlds", Op.Cit., p. 43

Paralelamente al auge que, en el terreno educativo, desarrollan los planteamientos de la psicología conductista, en los años cincuenta surgen núcleos de investigadores preocupados por la búsqueda de modelos que contuvieran un mayor grado de explicabilidad de la conducta y el desarrollo humano. De este modo, comenzaron a aparecer una serie de teorías que, apartándose del modelo conductista, han sido desarrolladas, en su mayor parte, dentro de la corriente denominada *psicología cognitiva*.

No existe una perspectiva unitaria de la psicología cognitiva actual, pero sí se han considerado dentro de ésta a todas aquellas teorías que se basan en el procesamiento de la información. Es decir, las teorías que consideran a los seres humanos como capaces de manipular la realidad sin necesidad de que ésta se encuentre presente.

El nacimiento de esta tendencia psicológica va íntimamente unida a una serie de áreas de conocimiento que surgen al final de la década de los cincuenta. De entre éstas podemos destacar : la teoría general de sistemas, la cibernética, la teoría de la comunicación, la psicolingüística , el desarrollo de la ingeniería de telecomunicación y la informática.

Las aportaciones de estos diversos campos de estudio han dado lugar al nacimiento de una analogía entre el lenguaje más propio de la ingeniería y la teoría comunicativa que del de la psicología, adoptando ésta última conceptos tales como almacenamiento, recuperación, ruido, memoria a corto plazo, etc. Pero

además del lenguaje, se han generado una serie de supuestos que parten de la analogía entre el funcionamiento mental del sujeto y el de la máquina.

Esta idea que ya fue formulada en su día por A. Turing ¹¹ ha sido extendida en la actualidad. La máquina de Turing era una abstracción, sin embargo, los ordenadores actuales son más o menos equivalentes a ella. *"Los ordenadores se suelen definir como sistemas de « propósito general », es decir, que se pueden programar para cualquier tipo de cómputo, al igual que la máquina universal de Turing. Por su parte, el sistema nervioso humano tiene una gran versatilidad funcional, de modo que se puede categorizar también como un procesador de propósito general"* ¹².

La analogía entre el ordenador y la mente humana es básicamente funcional y ha sido la fuente fundamental de la psicología cognitiva. Ahora bien, es posible distinguir dos versiones de dicha analogía. En la primera, se considera a la mente como algo más que una herramienta conceptual, mientras que en la segunda, se piensa en unas mismas leyes generales que pueden ser adoptadas tanto por la máquina como por la persona. En el primer caso, se encuentran las principales teorías de la psicología cognitiva, en el segundo, la inteligencia artificial.

¹¹ TURING describió en los años 30, una máquina hipotética demostrando que ésta podría simular cualquier cómputo, incluso los comportamientos inteligentes humanos, hasta el punto de engañar a un observador ingenuo a sus respuestas.

¹² VEGA, M: *Introducción a la psicología cognitiva*, Alianza, Madrid, p. 31.

Las posturas adoptadas por Papert y sus colaboradores se basan en la utilización de ambas concepciones. Por un lado, adoptan una concepción del aprendizaje próxima a los planteamientos cognitivos, pero, al centrarse en el uso del lenguaje Logo, observamos la existencia de una visión más propia de los planteamientos de la inteligencia artificial que de la psicología cognitiva. Así, Papert discrepa de uno de los aspectos más defendidos por Dreyfus¹³. Este autor realizó una fuerte crítica a la utilización del ordenador para la simulación de conductas inteligentes y consideró que no todo conocimiento podría llegar a ser formalizado tal y como la informática parece intentar hacer creer. Sin embargo, Papert parece adoptar esta creencia y ello le permite afirmar que el niño, es capaz de programar al ordenador y éste reflejará el pensamiento del propio sujeto. Será una especie de espejo de sus procesos mentales.

La introducción de la inteligencia artificial en el ámbito educativo puede realizarse en base a dos niveles. Mediante los sistemas I.E.A.O como consecución de un modelo positivo de transmisión de conocimientos. O bien, con el objeto de crear un ambiente de aprendizaje en el que cada alumno pueda ejecutar sus propias estrategias para resolver problemas. Esta última sería la opción más cercana a la utilización del lenguaje Logo en la escuela.

Como paso previo al análisis de la conveniencia de las afirmaciones planteadas, cabría cuestionarse si un lenguaje de programación puede en sí mismo expresar el pensamiento humano.

¹³ DREYFUS, H.L. : *What computers can't do : A critique of Artificial Reason*, Harper & Row, New York, 1972.

Es frecuente la discusión en educación entre los partidarios del uso del BASIC frente a los que preconizan la utilización del Logo. La polémica sobre el uso de ambos estriba en supuestos sobre las implicaciones que éstos pueden tener sobre el desarrollo del pensamiento de los niños.

Los partidarios de la utilización del lenguaje BASIC justifican a éste pues consideran que es un lenguaje mucho más relevante para la consecución de una cultura informática que el lenguaje Logo. No consideran, en cambio, que dicho lenguaje aporte beneficios sobre el desarrollo cognitivo. Por el contrario, los partidarios del uso del lenguaje Logo creen que éste proporciona mayores ventajas desde el punto de vista cognitivo. Algunos autores incluso han llegado a considerar que el lenguaje BASIC¹⁴ es nocivo ya que perturba la estructura mental del sujeto.

Es importante tener presente que BASIC fue uno de los primeros lenguajes de programación implementados en los microordenadores. El objetivo fundamental de su creación fue el de conseguir un lenguaje que permitiera una comunicación con el usuario mucho más sencilla que la programación en lenguaje máquina o ensamblador utilizada en la época. Por consiguiente, no hay ningún tipo de presupuesto psicológico o educacional en la creación de este útil informático. Sin embargo, el hecho de que haya sido integrado en la memoria RAM de la mayor parte de los ordenadores domésticos ha dado la oportunidad a un gran número de usuarios no profesionales a

¹⁴ Ver, DIJKSTRA, E.W: *Selected Writings on Computing: a personal perspective*, Spinger-Verlag, New York, 1980.

iniciarse en el campo informático. Ello no debe presuponer la necesidad de utilizarlo en la escuela.

Otros lenguajes sí han sido diseñados con el objeto de expresar las formas del pensamiento humano. Este es el caso de los lenguajes de inteligencia artificial. De entre estos destaca el lenguaje PROLOG . En la actualidad se está discutiendo su posible utilización educativa. Como hemos mencionado anteriormente , éste puede ser utilizado para la creación de sistemas expertos. Pero algunos autores proponen también su uso como herramienta para aprender estructuras formales. La estructura de PROLOG sigue el planteamiento de la lógica formal y por consiguiente todo el conocimiento que puede ser programado en este lenguaje ha de partir de la declaración de unos hechos o datos generales y las relaciones entre éstos.

Logo es el único lenguaje diseñado *específicamente* para ser utilizado en el ámbito educativo. Por ello, se encuentra en un estado intermedio entre las dos corrientes señaladas anteriormente. Por un lado, permite la comunicación con el ordenador para programar la mayor parte de conocimientos que pueden expresarse en los lenguajes de programación de propósito general, pero además, intenta adoptar una estructura que permita la expresión de las estrategias del pensamiento del sujeto.

El problema fundamental es , en nuestra opinión, conocer si realmente el diseño del lenguaje Logo proporciona una correspondencia con la estructura mental del sujeto. O si , por el

contrario, el aprendizaje de éste influye de alguna forma en la formación mental del sujeto. Para analizar este aspecto nos fijaremos en las principales características del lenguaje y su relación con los procesos mentales. En este sentido, distinguiremos entre los aspectos positivos y los aspectos negativos del mismo.

- Aspectos positivos.

La característica estructural de la no posesión de umbral ni techo es , en nuestra opinión, el aspecto más positivo , desde el punto de vista educativo, del lenguaje Logo.

¿Qué implica afirmar que el lenguaje Logo no tiene umbral ni techo?. Desde el punto de vista del aprendizaje del lenguaje, supone que el sujeto puede comenzar a usarlo sin conocer o manejar estructuras de programación y lo irá complejizando en la medida que sea capaz de integrar estructuras de programación más complejas.

Habitualmente, podemos observar que cuando una persona no utiliza una determinada estructura es por el simple hecho de que no

ha sido capaz de comprender su función y por ello no puede incorporarlas a sus procedimientos.¹⁵

La modularidad y extensibilidad son dos características de importante relieve.

Se encuentra más próximo a la expresión del pensamiento la utilización de un proceso modular de programación que la realización de subrutinas que, en la mayor parte de las ocasiones, no van a poder ser utilizadas en otros procedimientos. Si, por ejemplo, se desea realizar un procedimiento que simule un diccionario, puedo, en primer lugar, plantearme el procedimiento de la siguiente forma:

PARA DICCIONARIO
 INSERTAR
 BUSCAR
 CAMBIAR
 SUSTITUIR
 BORRAR
 FIN

Una vez formulada la estructura global, será preciso recordar si existen procedimientos que ya han sido realizados anteriormente y por tanto pueden ser aprovechados. En caso contrario,

¹⁵ Este aspecto es muy frecuente tanto en los niños como en los adultos. Por ejemplo, es usual que después de estar repitiendo de forma exhaustiva una determinada serie de instrucciones como por ejemplo [SL AU 10 BL AU 10 SL AU 10 BL AU 10 SL AU 10 BL AU 10 SL] se le explique al alumno que existe la posibilidad de utilizar una primitiva denominada REPITE que tiene la siguiente estructura: REPITE nº de veces [acción]. Así, en el caso anterior podríamos abreviar la sentencia utilizada mediante la expresión: REPITE 6 [SL AU 10 BL]. Una vez introducida esta estructura, es frecuente, especialmente entre los niños, ver como siguen escribiendo todas las instrucciones como si no conocieran la posible utilización de la repetición. Este hecho es frecuente en otros muchos casos. En nuestra opinión, es gratificante observar que el sujeto no tiene porque incorporar conocimientos si no está preparado para ello y puede obtener resultados similares a otros compañeros.

se deberá crear cada uno de ellos de forma independiente, teniendo siempre en cuenta que han de ejecutarse conjuntamente y que, por consiguiente, se precisa una coordinación.

- Aspectos negativos.

Podríamos cuestionarnos si muchas de las estructuras que el sujeto ha de manejar para construir sus procedimientos, se caracterizan por constituir la forma más "natural" de expresar el pensamiento del sujeto. De entre todo el conjunto, quizás el más cuestionable sea el concepto de recursión.

La utilización de la recursión es, en muchos casos, compleja, y cabría cuestionarse sobre la adecuación del uso de ésta por parte del sujeto. A menudo se comparan los procedimientos necesarios para hacer un mismo programa en diversos lenguajes. Examinándolos podemos observar la potencia del lenguaje Logo para

expresar con pocas sentencias acciones complejas¹⁶. No obstante, ello puede desencadenar el aprendizaje de una forma de pensar y no tanto la expresión del propio pensamiento.

Al margen de los aspectos generales catalogados como positivos y negativos, hemos de tener presente que el lenguaje Logo está constituido por diferentes ámbitos de programación los cuales tienen una estructuración propia. En este sentido, las opiniones que a continuación desarrollaremos se centran más en estos ámbitos que en la globalidad del lenguaje.

¹⁶ Podemos comparar la realización de un mismo programa en diferentes lenguajes de programación y este hecho ya nos proporciona suficiente información como para considerar la sencillez del lenguaje Logo para expresar acciones complejas. A continuación se incluye un programa clásico en programación: la obtención del factorial de un número, realizado en BASIC, PASCAL y LOGO.

En BASIC el programa presentaría la siguiente forma:

```

10 REM FACTORIAL DE UN NUMERO
20 INPUT "ESCRIBA UN NUMERO";N
30 IF N=0 THEN PRINT "0!=1": STOP
40 LET F=1
50 FOR I=1 TO N
60 LET F=F*I
70 NEXT I
80 PRINT N; "!=";F
END

```

En PASCAL: PROGRAM FACTORIAL (INPUT, OUTPUT)

```

VAR FACTORIAL, N INTEGER;
BEGIN
  READ (N);
  FACTORIAL := 1
  WHILE N>0 DO
    BEGIN
      FACTORIAL:=FACTORIAL*N
      N:=N-1
    END
  WRITE ('N!=',FACTORIAL);
END

```

En LOGO : PARA FACTORIAL :N
 SI :N=0 [DEVUELVE 1]
 DEVUELVE N*FACTORIAL :N-1
 FIN

La expresividad del pensamiento del sujeto, agrupando los aspectos reseñados anteriormente como *positivos*, creemos que se reflejan fundamentalmente en la geometría de la tortuga y en el uso de la animación. Es decir, estos dos ámbitos pueden configurar un elemento positivo en el entorno educativo ya que permiten reflejar el grado de desarrollo formal del pensamiento del sujeto sin necesidad de que éste utilice estrategias ajenas a sus procesos mentales. Por el contrario, las estructuras establecidas en el uso del procesamiento de listas y palabras, así como en la parte aritmética, al utilizarse desde el principio elementos de programación más estructurada, no permiten una expresión tan abierta y agíl como en el primer caso.

Es también importante destacar que mediante el trabajo con Logo es posible observar las diversas conductas y estrategias seguidas por los sujetos al enfrentarse a un problema. Ello permite inferir que dicho lenguaje es un medio que expresa la situación evolutiva en que se encuentra el sujeto. No es difícil observar como los niños más pequeños precisan de una mayor concrección y utilizan mucho más el modo directo. Asimismo, es también posible afirmar que el uso de los diversos estilos de programación no es una variable que dependa única y exclusivamente de la edad sino fundamentalmente del grado de formalización del pensamiento del sujeto así como de sus estilos cognitivos.

Aunque existe poca información acerca de la influencia del uso del Logo en los estilos cognitivos, pensamos que ésta es una temática importante y que sin duda merece ser estudiada.

En definitiva, consideramos que no hay una analogía clara entre el pensamiento y el uso del lenguaje Logo a nivel general. El pensar sobre el pensar es una tarea introspectiva de difícil realización. Sin embargo, pensamos que el micromundo de la geometría de la tortuga es quizá el que mejor permite esta equivalencia. El sujeto, partiendo de un nivel muy sencillo de programación, puede ir complicando su trabajo en función de la formalización de su pensamiento. Ello se manifiesta por la progresión con que va utilizando los diversos conceptos y estructuras del lenguaje, así como por los diversos estilos de programación que va mostrando. A partir de la complejidad del lenguaje en entornos como las listas y palabras, el lenguaje Logo no le sirve tanto para expresar su lenguaje como para aprender unas técnicas (propias de los lenguajes de programación) que le proporcionan la base para aprender estrategias de resolución de problemas. En este último caso el lenguaje **no** expresa el pensamiento del sujeto sino que ayuda a formalizar estrategias de resolución de problemas que no tienen porque manifestarse acordes con la forma natural del pensamiento del sujeto.

2.2.4.1.5. El modelo de aprendizaje de J.Piaget.

2.2.4.1.5.1. Breve descripción de los aspectos más significativos para nuestro estudio de la teoría de J.Piaget.

Papert intenta diseñar una herramienta que permita al sujeto aprender en base al modelo desarrollado por Piaget. Trataremos de analizar la consecución de este objetivo.

El modelo de aprendizaje piagetiano pasa por ser un modelo *constructivo* y es esta la característica más relevante a la hora de extrapolar su teoría a situaciones de enseñanza-aprendizaje escolares.

Para Piaget , la construcción del conocimiento es el resultado de la interacción constante establecida entre el sujeto y su entorno. La persona se ve sometida a la recepción de elevado número de informaciones. Algunas de ellas son relevantes para el nivel de su estructura cognitiva y no constituyen una influencia importante en el nivel de equilibrio alcanzado. No obstante, algunas de estas informaciones producen una ruptura del equilibrio. El sujeto precisa de este juego constante de equilibrios y desequilibrios para ir avanzando hacia niveles de desarrollo más elevados. El proceso de asimilación-acomodación desencadenado por la perturbación facilitará la consecución del equilibrio, siempre y cuando las perturbaciones generadas sean subsanadas a través de acciones

compensadoras y reguladoras que deben ser realizadas por el propio sujeto.

Desde el punto de vista piagetiano, podemos afirmar que el proceso de apropiación del conocimiento que tiene lugar en las situaciones de enseñanza-aprendizaje es un proceso de revisión, coordinación y construcción de *esquemas*.

En cada momento evolutivo, la teoría genética ha tratado de seleccionar para su estudio aquellos esquemas y estructuras básicas del conocimiento más usuales y representativas para todos los sujetos. Aun aceptando que la teoría genética haya conseguido identificar y describir adecuadamente la génesis de los esquemas y de las estructuras fundamentales del pensamiento, es evidente que sería excesivo reducir la totalidad del conocimiento a dichas formas. Así, desde la perspectiva del aprendizaje escolar, consideramos que el problema se centra en el conocimiento de cómo hay que movilizar las formas de pensamiento a disposición del alumno para que éste pueda apropiarse de un marco de conocimiento. Es decir, para que pueda construir un marco asimilador de la parcela de la realidad a la que se refiere el objeto de conocimiento.

El nivel de complejidad y el grado de coherencia y de solidez de estas representaciones depende, sin lugar a dudas, de la competencia intelectual del sujeto que las construye. Pero además, depende también, en gran parte, de aspectos tales como la cantidad de informaciones que integran y de la articulación de las mismas. En definitiva, existen una serie de totalidades organizadas de

conocimientos que las personas utilizamos invariablemente para comprender los objetos, las situaciones, las informaciones que nos transmiten, etc. En este sentido, se puede definir a los **esquemas de conocimiento**¹⁷ como *"la representación que posee una persona en un momento determinado de su historia sobre una parcela de la realidad; un esquema de conocimiento puede ser más o menos rico en informaciones y detalles, poseer un grado de organización y de coherencia interna variables y ser más o menos válida, es decir, más o menos adecuado a la realidad"*¹⁸

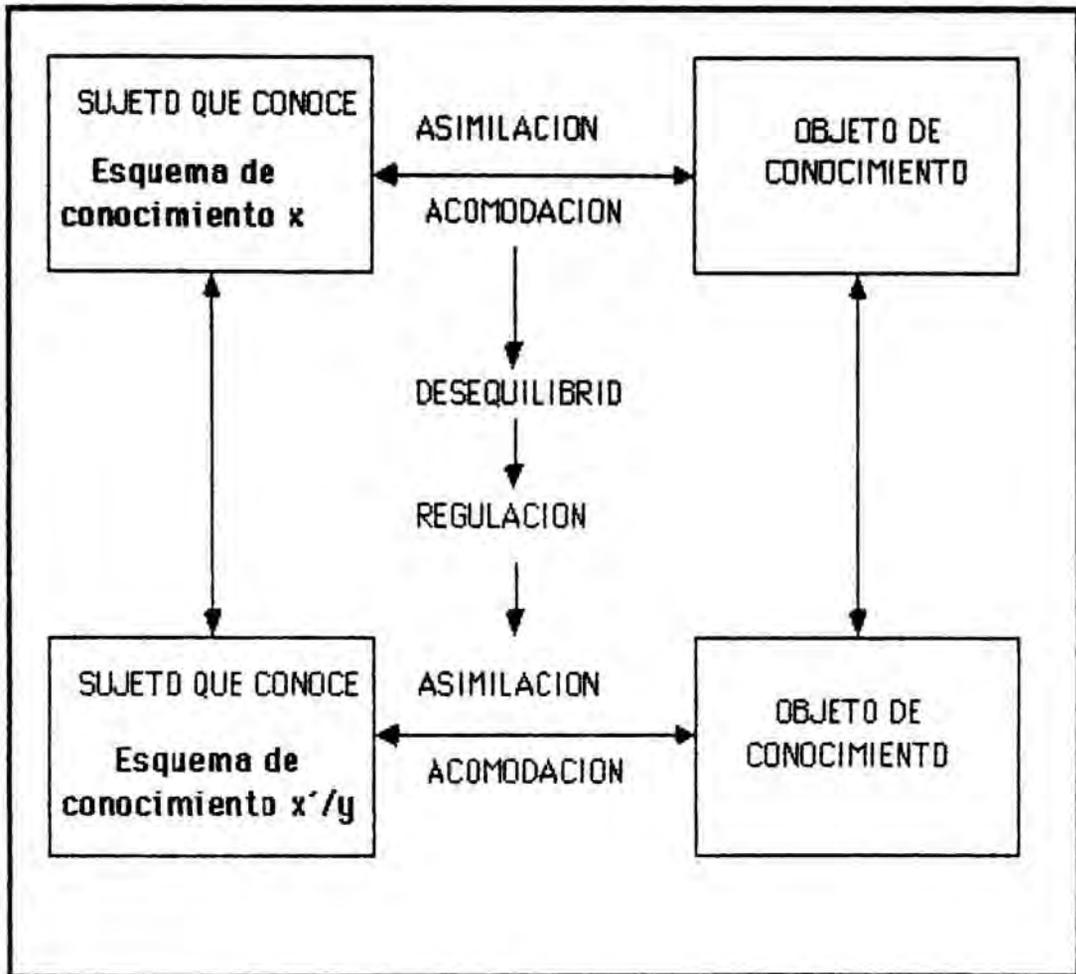
Analizando el proceso de enseñanza-aprendizaje en el marco escolar, hemos de tener presente que generalmente el sujeto no se enfrenta a un objeto de conocimiento de forma ingenua. El alumno posee ya, la mayor parte de las veces, un marco asimilador, un esquema o un conjunto de esquemas de conocimiento susceptibles de serle aplicado. De todas formas, tanto si el sujeto dispone de unos esquemas específicos para asimilar dicho objeto de conocimiento, como si no dispone de ellos, puede afirmarse que posee un cierto equilibrio cognitivo que corre el riesgo de ser perturbado por la nueva situación. Lo más normal es que el objeto oponga resistencias a dejarse asimilar total o parcialmente por los diferentes esquemas.

¹⁷ Son numerosos los autores que postulan la existencia de totalidades organizadas para describir la representación del conocimiento en la memoria y para explicar los aspectos estructurales y procesuales del conocimiento. Estas totalidades reciben diferentes denominaciones: *Schemata* (esquemas), *Frames* (marcos), *Definitions* (definiciones), *Scripts* (guiones), etc.

¹⁸ COLL, C : "La construcción de esquemas de conocimiento en el proceso de enseñanza/aprendizaje", en COLL, C (Comp) : *Psicología genética y aprendizajes escolares*, Siglo XXI, Madrid, 1983, p. 194.

Aparecen, pues, una serie de perturbaciones que generan un desequilibrio cognitivo.

El paso siguiente depende del grado de desequilibrio y de los esquemas del conocimiento del sujeto así como de factores afectivos, motivacionales y sociales relacionados con el objeto de conocimiento. Si la actividad del sujeto se dirige hacia la compensación de las perturbaciones se iniciara el proceso regulador alcanzandose , si las perturbaciones son eliminadas, el equilibrio. Ahora bien, para alcanzar el equilibrio, el sujeto debe realizar una actividad que se expresará de muy variadas formas. Desde la negación de hecho de las perturbaciones atribuyéndoles un carácter accidental o accesorio (compensaciones tipo δ), pasando por la sustitución de los esquemas inicialmente activados por otros igualmente disponibles o por la introducción de pequeñas modificaciones locales, hasta la revisión de los esquemas iniciales ampliándolos, modificándolos o reorganizándolos (compensaciones tipo β). En definitiva, la actividad generada podría reflejarse en el siguiente esquema :



2.2.4.1.5.2. Aplicaciones del modelo piagetiano en la escuela.

En el ámbito escolar, es preciso desarrollar la habilidad suficiente como para crear desequilibrios constantes al sujeto pero sin que éstos sean desproporcionados. Lo importante es que el alumno mediante sus acciones compensatorias sea capaz de revisar sus esquemas de conocimiento adquiriendo equilibrios cada vez más estables. El aprendizaje es, pues, un proceso de construcción fruto de

la interacción constante entre el sujeto que conoce y el objeto de conocimiento.

Papert pretende que el uso del ordenador, en el marco escolar, desarrolle procesos de enseñanza-aprendizaje similares a los planteados por Piaget. En este sentido, la interacción libre del sujeto con el ordenador ha de permitir a aquel establecer acciones que provoquen en él desajustes en el proceso de equilibrio. La comprensión progresiva de las acciones efectuadas animará a la consecución de esquemas de conocimientos cada vez más elaborados. El concepto de *papertiano* "idea poderosa" sigue esta misma vertiente.

La utilización del concepto de micromundo se ajusta también a esta línea de pensamiento. En este caso, se pretende diseñar entornos de aprendizaje capaces de poner en juego la revisión de los esquemas de conocimiento del sujeto permitiéndose así la reorganización y /o modificación de los mismos.

Este juego constante de equilibrios y desequilibrios provoca, en el ámbito del aprendizaje escolar, la creencia de que es la actividad del sujeto la que proporciona el aprendizaje. De ahí se desprende la conocida idea, preconizada también por Papert, del *aprendizaje por descubrimiento*.

"Aprender descubriendo" significa, en el contexto piagetiano, que el sujeto mediante su acción sobre y en el entorno es capaz de ir construyendo esquemas de conocimiento cada vez más elaborados que le permiten en un momento dado descubrir un determinado saber. Con la geometría de la tortuga se pretende crear

un medio para que el niño descubra conocimientos espaciales, geométricos, físicos, matemáticos, etc.

Ahora bien, si bien hay un paralelismo y una coherencia entre el modelo piagetiano y el diseño del Logo, la superación que Papert pretende efectuar de la teoría de Piaget sale, en nuestra opinión, de los propios límites de ésta.

Mediante la interacción constante con el medio, el sujeto, según Piaget, se va desarrollando. Ahora bien, los aprendizajes que va apropiándose están siempre en función del nivel de desarrollo evolutivo que el sujeto ha alcanzado. El desarrollo precede siempre al aprendizaje. Este aspecto, fundamental en la teoría de Piaget, intenta ser superado por Papert y éste es quizás uno de los puntos más débiles de sus planteamientos. No tanto porque no sea lícito el pensamiento teórico al respecto ¹⁹sino por la eficacia de la herramienta utilizada.

Toda esta problemática se encuentra muy próxima a la forma de utilización del Logo en la escuela. Ahora bien, en todo momento nos mantenemos en la línea preconizada por Papert. Desde este punto de vista, Logo no sólo contribuirá a la consecución de conocimientos específicos sino que pueden alcanzarse otros de

¹⁹ Existen diferentes posturas en torno a la relación aprendizaje-desarrollo. A grandes rasgos podríamos considerar cuatro categorías fundamentales: a) Los que parten del supuesto de la independencia del proceso de desarrollo y del proceso de aprendizaje. b) La postura mantenida por Piaget según la cual el aprendizaje es un proceso que sigue siempre al desarrollo. c) La visión según la cual aprendizaje y desarrollo pueden ser considerados como sinónimos y d) existe una cuarta posición que, al igual que la posición piagetiana, considera que el aprendizaje y el desarrollo son dos procesos relacionados entre sí, pero contrariamente al planteamiento mencionado es el aprendizaje quien dirige al proceso de desarrollo.

características mucho más formales y que el niño no podría conseguir aprender mediante la utilización de otros medios convencionales usados en la escuela.

Este es el aspecto , en nuestra opinión, más cuestionable especialmente si se utiliza un entorno de aprendizaje no-directivo. Hasta el momento, ninguna de las investigaciones a las que hemos tenido acceso, han sido capaz de mostrar la aceleración del proceso de desarrollo como resultado de la utilización del lenguaje Logo . También cabe cuestionarse si no es demasiado inocente pensar que un simple lenguaje de programación puede acelerar el desarrollo de la persona.

2.2.4.1.6. Beneficios cognitivos.

Existe una creencia común en el terreno educativo y es que el pensamiento riguroso de determinadas disciplinas (lógica, geometría, latín, etc) se puede transferir o generalizar. Si bien no hay estudios lo suficientemente relevantes, es un supuesto admitido por la mayoría de los profesionales de la educación. La admisión de éste, que nosotros también compartimos, ha tenido una importante incidencia a la hora de establecer criterios de valor sobre los currícula escolares. Por ello, las materias "más duras", que requieren un mayor nivel de formalización han sido consideradas como fundamentales y el fracaso de un escolar resulta ser mayor si no consigue superar las pruebas de matemáticas que las de literatura o ciencias sociales.

Este criterio adoptado hasta el momento en disciplinas clásicas como el latín o las matemáticas se ha transferido a la informática y, en concreto, a la tarea de la programar. Así, las razones más frecuentemente admitidas por la mayor parte de las escuelas en el momento de introducir los ordenadores se refieren al impacto de las estrategias de aprendizaje desarrollados en las actividades de programación.

Los efectos del aprendizaje de lenguajes de programación como el Logo se ven ejemplificados por autores como Godlstein, Papert, Weir, Disessa y Watt. Dos aspectos reseñados anteriormente parecen contribuir a esta creencia; el primero proviene de la I.A. que

intenta construir programas para simular complejidades de la conducta humana. Por ello, al enseñar a hacer algo al ordenador se considera que se puede aprender más acerca del propio pensamiento. El segundo, surge de la asimilación de las teorías constructivistas sobre el aprendizaje.

Los efectos que produce el aprendizaje del lenguaje Logo sobre el desarrollo cognitivo es quizás uno de los puntos de mayor polémica. Así, los estudios sobre la temática, ya citados anteriormente, no hacen más que abundar sobre aspectos que surgen como contradictorios.

Ross y Howe²⁰ describen cuatro beneficios cognitivos del aprendizaje de la programación. La mayoría de ellos hacen referencia al desarrollo del pensamiento matemático. Así consideran que programar:

1. Produce una justificación y una ilustración del rigor del pensamiento matemático formal.
2. Motiva a los niños a estudiar matemáticas a través de actividades exploratorias.
3. Proporciona las claves para la comprensión de conceptos matemáticos.

²⁰ HOWE, J-ROSS, R: "Developmental stages in learning to program", Op.Cit. pp 253-263.

4. Provee un contexto para resolver problemas y un lenguaje con el cual el alumno puede describir sus propias estrategias de resolución de problemas.

Papert considera que el aprendizaje del lenguaje Logo alcanza los objetivos 2 y 4 propuestos por estos autores. De este modo, piensa que este lenguaje es un elemento de ayuda a la comprensión de aspectos matemáticos y señala anécdotas de niños que "descubren espontáneamente" fenómenos como los efectos que produce la utilización de diversas cantidades de entrada para procedimientos generales tipo "ESPI". En definitiva, piensa que la programación ayuda a disciplinar el pensamiento mediante el aprendizaje de técnicas de resolución de problemas las cuales podrán ser transferidas a otras áreas de conocimiento.

Frente a los argumentos utilizados por Papert aparecen estudios cuyas conclusiones parecen apuntar hacia el sentido contrario. De entre ellas, destacan los trabajos realizados por R. Pea y M. Kurland. Ambos autores han desarrollado diversos estudios sobre la existencia de diferencias importantes a la hora de realizar la planificación de un problema entre los alumnos que habían trabajado con Logo y los que, por el contrario, no habían tenido ningún tipo de preparación en el campo informático.

Los principales trabajos de estos autores son dos estudios realizados entre 1983 y 1984²¹ cuyo objetivo fundamental

²¹ PEA, R-KURLAND, M: *Logo Programming and the Development of Planning Skills*, Bank Street College, New York, 1984. Technical Report, Nº 16.

era averiguar si las estrategias de aprendizaje de un lenguaje de programación pueden transferirse a tareas de planificación a la hora de enfrentarse a un determinado problema.

Para estos autores la planificación consta de cuatro componentes fundamentales : La representación de ésta a partir de la situación problemática, el proceso de construcción de un plan para alcanzar una meta, la ejecución del plan y el recuerdo del proceso de planificación seguido.

Los estudios fueron realizados con alumnos norteamericanos de educación básica, cuyas edades estaban comprendidas entre los 8 y los 12 años. Se dividieron los niños en dos grupos ; uno que trabajó con Logo durante todo el curso y otro grupo que no tuvo ningún tipo de formación computacional. Al finalizar el curso se sometió a los niños a una serie de ejercicios en donde debían resolver situaciones problemáticas. De los resultados obtenidos estos autores concluyen " *no aparecen incrementos en las estrategias de planificación entre aquellas que programan en Logo*"²²

Dos aspectos parecen constituir las causas de este hecho: en primer lugar, hay problemas en el entorno de programación Logo como vehículo para aprender a generalizar tareas cognitivas. Además, la cualidad de aprender y desarrollar tales tareas de planificación con la pedagogía del aprendizaje por descubrimiento resulta insuficiente para la consecución de este aprendizaje. En definitiva, para Pea y

22 *Ibidem*, p. 43

Kurland la utilización del lenguaje Logo no aporta por sí misma beneficios cognitivos.

Los trabajos de estos autores han dado lugar a una fuerte polémica entre el grupo del M.I.T., quienes defiende, sin lugar a dudas el uso del lenguaje Logo por proporcionar un entorno rico y productivo para la adquisición de tareas de planificación. Y el grupo formado por "The Bank Street College of Education" de Nueva York quienes mantienen en sus estudios una línea de trabajo mucho más conservadora e intentan evaluar con métodos experimentales las aportaciones de esta herramienta no estableciendo conclusiones satisfactorias.

Si bien no consideramos que de la utilización del lenguaje Logo en el ámbito educativo pueda concluirse la consecución de efectos positivos sobre el desarrollo de la persona si pensamos que el uso de este lenguaje, a pesar de las conclusiones obtenidas en los estudios mencionados, puede ayudar al aprendizaje de tareas de resolución de problemas.

Analizaremos este hecho partiendo de la propia definición de problema. Consideraremos a éste como una situación en la que se intenta alcanzar un objetivo y se hace necesario encontrar un medio para conseguirlo. En todo problema se da la existencia de unos aspectos comunes : todos tienen un *estado inicial* y un *objetivo a* alcanzar. Para resolver un problema es necesario realizar algunas *operaciones* sobre el estado inicial para poder lograr dicho objetivo.

El proceso de encontrar la solución de un problema puede visualizarse como una búsqueda entre los caminos del espacio del problema hasta hallar uno que conduzca al objetivo. Existen toda una variedad de estrategias para desarrollar la búsqueda. Sin embargo la búsqueda al azar y en profundidad son las más frecuentemente utilizadas y las que además se encuentran presentes en los problemas de programación.

La resolución de un determinado problema se ve facilitada por la estructuración de las informaciones relevantes acerca del mismo. Así, con más estructurado sea el conocimiento que poseemos más fácil resultará llegar al objetivo deseado. En definitiva, lo más importante es explorar cómo se pueden organizar y representar cuerpos de conocimiento de forma que se puedan acceder fácilmente a ellos para poder resolver problemas correctamente.

Los procedimientos correctos de resolución de problemas, si se conocen, tienen que ser recuperados de la memoria y aplicados. Lo que guía la recuperación de los procedimientos de solución apropiados es la representación del problema que realiza la persona que tiene que resolverlo. Para ello, debemos tener en cuenta la existencia de esquemas²³ de conocimiento. Estos contendrán la información prototipo sobre las situaciones experimentadas frecuentemente, y se utilizarán para interpretar las nuevas situaciones.

²³ La teoría de los esquemas supone que existen estructuras mnémicas en la memoria para las situaciones repetidas que se experimentan, y que una función importante de los esquemas es la de construir interpretaciones de nuevas situaciones.

Una vez que se ha producido el esquema, el sujeto puede decidir la solución si el esquema contiene la información necesaria. Si se trata de un esquema específico y apropiado, contendrá precisamente los procedimientos correctos, permitiendo al sujeto proceder rápida y fácilmente. Si se trata de un esquema general, solamente contendrá una descripción general. La solución será, por tanto, mucho más difícil de alcanzar. Si se producen esquemas inapropiados, el sujeto no realizará ningún progreso.

Al parecer, *"la que permite que se encuentren en la memoria los conocimientos relevantes es la organización y la estructura proporcionadas por los esquemas"*²⁴. Por ello, la razón de fracasar en la resolución de un problema puede venir motivada por la falta de conocimientos o por la falta de acceso a los conocimientos, debido a estructuras inadecuadas.

Para analizar hasta qué punto el aprendizaje de un lenguaje de programación como Logo puede facilitar esta tarea es necesario reflexionar sobre el tipo de conocimiento que puede ser manejado.

En general, distinguiremos dos clases de conocimientos : algorítmicos y heurísticos.

Los conocimientos algorítmicos se caracterizan por poseer una única solución posible que debe ser alcanzada mediante un mismo tipo de estrategia de resolución. Por el contrario, la resolución

²⁴ CHI, M-GLASER, R : "Capacidad de resolución de problemas", en STERNBERG, R : *Las capacidades humanas. Un enfoque desde el procesamiento de la información*, Labor, Barcelona, 1985, p. 314.

de problemas heurísticos supone la realización de un plan que puede adoptar vías diversas pudiéndose alcanzar o no la solución.

Los problemas algorítmicos son fácilmente representados a través de los lenguajes de programación. Logo no es una excepción. Sin embargo, a un nivel de programación superior es posible también crear procedimientos de tipo heurístico. Un ejemplo de ello es el procedimiento de las torres de Hanoi utilizado frecuentemente en los estudios de la psicología cognitiva como ejemplo de conocimiento heurístico y que en Logo puede ser fácilmente resuelto.

Si bien parece ser posible el manejo de procedimientos algorítmicos y heurísticos ello no supone que necesariamente el manejo de éstos sea transferido a otros contextos. Para que esto realmente se consiga, no es suficiente la utilización del lenguaje Logo, sino que el resto de actividades desarrolladas en la escuela deben proporcionar una misma línea de actuación.

En definitiva, mediante la utilización del lenguaje Logo pueden inferirse la existencia de una serie de cambios en el proceso de aprendizaje del sujeto, la consecución de los cuales, dependerá fundamentalmente del tipo de enseñanza generado. Estos son :

1. Rigurosidad del pensamiento que viene determinada por el reconocimiento de la necesidad de especificar los algoritmos que deben ser escritos para realizar la programación y la necesidad de utilizar expresiones precisas que forman parte del propio lenguaje.

2. Comprensión de conceptos generales tales como procedimiento, variables, función y transformación, implícitos en otros ámbitos de conocimiento científico.

3. Mayor facilidad en el uso del pensamiento heurístico, explícito en la resolución de problemas en cualquier dominio de conocimiento.

4. El concepto de "depuración" de errores es una actividad de planificación y construcción de actividades aplicable a cualquier proceso de resolución de problemas.

5. La idea general de que se pueden inventar pequeños procedimientos y construir bloques para la gradual construcción de problemas extensos y complejos.

6. Puede aparecer un mayor conocimiento acerca del propio proceso de resolución de problemas al tener que desglosar habitualmente las acciones que se desea que haga el ordenador, en pequeños pasos.

7. Incremento de la reconocimiento para tareas en que no existe una única solución y es preciso escoger entre la que se considera más conveniente según las circunstancias.

2.1.4.2. LA ADECUACION DE LA TEORIA DE VYGOTSKI AL MODELO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL LENGUAJE LOGO.

2.1.4.2.1. Planteamiento del problema.

La teoría de Piaget ha sido frecuentemente criticada por realizar un análisis intelectualista de la evolución del sujeto dejando al margen los aspectos afectivos y sociales. Pensamos que el planteamiento ofrecido por Papert podría ser participe de esta misma crítica.

La preocupación fundamental de este autor es que el lenguaje Logo contribuya al desarrollo cognitivo de la persona. Para conseguirlo prevé un uso básicamente individualizado de la herramienta. Es decir, es la persona la que interaccionando con el ordenador irá construyendo sus conocimientos.

Otros partidarios del lenguaje Logo mantienen, en nuestra opinión, una posición más amplia. Este es el caso de Horacio Reggini quien otorga una mayor importancia a los aspectos afectivos y sociales. Para este autor lo importante es que el niño se sienta cómodo con el ordenador, pueda construir programas junto con sus compañeros, y se consiga una relación más estrecha entre el profesor y el alumno.

A pesar de estas diferencias ninguno de los dos autores es capaz de determinar con claridad el valor afectivo y/o social de dicha herramienta. Sin embargo, tal y como se ha mencionado en el

capítulo anterior, existen importantes estudios que afirman la existencia de una influencia positiva sobre los procesos de tipo afectivo y social. Creemos que es este un aspecto de gran interés a la hora de plantearnos las posibilidades que el uso de Logo puede ofrecer en la escuela. Por ello, a partir del modelo de enseñanza-aprendizaje del lenguaje Logo estableceremos los aspectos que pueden, en nuestra opinión, facilitar el proceso de aprendizaje desde una perspectiva más amplia en la que se contemple también el trabajo a través del grupo.

2.2.4.2.2. LA ORGANIZACION DE LAS ACTIVIDADES EN EL AULA.

Hemos mencionado, en ocasiones anteriores, la existencia de diversas formas de organización de las actividades en el aula utilizando el lenguaje Logo . Esta diversidad de formas se debe fundamentalmente al amplio espectro de objetivos que podemos proponernos: la enseñanza del lenguaje Logo en sí mismo , el uso de éste para el aprendizaje de contenidos escolares, el aprendizaje de estrategias de resolución de problemas, etc.

El método de enseñanza del lenguaje tiene que estar además íntimamente relacionado con el modelo de aprendizaje planteado. En este sentido, la teoría de Papert parece, en nuestra opinión, gozar de ciertos problemas. El lenguaje Logo debe ser una herramienta para aprender y no un fin en sí mismo. Por ello, la mejor manera de que el alumno pueda utilizarlo adecuadamente es que éste construya los procedimientos en base a su propia iniciativa. No obstante, observamos que el propio Papert también otorga un gran valor a la creación de micromundos y a la explotación de ideas poderosas. Para que los procedimientos que el niño realiza puedan ser explorados al máximo se ha preciso un cierto dirigismo en el proceso de enseñanza.

Aunque el análisis de los modelos de enseñanza que deben adoptarse no es el objeto principal de nuestro trabajo si pensamos que tienen un interés relevante en la medida en que éstos se relacionan con los modelos de aprendizaje utilizados.

Ni Papert ni otros autores se han planteado la especificación de un modelo de enseñanza. De este modo, las formas de utilización resultan muy variadas. Entre éstas, tan sólo podemos distinguir un rasgo común a ellas : el papel conferido al profesor.

Cualquiera que sea el tipo de utilización que se pretenda dar al lenguaje, todos los autores coinciden en otorgar al profesor tareas tales como la de dirigir el proceso de aprendizaje, sugerir el uso de nuevas primitivas, orientar en la búsqueda y superación de errores, etc. En definitiva, utilizando el término señalado por G.Bossuet²⁵, el profesor ha de convertirse en un *facilitador* del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Al margen de este rasgo común, las diversas metodologías hallan su mayor divergencia en función de los objetivos a conseguir en las actividades de aprendizaje. En este sentido, proponemos la existencia de tres formas de trabajo : **no-directivo**, **directivo** y **semi-directivo**.

Estas modalidades condicionan el modo de interacción en el aula estableciéndose formas de organización y comunicación de muy diversa índole.

Para realizar una diferenciación clara entre las formas de trabajo mencionadas estableceremos una equivalencia entre éstas y los modelos de organización social de las actividades de aprendizaje establecidos por la teoría del campo de Kurt Lewin.

²⁵ BOSSUET, G: *L'ordinateur a l'école.*, P.U.F, Paris, 1982.

En este sentido, podemos considerar que el trabajo **no-directivo** enfatiza el proceso de aprendizaje individual. Se permite al sujeto que actúe realizando aquellas actividades por las cual manifieste interés . De este modo, se presupone que se le ofrece a éste un medio lo suficientemente potente que puede facilitarle la consecución del aprendizaje.

Este tipo de metodología coincide con una situación *individualista* en la que no existe relación alguna entre los objetivos que se proponen alcanzar los diversos educandos. De este modo, el que un participante alcance o no el objetivo fijado no influye sobre el hecho de que los participantes alcancen o no los suyos. Se persiguen resultados que sean beneficiosos desde el punto de vista individual y por tanto , no influye en la actuación del sujeto los resultados obtenidos por otros miembros del grupo.

El trabajo libre puede utilizarse a través de la interacción directa con el ordenador mediante actividades de programación , exploratorias o a través del uso de micromundos específicos.

El modelo **directivo** es utilizado con una mayor frecuencia cuando se pretende que el alumno aprenda Logo como herramienta de programación y no como medio de construcción de conocimientos. En este caso, lo que más importa al docente es que el alumno acabe comprendiendo la gramática del lenguaje y sea capaz de realizar programas .

El modelo dirigido está más próximo de una situación *competitiva* en la cual los objetivos de los participantes se encuentran relacionados de forma excluyente. Un alumno puede alcanzar la meta que se ha propuesto sí y sólo si los otros no consiguen alcanzar los suyos; cada miembro del grupo persigue, pues, resultados que son personalmente beneficiosos pero que le suponen una conflictividad con el resto del grupo. Un ejemplo lo constituiría la búsqueda de la construcción de un determinado procedimiento en Logo para resolver el problema planteado por el docente.

Finalmente, la metodología **semi-directiva** puede adoptar dos formas : a través del uso de **micromundos** o mediante la utilización del trabajo en **proyectos**.

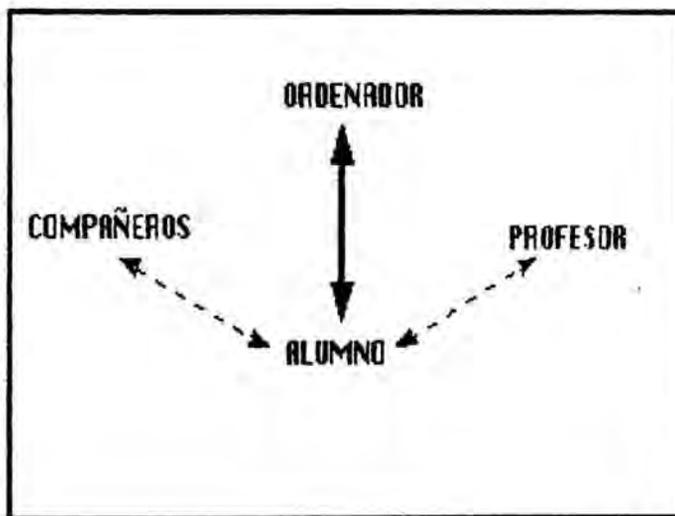
No volveremos a tratar aquí el uso de los micromundos por haberlo realizado en ocasiones anteriores . Por el contrario, trataremos de definir el trabajo en proyectos.

Esta metodología se centra en la sugerencia , por parte del docente o de los propios alumnos, de la realización de un determinado programa. Este debe ser lo suficientemente interesante como para ser capaz de motivar a todo el grupo y que este participe en la confección del mismo. Habitualmente , se precisará encontrar un proyecto lo suficientemente amplio para que se necesiten diferentes procedimientos de niveles de complejidad variados y permitir así que todos los alumnos puedan trabajar en la medida de sus conocimientos y posibilidades. En definitiva, se trata de construir un programa mediante la participación de todo el grupo.

Este tipo de método de trabajo responde a una situación *cooperativa* en la cual , los objetivos de los participantes se encuentran estrechamente relacionados, de tal manera que cada uno de ellos puede alcanzar sus objetivos si y sólo si los otros logran los suyos. Los resultados que cada miembro del grupo alcanza son también beneficiosos para el resto de los miembros.

Las diversas formas de organización suponen modelos comunicativos variados. Incluyendo en éstos las relaciones establecidas entre el ordenador, el profesor, el alumno y los compañeros. Establecemos la existencia de cuatro modelos , tal y como aparecen en los siguientes gráficos:

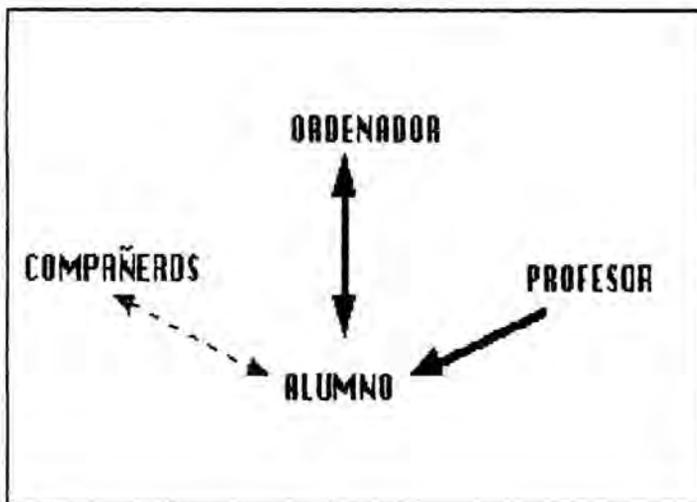
A. No-directiva.



Se establece una comunicación directa entre el alumno y el ordenador. El profesor interviene únicamente cuando el alumno lo requiere y no actúa de forma directa sobre los procedimientos que se están elaborando. Sólo cuando el alumno lo requiere.

Este tipo de interacción se efectúa de forma próxima a la metodología *piagetiana* y tiene como objeto facilitar la construcción de aprendizajes a través de procesos de descubrimiento en los cuales el alumno es el principal protagonista.

B. Directiva.



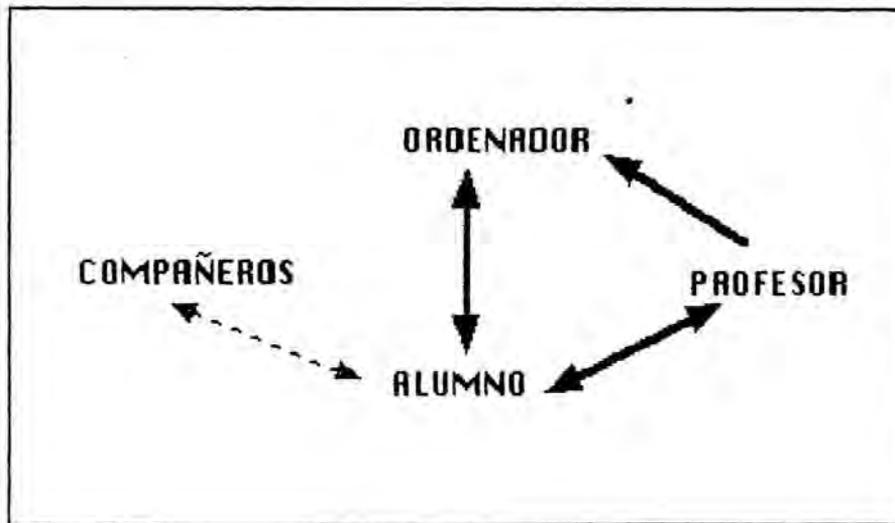
Al contrario del modelo anterior, el profesor realiza una actuación directa sobre el sujeto proponiendo las actividades que éste debe realizar. No hay relación comunicativa entre los diversos miembros del grupo.

Este tipo de actuación responde a un tipo de enseñanza *expositiva* que probablemente tendrá como objeto la enseñanza de Logo como lenguaje de programación.

C. Semi-directiva :

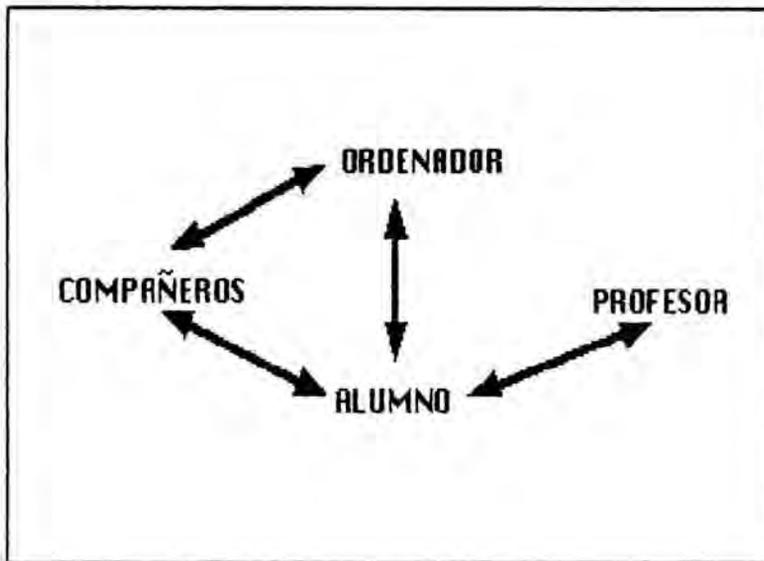
La utilización de forma semi-directiva posee dos posibles aplicaciones ; a través de micromundos y mediante la creación de proyectos.

C.1. Micromundos.



Los micromundos habitualmente serán generados por el profesor quien los utilizará para facilitar o reforzar el aprendizaje de algún concepto específico. La relación entre el educando y el resto de los compañeros estará, en este caso, en función del propio micromundo generado.

C.2. Proyectos.



La utilización de proyectos es, en nuestra opinión, una valiosa metodología. Este tipo de actividad requiere de una intervención del profesor para valorar, en cada caso, las posibilidades reales de la programación de los aspectos elegidos. También deberá asistir a los alumnos cuando éstos requieran el conocimiento de nuevas primitivas o necesiten resolver algún problema de programación específico.

La mayor parte del trabajo será realizado en colaboración ya que el proyecto debe ser construido por todos los miembros del grupo. Se hará, por consiguiente, necesaria una planificación general de las distintas partes de que constará, quienes serán los que se encarguen de éstas, cómo se llevará a cabo, etc. En definitiva, se trata de un trabajo que debe ser planificado y confeccionado por todo el

equipo dentro de las posibilidades y conocimientos de cada uno de los miembros.

Como es evidente, la utilización del lenguaje Logo en la escuela no tiene porque estar adscrita a un modelo específico de enseñanza ya que éstos , como hemos señalado, están determinados en función de sus propios objetivos.

2.2.4.2.4. LA CONSTRUCCION DEL CONOCIMIENTO A TRAVES DE LA INTERACCION GRUPAL.

2.2.4.2.4.1. La teoría de Vygotski.

Tradicionalmente, se ha considerado la interacción entre profesor-alumno como una de las más decisivas para alcanzar los objetivos tanto de tipo instructivo como afectivo y social. Si bien no puede ignorarse la importancia de este factor, suficientemente respaldado por numerosas investigaciones, existen en la actualidad estudios valiosos que parecen indicar que la interacción entre los alumnos no puede ni debe ser considerada como un factor despreciable. Por el contrario, parece ser que este elemento juega un papel muy importante en la consecución de metas educativas.

El papel del factor social en el desarrollo no es una temática novedosa. Existen , desde hace tiempo, estudios que desde diversas ópticas analizan esta problemática. En algunos de éstos , el papel de la cultura y el entorno social determina en gran medida la acción pedagógica. Este es el caso de autores como Bruner y Greenfield. Son también relevantes las investigaciones centradas en los estudios sobre la imitación de modelos validos para según que tipo de aprendizajes deseen conseguirse (tal es el caso de los trabajos de Bandura, Rosenthal y Zimmerman). Todos estos estudios tienen una dimensión amplia y genérica por lo que en ningún caso pretenden manifestarse exclusivamente en el terreno escolar .

En las dos últimas décadas se han llevado a cabo numerosas investigaciones centradas en las relaciones sociales establecidas entre los alumnos en situaciones formales de enseñanza-aprendizaje. De todas ellas se desprende una conclusión común: la importante incidencia en aspectos tales como el proceso de socialización en general, la adquisición de competencias y destrezas sociales, la relativización progresiva del punto de vista propio, la aceptación de normas establecidas conjuntamente, el autocontrol e incluso el rendimiento escolar.

Evidentemente el simple suceso de poner en contacto a personas de edades similares no facilita el desarrollo de los aspectos mencionados. Todo depende del carácter de las relaciones. En este sentido, cabe destacar la importancia de las aportaciones de la teoría de Vygotski²⁶ sobre la construcción del conocimiento.

Vygotski parte de una concepción cognitivista. Al igual que los autores que siguen esta línea, considera que el sujeto construye el conocimiento en función de las interacciones establecidas entre éste y su entorno. Vygotski otorga a la cultura una importancia mayor que la establecida por Piaget. Los conceptos, base del desarrollo del sujeto, se van generando en función del proceso de internalización. En este sentido, el pensamiento Vygotskiano considera que todo conocimiento aparece en un primer momento fuera

²⁶ RIVIERE, A: *La psicología de Vygotski*, Aprendizaje Visor, Madrid, 1984. LURIA, A. R.-LEONTIEV, A. N.-VIGOTSKI, L. S.: *Psicología y Pedagogía*, Akal, Madrid, 1979. UYGOTSKI, L. S.: "Aprendizaje y desarrollo intelectual en la edad escolar", en *Infancia y Aprendizaje*, Nº 27-28, 1984, pp 105-117. VIGOTSKI, L. S.: *Mind in Society. The Development of Higher Psychological Processes*, Harvard University Press, Cambridge, 1978. VIGOTSKY, L.: *Pensamiento y lenguaje*, La Pleyade, Buenos Aires, 1977.

del sujeto. Todo tiene una raíz social pero el sujeto precisa, para aprender, formar conceptos y éstos son construidos a través de procesos de internalización. Cuando el sujeto adopta como suyo un determinado conocimiento, éste ha pasado de ser algo externo, fuera de los límites de la persona a interiorizarse adquiriendo con ello un significado personal. El lenguaje, según la teoría de Vygotski, actúa como elemento de ayuda a la internalización de los procesos cognitivos.

En definitiva, el conocimiento se construye a través de la interacción entre el sujeto y el medio. Los conceptos que se van aprendiendo pasan por una evolución que mantiene una direccionalidad que va de lo exterior a lo interior.

El papel de la interacción en el proceso de aprendizaje y enseñanza es muy importante para comprender como puede realizarse este proceso de internalización.

Vygotski considera la existencia de dos tipos de desarrollo: el **desarrollo actual** y el **desarrollo potencial**.

El nivel de **desarrollo actual** queda determinado por todos aquellos aspectos (aprendizajes, relaciones sociales, conceptos adquiridos, etc) que el sujeto puede realizar en el presente sin ayuda de nadie. Supone el nivel de desarrollo de las funciones psicointelectivas que el niño ha conseguido como resultado de un específico proceso de desarrollo ya realizado.

El nivel de **desarrollo potencial** se evidencia a través del conjunto de actividades que el sujeto es capaz de hacer con la ayuda de otros. Con el apoyo de la colectividad la persona es capaz de hacer mucho más de lo que efectúa independientemente.

Existen pues dos tipos de desarrollo en un momento determinado, el caracterizado por el conjunto de actividades que el sujeto puede realizar de forma independiente y el que puede efectuar con la ayuda de los demás.

La distancia entre ambos niveles constituye la **zona de desarrollo potencial** que se define como la distancia determinada por la capacidad de resolver problemas independientemente y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de problemas bajo la guía de un adulto o en su caso, de otro compañero.

El planteamiento de Vygotski favorece, a nuestro entender, un nuevo enfoque de las relaciones establecidas entre los procesos de aprendizaje y desarrollo. En este sentido, para Vygotski el aprendizaje **no** sigue al proceso de desarrollo (postura ésta mantenida por Piaget) sino que, por el contrario, piensa que *" el proceso de desarrollo no coincide con el de aprendizaje, el proceso de desarrollo sigue al de aprendizaje, que crea el área de desarrollo potencial"*²⁷.

La postura mantenida por Vygotski ha puesto de relieve la importancia de las relaciones interpersonales para favorecer la

²⁷ VIGOTSKI, L.S: "Aprendizaje y desarrollo intelectual en edad escolar", en LURIA, R.R-LEONTIEV, R.N-VIGOTSKI, L.S: *Psicología y Pedagogía*, Akal, Madrid, 1979, p. 23.

evolución de la persona. La mayoría de los estudios actuales que inciden sobre la influencia de las relaciones entre iguales en el proceso de formación del niño tiene en cuenta y/o parten de esta teoría.

De entre los estudios más recientes podemos destacar la explicitación de dos aspectos importantes para nuestro trabajo : la importancia de los conflictos cognitivos y la relación entre iguales.

En el primer caso destacan las investigaciones realizadas por A. Perret-Clermont quien ,aunque pertenece a la escuela de Ginebra, no duda en ampliar la perspectiva piagetiana introduciendo elementos propios del psicólogo soviético.

En la mayoría de las aplicaciones pedagógicas de base piagetiana el alumno es visto como un ser socialmente aislado que debe descubrir por sí solo las propiedades de los objetos e incluso de sus propias acciones. Las relaciones están centradas fundamentalmente entre el alumno y un medio esencialmente físico. Este aspecto reduccionista, presente también en los planteamientos de Papert y sus seguidores, ha sido cuestionado por la autora mencionada.

Perret-Clermont enfatiza la importancia de la existencia de conflictos cognitivos, así considera que *"las coordinaciones cognitivas entre individuos forman la base de las coordinaciones cognitivas individuales"*²⁸ En sus

²⁸ PERRET-CLERMONT, A.N: *La construcción de la inteligencia en interacción social. Aprendiendo con los compañeros*, Aprendizaje Visor, Madrid, 1984, p. 9

investigaciones trata de mostrar como el proceso de aprendizaje es favorecido cuando varios sujetos deben enfrentarse de forma controvertida. Ampliando la postura piagetiana, el conocimiento se construirá a través de la relación entre el sujeto que conoce, el objeto de conocimiento y otros sujetos que se encuentran conociendo el mismo objeto.

Dentro del enfoque vygotskiano autores como Forman y Cazden²⁹ han destacado la importancia, en el rendimiento escolar de la cooperación entre iguales. El trabajo realizado por estos autores es un intento de generalizar los planteamientos de Vygotski. Así, la interacción es considerada fundamental para promover el proceso de desarrollo potencial y por consiguiente, establecer áreas de desarrollo potencial. En este proceso, también el lenguaje es considerado como el aspecto básico del proceso de interiorización, respondiendo a la necesidad de comunicar a los compañeros la representación propia y dando lugar a la revisión de la representación y el punto de vista propio. En la interacción entre iguales surgen todos los aspectos intermedios propios del proceso de internalización: desde la dirección de la acción y los procesos mentales propios a partir del lenguaje de los demás, hasta la dirección de la acción y de los procesos mentales propios a partir del lenguaje interno.

En base a estas aportaciones, concluimos en la necesidad de establecer un modelo de interacción cooperativo en el cual el marco conflictivo y la interacción entre iguales tenga un sentido en la

²⁹ FORMAN, E.A.-CAZDEN, C: "Perspectivas vygotskianas en la educación: el valor cognitivo de la interacción entre iguales", *Infancia y Aprendizaje*, Nº 27-28, 1984, pp 139-159.

actividad desempeñada por el sujeto. Por ello consideramos que debería plantearse el proceso de enseñanza-aprendizaje del lenguaje Logo a través de modelos basados en una concepción *vygotskiana* del aprendizaje.

2.2.4.2.4.2. El aprendizaje del lenguaje Logo a través de proyectos.

Se hacía referencia en capítulos anteriores a la existencia de un dilema entre la capacidad de producción a través del uso del lenguaje Logo de las denominadas "ideas poderosas" y el aprendizaje mediante procesos de descubrimiento en los que se hace especial hincapié en la individualidad del proceso de aprendizaje del sujeto. Esta problemática intenta ser solveltada a través del modelo propuesto por U.Leron al que denomina *quasi piagetianing learning*.

La superación que Leron señala respecto al método piagetiano hace especial incidencia en la necesidad de que el alumno reciba una orientación sobre las actividades que debe realizar y las reflexiones más idóneas en cada caso. En definitiva, el proceso de aprendizaje debe estar dirigido por el adulto para proporcionar al alumno la construcción de esquemas de conocimiento relevantes.

El dilema planteado por Leron es similar al que plantea E. Duckworth³⁰. Sin embargo, en la posición planteada por Leron la incidencia sobre el sujeto hace referencia de forma única a la introducción de posibles materiales orientativos y al papel de apoyo

³⁰ Nos referimos aquí al conocido artículo que lleva por título, "o se lo enseñamos demasiado pronto y no puede aprenderlo o demasiado tarde y ya lo conoce : el dilema de aplicar Piaget", publicado en *Infancia y Aprendizaje. Monografía dedicada a PIAGET*, 1981, pp 163-178. En dicho artículo, tal y como indica su título, se plantea el dilema de la relación aprendizaje-desarrollo, según el cual podemos pensar en la inadecuación de enseñar en un momento dado un aspecto que el sujeto no pueda comprender mientras que si el momento madurativo ya ha surgido, nuestra enseñanza puede ser tardía.

que debe tomar el profesor. Las relaciones que, en definitiva , mantienen una cierta relevancia son las del alumno con el medio físico y con el profesor.

Nuestra posición va más allá de la interacción planteada por Leron, nos entroncamos en una línea de aplicación de la concepción vygostkiana del aprendizaje.

Las razones que nos llevan a pronunciarnos en esta línea de actuación son múltiples. En primer lugar, consideramos que los planteamientos teóricos sobre el proceso de construcción del conocimiento, sin apartarse de un modelo cognitivo, adoptan la integración de elementos afectivos y socio-culturales que modelos como el piagetiano no tienen en consideración. Pero además, pensamos que la formulación de la zona de desarrollo potencial otorga un enfoque importante al progreso del aprendizaje en la persona.

La adopción de esta postura no puede sustentarse de forma exclusiva por nuestras preferencias conceptuales , creemos que hay además un elemento que extrae la posible arbitrariedad de esta elección. Nos estamos refiriendo a los objetivos de aprendizaje del lenguaje Logo en la institución escolar. Como se desprende de afirmaciones anteriores, para nosotros el objetivo que fundamenta la utilización de este lenguaje en la escuela es la consideración de que este ayuda al sujeto a aprender estrategias de resolución de problemas.

La resolución de problemas es una tarea que debe ser aprendida. Por ello, consideramos que el mejor modo de hacerlo es la

utilización del método de proyectos colectivos, basado en una actividad semi-directiva y que entraña una acción cooperativa fundamentada en la creencia de que las relaciones grupales actuarán a favor del proceso de aprendizaje del alumno.

El trabajo a través del planteamiento de proyectos requiere los mismos pasos teóricos con que se define la resolución de problemas: el planteamiento de un problema, su especificación y concreción, la contrastación de opiniones sobre las posibles soluciones y la ejecución conjunta de éstas. El uso del lenguaje Logo permite el establecimiento de tareas a través de conflictos cognitivos que pueden ser desarrollados mediante la discusión de las alternativas más adecuadas para realizar un procedimiento concreto

Con todo ello, el niño sabe que su trabajo es importante y por consiguiente puede favorecer el grado de autovaloración. En este sentido, es importante no olvidar las teorías de Clements en las que todo parece indicar la capacidad de las actividades computacionales para incrementar aspectos tan importantes como el autoconcepto y la autoestima.

Aunque el lenguaje Logo también puede ser utilizado para alcanzar otros tipos de finalidades tales como la alfabetización informática, el refuerzo de aprendizajes, la adquisición de un conocimiento determinado, etc. El modelo de aprendizaje más idóneo para conseguirlos varía del anteriormente planteado.

El discurso elaborado en este capítulo parece llevarnos a considerar que el lenguaje Logo y la adopción de un planteamiento vygotkiano para su aprendizaje es el único medio para conseguir la construcción del aprendizaje. Es evidente que la adopción de este modelo no es el único que puede adoptar. Sin embargo, pensamos que aporta aspectos muy interesantes dentro de los planteamientos cognitistas y que su explotación en la escuela puede dar paso a una utilización del lenguaje como medio de aprendizaje de tareas de resolución de problemas en que la cooperación y participación entre iguales ayude al desarrollo de la propia persona.

**RECAPITULACION
FINAL**

A lo largo de este trabajo hemos tratado de caracterizar el papel que el ordenador puede realizar en la escuela como medio facilitador del proceso de enseñanza-aprendizaje. Para ello, se han seleccionado dos de las posibles formas de utilizar el ordenador en este proceso : como transmisor de información (*aprender del ordenador*) y como facilitador de la construcción de aprendizajes (*aprender con el ordenador*).

En el primer caso, hemos escogido el uso de la E.A.O y los sistemas de I.E.A.O como ejemplos de dicha forma de utilización. En ambas modalidades el objetivo fundamental es el uso del ordenador para transmitir información controlando éste la adquisición de los aprendizajes. Se trata pues de que el ordenador se comporte como instructor en una área específica de conocimiento.

En el segundo caso, hemos centrado nuestro estudio en el uso del lenguaje Logo. Este lenguaje está específicamente diseñado para usos educativos y pretende constituirse en un medio capaz de permitir la construcción del conocimiento del educando.

En definitiva, en el primer caso, lo más importante es el estudio de la construcción de los programas, ya que el éxito de esta aplicación está directamente relacionada con la calidad del producto confeccionado. En el segundo caso, la efectividad depende de las características constitutivas del lenguaje de programación adoptado, así como de la metodología de aplicación utilizada.

En este último capítulo presentamos un resumen de las ideas que consideramos fundamentales a lo largo del trabajo. Dado que la primera parte posee un carácter introductorio las conclusiones se limitan a los contenidos expuestos en la segunda parte de la tesis.

A.PRIMER ESTUDIO: APRENDER DEL ORDENADOR

1. Los límites de la E.A.O.

- Definimos 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 elaborados.

- Constatamos que el problema fundamental en relación a la eficacia actual de este tipo de aplicación radica en el hardware y en el software utilizado:

- En el hardware, en tanto que los ordenadores domésticos, que son los que mayoritariamente se utilizan en los centros escolares, no disponen de una capacidad suficiente de almacenamiento de información como para construir programas abiertos de enseñanza. Como consecuencia de este hecho, el software queda limitado por la propia capacidad de la máquina.

- Las limitaciones del software no son única y exclusivamente de carácter técnico sino también pedagógico. El diseño utilizado para la confección de programas responde, básicamente, a modelos *skinnerianos* de aprendizaje. Este hecho conduce a pensar que, en realidad, la E.A.O pretende conseguir que un alumno aprenda adoptando para ello modelos clásicos de aprendizaje. Estos, pensamos que han sido superados por los planteamientos contemporáneos de la psicología cognitiva.

- *Consideramos que la E.A.O puede facilitar aprendizajes de tareas de baja complejidad. Fundamentalmente, de aquellos aprendizajes que requieren del ejercicio para ser adquiridos. Por este motivo, los programas de práctica y ejercitación pueden, en algunos casos, resultar eficaces para el logro de destrezas básicas.*

- *Los programas de simulación, por resultar más abiertos que el resto de las modalidades de E.A.O, presentan otros aspectos de interés. Destacamos fundamentalmente la iniciativa que puede tomar el sujeto introduciendo y modificando las variables utilizadas en el programa.*

- *A pesar de estas aplicaciones ventajosas, pensamos que los sistemas de E.A.O actuales no alcanzan los objetivos que se suelen presuponer. Es decir, los programas de E.A.O no poseen una estructura suficientemente potente como para permitir una adaptación real al aprendizaje de cada alumno ni, como consecuencia, facilitan procesos de aprendizaje de alto grado de significatividad.*

- En general, los programas de E.A.O se caracterizan por ser modelos cerrados y lineales, que van ejecutándose en función de la última respuesta recibida del sujeto.

2. Los sistemas I.E.A.O como medio superador de los límites de la E.A.O.

- Pensamos que la creación de software educativo debería encaminarse a la consecución de programas que faciliten un aprendizaje significativo y que se adapten lo mejor posible al ritmo y al estilo de aprendizaje del sujeto. Los sistemas de I.E.A.O, ofrecen mayores posibilidades para alcanzar estos objetivos.

- El hardware requerido para la construcción de sistemas expertos ofrece mayores ventajas que los microordenadores utilizados en la actualidad. Especialmente porque posibilita la adopción de lenguajes de programación de carácter heurístico que superan considerablemente a los lenguajes de tipo algorítmico utilizados en el diseño de programas de E.A.O.

- Los sistemas expertos pueden permitir, además, construir sistemas de enseñanza que imiten los conocimientos de un determinado experto y la forma en que éste transmite dichos conocimientos.

- A pesar de las ventajas señaladas, los programas de este tipo realizados con finalidades educativas se hallan todavía en

proceso experimental y, por tanto, no es posible realizar una valoración fundada empíricamente.

3. Aspectos a tener en cuenta en la construcción de programas de E.A.O e I.E.A.O.

- La construcción de programas "inteligentes" experimenta dificultades de orden técnico pero también de orden pedagógico. Para poder construir un buen programa es preciso ser capaz de determinar todos los componentes de un proceso de enseñanza-aprendizaje y construir el modelo pertinente para cada caso.

- Creemos que para conseguir programas para sistemas de E.A.O e I.E.A.O es preciso incorporar modelos que tengan en cuenta los siguientes aspectos:

- El tipo de conocimiento que se pretende transmitir y la estructura que debe adoptar para que su transmisión resulte significativa al alumno. (*Representación del conocimiento*)

- El modelo de alumno que se considera más pertinente según el tipo de programa que se pretenda elaborar. (*Modelo del alumno*)

- La estrategia de transmisión de la información que debe emplearse. (*Estrategia de enseñanza*)

- Y finalmente, el sistema de comunicación que adoptará el programa. (*Modelo de comunicación*)

- La consecución de los aspectos mencionados implica un modelo de trabajo de tipo interdisciplinar en el que se coordinen los criterios púramente técnicos con los de carácter psicopedagógico.

4. Análisis de los anteriores aspectos.

4.1. La representación del conocimiento.

- Los sistemas de E.A.O basan la representación del conocimiento en la fragmentación de parcelas de conocimiento correlativas, lineales, y que parten de un nivel inferior hasta alcanzar un nivel superior. Estos sistemas se proponen como objetivo la elaboración de programas con capacidad de adaptarse al proceso de aprendizaje del usuario.

- Anteriormente ya hemos explicitado que los programas existentes en la actualidad difícilmente logran este objetivo. Para alcanzarlo sería preciso :

- Que el proceso de aprendizaje partiera en cada momento del nivel de conocimientos adquiridos por el alumno.

- Que cada tema formará parte de los diferentes niveles, permitiéndolo al alumno elegir el nivel correspondiente a su conocimiento.

- Que el alumno pudiera seguir su propio camino de acuerdo a su estilo de aprendizaje

- Consideramos los sistemas basados en las Redes de Petri como el modelo sistémico más adecuado para estructurar la representación del conocimiento en los programas de E.A.O. Tales redes tienen, en nuestra opinión, una característica fundamental: la capacidad de representar tanto el contenido a transmitir como el proceso cognitivo que debe ser desarrollado por el alumno en su interacción con el programa.

- Los sistemas de I.E.A.O ofrecen mayores posibilidades que la E.A.O ya que, en los primeros, la representación del conocimiento debe ser construida en base a un previo y minucioso análisis de la forma en que un experto adquiere un determinado conocimiento. No se trata pues de desglosar los contenidos en unidades formales en función de la materia que se desea transmitir, sino en función de la forma como la persona adquirirá esa información.

- La adopción de los diferentes tipos de representación del conocimiento en los sistemas I.E.A.O (lógicos, declarativos, procedimentales, etc.) dependerá del tipo de conocimiento que pretende transmitir el programa.

4.2. El modelo del alumno.

- 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, que condicionan la actuación del educador. Por ello, es importante que el software educativo sea capaz de adaptarse a las características de cada alumno.

- En este sentido, la E.A.O no es el tipo de aplicación más adecuada, ya que basa su modelo de alumno en el análisis de la última respuesta y en modelos estadísticos de actuación que evalúan los resultados finales y no el proceso seguido por el educando.

- Consideramos necesaria la incorporación de modelos del alumno en la construcción de programas educativos que almacenen información específica del alumno que está siendo enseñado.

- De entre los modelos aparecidos hasta el momento, destacamos el *grafo genética*, o *modelo de evolución genética*, que intenta representar no sólo la situación final, es decir, el conocimiento adquirido en cada sesión, sino cómo se ha realizado el aprendizaje. Añade pues al modelo su dimensión evolutiva.

4.3. Estrategias de enseñanza.

- Las estrategias de enseñanza adoptadas en un programa suelen tener muchos defectos tanto, en los sistemas de E.A.O como en

los de I.E.A.O. En ambos casos, es preciso que los creadores del programa planifiquen cómo debe ir transmitiéndose la información al alumno.

- *La E.A.O adopta estrategias de enseñanza basadas, fundamentalmente, en secuencias de actuación que se van generando a partir de la última respuesta del alumno. Los sistemas de I.E.A.O han intentado superar esta limitación estableciendo estrategias que no tomen la última respuesta como única variable, sino que adopten un modelo de dificultad general de la tarea según el conjunto de respuestas dadas por el sujeto. No obstante, los programas diseñados hasta el momento no parecen haber alcanzado esta meta.*

- *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 dichas teorías y la construcción de modelos informáticos a partir de ellas lo que dificulta el diseño apropiado de los sistemas.*

4.4. El modelo de comunicación.

- *El tipo de comunicación adoptado por los sistemas de E.A.O es cerrado. El sujeto no puede dialogar abiertamente con la máquina. Cuando comete errores, el usuario no puede detectar la naturaleza de los mismos. Es incapaz de apreciar si son conceptuales, lingüísticos, terminológicos, etc. El alumno no puede interaccionar de una forma abierta con el programa. En general sólo tiene tres*

posibilidades: responder escogiendo una opción que le presenta el ordenador; reproducir una información literal; responder utilizando el vocabulario que el propio programa le sugiere.

- Los programas de I.E.A.O. contruidos intentan superar los problemas mencionados. Una de las maneras de lograrlo es hacer funcionar al sistema como una especie de base de datos de la cual el alumno puede, en cualquier momento, extraer información. De este modo, el sistema de comunicación puede adquirir un mayor grado de interacción.

5. Consideraciones finales sobre los sistemas de E.A.O. e I.E.A.O.

- El software comercializado en la actualidad pertenece a los sistemas de E.A.O. La mayor parte de éstos adoptan estructuras similares a los libros de texto. Sin embargo, presentan mayores desventajas que éstos.

- Desde el punto de vista económico el libro de texto resulta mucho más rentable. Generalmente, un sólo libro es capaz de cubrir durante un curso escolar el contenido de toda la materia. En cambio, la adquisición de un programa para ordenador cubre aspectos muy parciales del curriculum.

- A excepción de los programas de práctica, ejercitación y simulación, que forzosamente deben adoptar una forma diferente a la del libro de texto, el resto de las aplicaciones presentan

estructuras pedagógicas muy similares a él, desaprovechando los aspectos interactivos que el ordenador puede proporcionar .

- En general, pensamos que el software educativo debería dirigirse hacia la simulación del comportamiento del profesor y no adoptar formas características del material escrito.

- Por ello, creemos que los sistemas I.E.A.O pueden ofrecer mayores ventajas respecto a la E.A.O., ya que proporcionan mayores posibilidades a la hora de incorporar modelos que simulen la conducta de un instructor "inteligente".

- La consecución de este objetivo se encuentra limitada, como se ha señalado anteriormente, no sólo por los aspectos técnicos sino también por los aspectos pedagógicos. En este sentido, consideramos necesario el estudio de modelos de enseñanza-aprendizaje que resulten pertinentes y puedan ser incorporados a sistemas informáticos.

B.SEGUNDO ESTUDIO: APRENDER CON EL ORDENADOR.

1. Objetivos que se pretenden alcanzar con la utilización del Logo en la enseñanza.

- Siguiendo los planteamientos de Papert, podemos considerar que el lenguaje Logo tiene por objeto facilitar al sujeto la construcción de sus propios aprendizajes. Estos surgirán a través de

la reflexión que el educando realizará al diseñar un programa y comprobar, posteriormente, la relevancia de sus ideas.

- El método de aprendizaje más idóneo para conseguir que el sujeto aprenda de forma constructiva radica, en opinión de Papert, en la utilización espontánea del lenguaje para la construcción de conocimientos surgidos de los propios intereses del niño. En definitiva, S.Papert propone la incorporación de un modelo *piagetiano* de aprendizaje.

2. Análisis de la relevancia de las ideas planteadas por S.Papert:

2.1. En cuanto al concepto de programación.

- Partimos del supuesto de que programar consiste en diseñar el conjunto de órdenes que deben ser introducidas en el ordenador para que éste ejecute una determinada tarea. Programar un ordenador es una tarea compleja que supone la realización de las siguientes subtareas :

- Especificar el problema que se desea programar.
- Analizarlo.
- Planificar una solución.
- Formalizar la solución adoptada.
- Ejecutar el programa.

- Analizar los resultados obtenidos.

- Modificar o depurar el programa en función de los resultados obtenidos.

● Las subtarefas mencionadas conforman las acciones que la persona debe planificar para conseguir la construcción de un programa. Por consiguiente, la programación supone en si misma la consecución de una acción planificada.

● Este hecho nos lleva a diferir de las consideraciones realizadas por Papert y sus colaboradores en este punto. Estos piensan que el niño que utiliza Logo puede empezar a programar desde el primer momento en que el sujeto es capaz de dar una instrucción al ordenador. Nosotros, en cambio, no consideramos correcto denominar programación a las acciones que los niños de cortas edades pueden realizar mediante el uso de las primitivas del lenguaje.

● Pensamos que a través de la adopción de modelos de aprendizaje por descubrimiento no es fácil que el niño construya programas, entendidos éstos en el sentido anteriormente mencionado. Es más frecuente que el niño de las órdenes a la máquina en función de los resultados obtenidos después de cada instrucción.

● De este modo, la programación y, por tanto, la planificación no pueden, en nuestra opinión, considerarse como un tipo de tareas que puedan ser realizadas de forma espontánea por los alumnos de los primeros niveles de la educación básica. Precisan, para ello, un apoyo del profesor.

- En definitiva, no es correcto, en nuestra opinión, afirmar que el niño que trabaja con Logo realiza una tarea de programación desde el primer instante en que es capaz de ponerse a trabajar con la máquina y hacer algún dibujo en la pantalla. Aunque la estructura del lenguaje Logo pueda facilitar el aprendizaje de la programación, siguen existiendo aspectos en esta actividad excesivamente formales que dificultan el trabajo de los alumnos más pequeños.

- Constatamos que en los primeros niveles de enseñanza el lenguaje Logo puede usarse como un medio de exploración. La utilización del Logo como tal puede consistir en una interacción libre y espontánea del niño o ajustarse a un entorno creado por el adulto (micromundo). En ambos casos, la persona actúa sobre el ordenador para comprobar las consecuencias de sus acciones, de forma que este medio puede favorecer la construcción de esquemas de conocimiento. Cuando el niño realiza una actividad exploratoria con el ordenador, éste le sirve de elemento configurador de sus marcos de referencia. Por tanto, el niño podrá, posteriormente, relacionar nuevas informaciones con experiencias realizadas previamente y, de este modo, construir nuevos conocimientos.

- En definitiva, el lenguaje Logo es partícipe de una doble dimensión. Por un lado, provee un entorno de exploración en el que el sujeto interacciona con el ordenador con objeto de comprobar, experimentar y, en definitiva, explorar aspectos, generalmente, formales de la cultura actual. Ello le permite ir construyendo un marco de referencia que facilitará la posterior adquisición de

conocimientos. Pero, además, como lenguaje de programación que es, Logo proporciona una actividad de índole más formal, compleja y mucho más cercana al terreno de la construcción de estrategias de resolución de problemas: la programación.

2.2. En cuanto a las beneficios cognitivas.

- Consideramos que la tarea de programar influye sobre la estructuración de las estrategias de aprendizaje del sujeto. Por ello, el uso de un lenguaje de programación debería realizarse con cierto cuidado para no caer en el error de que no sea el lenguaje un medio de expresión del pensamiento del niño sino que, por el contrario, modele el pensamiento de éste de forma excesiva.

- Las estructuras específicas de este lenguaje pretenden ser un modelo de expresión del pensamiento del sujeto:

- En este sentido pensamos que la modularidad, extensibilidad y la carencia de umbral y techo, constituyen las características más importantes de este lenguaje. Todas ellas pueden facilitar la expresividad del pensamiento del sujeto.

- Por el contrario, dudamos en considerar la recursión como una forma natural de expresión del pensamiento. La complejidad que este tipo de razonamiento implica y la dificultad que supone la realización de procedimientos que contemplen esta estructura, hace pensar que no es la más idónea para reflejar las tareas cognitivas de los primeros estadios evolutivos del niño.

- Consideramos que no hay una analogía clara entre las estructuras de programación del lenguaje Logo y el pensamiento del niño. Sin embargo, es posible que este lenguaje, aunque no exprese la estructura cognitiva del sujeto, le ayude a formalizar estrategias de planificación y resolución de problemas.

- Existe una gran obsesión por intentar determinar si el aprendizaje del lenguaje Logo genera algún beneficio en el desarrollo cognitivo. En este sentido, entendemos que, hasta el momento, no existen constataciones relevantes para determinar que así sea.

- No obstante, pensamos que existen una serie de cambios en el proceso de aprendizaje del sujeto, la consecución de los cuales, dependerá fundamentalmente del tipo de enseñanza realizada. De entre estos destacamos:

- La rigurosidad del pensamiento que viene determinada por la necesidad de especificar el algoritmo del programa.

- La comprensión de conceptos generales tales como variable, función, transformación, etc., implícitos en otros ámbitos del conocimiento científico.

- El concepto de depuración de errores que supone una actividad de planificación y construcción de actividades aplicable a cualquier proceso de resolución de problemas.

- La modularidad que puede ayudar a la gradual construcción de problemas extensos y complejos.

- El incremento de la reconocimiento para tareas en que no existe una única solución y es preciso escoger entre la que se considera más conveniente según las circunstancias.

2.3. En cuanto al modelo de enseñanza adoptado.

- Para que el lenguaje Logo sirva de instrumento facilitador de la construcción del conocimiento, Papert considera que es preciso utilizar un modelo *piagetiano* de aprendizaje. En este sentido, la interacción libre del sujeto con el ordenador ha de permitir a aquel establecer acciones que provoquen en él desajustes en el proceso de equilibrio. La comprensión progresiva de las acciones efectuadas animará a la consecución de esquemas de conocimientos cada vez más elaborados provocando "ideas poderosas".

- Creemos que la consecución de "ideas poderosas", según la expresión de Papert, es de difícil realización bajo la aplicación de una metodología *piagetiana*. Nos parece necesario que haya un cierto grado de orientación en el proceso de enseñanza-aprendizaje para, de este modo, facilitar al alumno la transferencia de los aprendizajes construidos a través de la utilización del lenguaje Logo.

- En este sentido, la incorporación del lenguaje Logo en la escuela mediante la construcción de proyectos supone, en nuestra opinión, un modelo idóneo para posibilitar la creación de un medio de enseñanza-aprendizaje en el que el niño construya sus aprendizajes en función de las interacciones mantenidas entre éste, la máquina, el profesor y el resto de sus compañeros.

- El trabajo a través del planteamiento de proyectos requiere la adopción de los mismos pasos con que se define la resolución de problemas: el planteamiento de un problema, su especificación y concreción, la contrastación de opiniones sobre las posibles soluciones y la ejecución conjunta de ésta.

- *Por este motivo, nos parece que puede resultar beneficioso el establecimiento de un modelo cooperativo en el cual el marco conflictivo y la interacción entre iguales tenga un sentido en la actividad desempeñada por el sujeto.*

3. Caracterización de las ventajas fundamentales del lenguaje Logo.

- En los primeros niveles educativos, el uso del lenguaje Logo como herramienta exploratoria mediante la utilización de la geometría de la tortuga, puede permitir al sujeto el desarrollo de experiencias y la adquisición de conceptos espaciales, geométricos y matemáticos.

- *Posteriormente, la actividad de programar el ordenador permitirá al sujeto enfrentarse con situaciones problemáticas constantes. Situaciones que habrá de resolver mediante la adquisición de una serie de estrategias de programación muy próximas a las que caracterizan las técnicas de resolución de problemas.*

- El lenguaje Logo permite adoptar estilos de programación muy diversos. Ello facilita la posibilidad de que cada

alumno pueda elaborar sus propios programas a partir de su experiencia y organización personal.

- El carácter motivacional de la propia herramienta es también un factor importante a tener en cuenta, ya que puede proporcionar beneficios de tipo afectivo y social además de los puramente cognitivos. En este sentido, tal y como demuestran las investigaciones desarrolladas, puede considerarse que el uso del ordenador facilita la participación y el trabajo en colaboración. Asimismo, parece proporcionar niveles positivos de autoconfianza y autoestima.

- La utilización de las diversas estructuras de programación que cada sujeto adopta en un momento determinado, permite observar con facilidad el nivel de desarrollo alcanzado por el niño.

- No pretendemos afirmar que este lenguaje sea capaz de expresar la organización del pensamiento del niño en el sentido de que éste razone siguiendo las mismas reglas y estructuras que se utilizan en Logo. Lo que pensamos es que, aunque la caracterización del pensamiento sea diferente, cada primitiva, orden, comando y estructura utilizada conlleva un tipo de complejidad específica. Por tanto, el análisis de los programas realizados por el niño, en un momento dado, puede expresar el nivel de desarrollo alcanzado por el sujeto. En este sentido, hay que afirmar que muy difícilmente una persona utiliza primitivas o estructuras de programación que no comprende.

- Valoramos muy positivamente la enseñanza en la escuela de estrategias de resolución de problemas. Por ello, aunque existan formas muy variadas de utilizar este lenguaje, consideramos que la adopción de modelos de aprendizaje basados en actividades grupales es la más idónea para conseguir el fin mencionado.

A pesar de las limitaciones de los sistemas aquí estudiados, creemos que la utilización del ordenador puede servir como medio facilitador del proceso de enseñanza-aprendizaje en el ámbito escolar, ya que la versatilidad de esta herramienta conduce a que pueda ser adoptado para la consecución de finalidades y objetivos de muy diversa índole. El establecimiento de estos objetivos y el análisis de las estrategias más adecuadas para conseguirlos, son elementos que, debido al reciente y rápido desarrollo de la tecnología computacional, todavía no se han alcanzado. Las ventajas y posibilidades del uso del ordenador en la escuela no son pues un logro conseguido sino un campo abierto de estudio y experimentación.

BIBLIOGRAFIA

La bibliografía que a continuación se transcribe está formada por los libros y artículos utilizados para la confección de esta tesis. No constituye pues una bibliografía sobre informática educativa¹.

Las referencias bibliográficas se han separado en dos apartados: libros y artículos².

La mayor parte de las obras utilizadas están comprendidas entre 1978 y 1986. La utilización de material anterior a estas fechas podría haber sido posible especialmente en el caso del material sobre E.A.D. Sin embargo, no hemos utilizado obras sobre este tema anteriores a este período por considerar que los tipos de estudios y reflexiones realizados respondían a una tecnología computacional de características muy diferente a la utilizada en la actualidad.

En el caso de la bibliografía sobre lenguaje Logo se ha utilizado material anterior a 1978 ya que nos parecía interesante

¹ No incluimos una bibliografía específica sobre informática educativa por considerar que este aspecto supera los límites de nuestro trabajo. No obstante, recomendamos el trabajo de recopilación bibliográfica realizado por T.Lough y publicado por el M.I.T. en 1986. Se transcriben a lo largo de 150 páginas bibliografía específica sobre el lenguaje Logo. Es interesante porque la recopilación recoge no sólo los libros y artículos sobre el tema sino también investigaciones que se están realizando, tesis doctorales y grupos de trabajo que se dedican a esta temática.

² Esta separación no responde a un criterio personal. Se debe fundamentalmente a la base de datos que hemos utilizado (Microsoft File) la cual no ajusta los campos vacíos y, por ello, el tipo de ficha ha de ser diferente para los libros que para los artículos. Se podrá observar que existen también algunas diferencias entre los artículos de revistas y los de compilaciones. En el primer caso hay una mayor separación entre el título del artículo y la revista. El problema es el mismo que señalábamos al principio, los campos que quedan vacíos conservan el espacio programado.

recoger los artículos de Papert y sus colaboradores escritos en los comienzos de la utilización de dicho lenguaje. La utilización de los sistemas de I.E.A.O es más reciente y por consiguiente las obras utilizadas entran dentro del período mencionado.

LIBROS

ABELSON,H-DISESSA,A:

Turtle Geometry. The computer as a medium for exploring mathematics

Cambridge, MIT Press, 1.982 (49)

AGUARELES,M.A-MARTINEZ,M-VIVES.N:

Renovación Pedagógica y Nuevas Tecnologías

Barcelona, P.P.U., 1.986

AIGLE,M:

Activité du groupe Logo

Ecolé Normale du Mans, Informe técnico, 1.980

ALTY,J.L-COOMBS,M.J:

Sistemas expertos

Madrid, Diaz de Santos, 1.985

APARO,A:

Les noves professions

Barcelona, Generalitat de Catalunya, 1.985

ARBIB,H.A.:

Ordenadores y sociedad cibernética

Madrid, AC, 1.978 Traduc: A. López Zago

AUSUBEL,D-NOVAK,J-HANESIAN,H:

Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo

México, Trillas, 1.983 (29) Traduc: M.Sandoval

BARKER,P-YESTES,H:

Introducing Computer Assisted Learning

Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1.985

BARR,A-FEIGENBAUM,E:

The Handbook of Artificial Intelligence

London, Pitman Books, 1.981 3 Vol.

BATESON,G et al:

La nueva comunicación

Barcelona, Kairos, 1.984 Traduc: J.Fibla

BEISHON,J-PETERS,G:

Systems Behaviour

London, Open University Press, 1.972

BESTOUGEFF,H-FARGETTE,J.P:

Enseignement et ordinateur

Paris, Cedic/Nathan, 1.982 Versión castellana:

BESTOUGEFF,H-FARGETTE,J.P:

Computadores y enseñanza

Barcelona, Gedisa, 1.986

BITTER,G-CAMUSE,R.A.:

Using a microcomputer in the Classroom

Virginia, Reston, 1.984

BODEN,M:

Artificial Intelligence and Natural Man

New York, Harvesterd Press, 1.977 Versión castellana:

BODEN,M:

Inteligencia artificial y hombre natural

Madrid, Tecnos, 1.984 Traduc: J.C. Armero

BORK, A.:

Learning with Computers

University of California, Educ. Technology Center, 1.980

BORK, A.:

Personal Computers for education

New York, Harper & Row, 1.985

BOSSUET, G.:

L'Ordinateur a l'école

Paris, P.U.F., 1.982 Versión castellana:

BOSSUET, G.:

La computadora en la escuela

Barcelona, Gedisa, 1.985

BRAUN, E-McDONALS, S.:

La revolución en miniatura

Madrid, Fundesco-Tecnos, 1.983

BURKE, R.L.:

CAI Sourcebook

Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1.982

CARD, S.K-MORAN, T.P-NEWELL, A.:

The Psychology Human. Computer Interaction

New Jersey, Lawrence Erlbaum, 1.983

CARRETERO, M-GARCIA, J.A (Comp):

Lecturas de psicología del pensamiento

Madrid, Alianza Psicología, 1.984

DEAN,Ch-WHITLOOK,Q:

A Handbook of Computer Based Training

London, Kogan-Page, 1.984

DELCLAUX,I-SEOANE,J (comp):

Psicología cognitiva y procesamiento de la información

Madrid, Piramide, 1.982

DELVAL,J

Crece y pensar. La construcción del conocimiento en la escuela

Barcelona, Laia, 1.983

DELVAL,J:

Niños y Máquinas. Los ordenadores y la educación

Madrid, Alianza, 1.986

DIEBOLT,J:

El hombre y el ordenador

Madrid, Piramide, 1.974 Traduc: R. Garcia

DREYFUS,H:

What Computers Can't Do: A Critique of Artificial Reason

New York, Harper&row, 1.979 (2)

ELLINGHAN,D.W:

Handbook of Primary Education and Computing

London, Castle House, 1.984

ELLUL,J:

Changer de révolution. L'inevitable proletariat

Paris, Seuil, 1.982

FEIGENBAUM,E.A-McCORDUCK,P:

The Fifth Generation

New York, New American Library, 1.984

FERNANDEZ GONZALEZ,M:

Enseñanza Asistida por Ordenador

Madrid, Anaya, 1.983

FORESTER,T (Ed):

The Information Techonology Revolution

Cambridge, MIT Press, 1.985

FRIEDRICHS,G-SCHAFF,A:

Microelectrónica y sociedad. Para bien y para mal.

Madrid, Alhambra, 1.982 Traduc: M.A. Fernández Alvarez.

GALVAN,J-PFEIFFER,A (Ed):

Informática y Escuela

Madrid, Fundesco, 1.985

GARCIA-RAMOS,L-RUIZ,F:

Informática y educación. Fanorama, aplicaciones y perspectivas

Barcelona, Garcia-Ramos, 1.985

GOLDENBERG,E.P et al.:

Computer, Education and Special Needs

Massachusetts, Addison-Weshley, 1.984

GREEN,T-DAYNE,S-VEER,G:

The Psychology of Computer Use

London, Academic Press, 1.983

GREENFIELD,P:

Mind and Media. The Effects of Television, Video Games and Computers

Cambridge, Harvard University Press, 1.984

GRONER,R-GRONER,M-BISCHOF,W,F (ED):

Methods of Heuristics

London, Lawrence Erlbaum, 1.983

HARMON,P-KING,D:

Expert Systems

New York, John Wiley & Sons, 1.985

HARPER,D-STEWART,J.H:

Run : Computer Education

California, Brooks/Cole Pub. Company, 1.983

HARVEY,B:

Computer Science Logo Style. Intermediate Programming

Cambridge, MIT Press, 1.985

HAUGELAND,J (Ed):

Mind Design

Cambridge, MIT Press, 1.985 pp 243-282

HAWKRIDGE,D:

Information Technology in Education

London, Croon Helm, 1.983 Versión castellana:

HAWKRIDGE,D:

Informática y educación. Las N.T. en la práctica educativa

Buenos Aires, Kapelusz, 1.985 Traduc: L.Wolfson-M.Prelooker

HAYES,F-WATERMANN-D.A-LENAT,D.B (Eds):

Guiding Experts Systems

Reading, Addison-Wesley, 1.983

HERMANT,C:

Enseigner apprendre avec l'ordinateur

Paris, CEDIC/NATHAN, 1.985

HOFMEISTER,A:

Microcomputer Applications in the Classroom

New York, CBS College Publishing, 1.984

HUDSON,K:

Enseñanza asistida por ordenador

Madrid, Díaz de Santos, 1.986 Traduc: P. Amador

HUNTER,B:

My Students Use Computers Learning Activities for Computer Literacy

Reston, Prentice-Hall, 1.982 Versión castellana:

HUNTER,B:

Mis alumnos usan ordenador.

Barcelona, Martínez Roca, 1.985 Traduc: C.Terrón

HUSEN,T:

La sociedad educativa

Salamanca, Anaya, 1.978 Traduc: D. Blasco.

HUSEN,T:

La escuela a debate. Problemas y futura.

Madrid, Narcea, 1.981 Traduc: G.Solana

I.C.C.E.:

Evaluator's Guide for Microcomputer-Based Instructional Packages

Oregon, ICCE Publications, 1.984

I.C.C.E.:

The 1985 Educational Software Preview Guide

Oregon, ICCE Publications, 1.984

I.C.C.E.:

Software Reviews

Oregon, ICCE Publications, 1.985

ISLA, F-EIBAR, L.G.:

El ordenador prodigio de la técnica

Bilbao, Mensajero, 1.980

JACKSON, H.L (Ed):

Teaching Informatics Courses

Amsterdam, North-Holland, 1.982

JOHNSON-LAIRD, P.N-WASON, P.C (Ed):

Thinking. Readings in Cognitive Science

London, Cambridge University Press, 1.980

KALBHEN, V y otros:

Las repercusiones sociales de la tecnología informática

Madrid, Fundesco-Tecnos, 1.983 Traduc: M.Canet

KEMMIS, S:

The Educational Potential of Computer Assisted Learning

University of East Anglia, 1.976

KLIX,F-HOFFMAN,D:

Cognition and Memory

Amsterdam, North-Holland, 1.980

LABORDA,J (Ed):

Informática y educación. Técnicas fundamentales

Barcelona, Laia, 1.986

LACHMAN,R (Ed):

Cognitive Psychology and Information Processing. An Introduction.

London, Lawrence Erlbaum, 1.979

LATHROP,A-GOODSON,B:

Courseware in the Classroom. Evaluating, Organizing and Using

Amsterdam, Addison-Wesley, 1.983

LAYER,M :

Las ordenadores y el cambio social

Madrid, Tecnos, 1.982 Traduc: J.Ollera

LAWLER,R:

Computer Experience and Cognitive Development

New York, Ellis Horwood, 1.985

LEFEVRE,J.M:

Guide pratique de l'enseignement assisté par ordinateur

Paris, Cedic/Nathan, 1.984

LEFEVRE,PH:

Audiovisual et télémotique dans la cité

Paris, Documentation Française, 1.979

LERENA, C:

Reprimir y Liberar

Madrid, Akal, 1.983

LEWIS, B-TAGG, D (Ed):

Computers in Education

Amsterdam, North-Holland Pub. Company, 1.981 2 vol.

LINDSAY, P.H-NORMAN, D.A:

Introducción a la psicología cognitiva

Madrid, Tecnos, 1.983 Traduc: J.Seoane, C.Garcia, J.Armero.

LUEHRMANN, A-PECKMAN, H:

Computer Literacy

New York, McGraw-Hill, 1.983

LURIA, A.R-LEONTIEV, A.N-YYGOTSKY, L.S:

Psicología y Pedagogía

Madrid, Akal, 1.979 Traduc: M.E. Benitez

LUSSATO, B:

El desafío informático

Barcelona, Planeta, 1.982 Traduc: J.Liaros y J. Muls

MADDUX, C (Ed):

Logic in the Schools

New York, Harwooth Press, 1.986

MALONE, T.W:

What Makes Thing Fun to Learn? A study of Intrinsically Motivation Computer Games

Palo Alto, Research Center, 1.980

MANGANIELLO,E:*Introducción a las Ciencias de la Educación*

Buenos Aires, Librería del Colegio, 1.980

MARTIN,A:*Teaching and Learning with LOGO*

London, Croom Helm, 1.986

MARTIN,J :*La sociedad interconectada*

Madrid, Tecnos, 1.980 Traduc: M.R. Ramos y J. Ollero

MARTINEZ,M:*Inteligencia y Educación*

Barcelona, P.P.U, 1.986

MASUDA,Y :*La sociedad informatizada como sociedad postindustrial*

Madrid, Fundesco-Tecnos, 1.983 Traduc: J.Ollero

McHALE,J:*El entorno cambiante de la información*

Madrid, Tecnos, 1.981 Traduc: L. Perez

MIRANDA,M:*La educación como proceso conectivo de la sociedad, la ciencia, la tecn. y la política*

México, Trillas, 1.978

MISSIKA,J.L y otros:*Informatisation et emploi. Menace ou mutation?*

París, Documentation Française, 1.981

MOREAU,R:

Ainsi naquit l'informatique

París, Dunod, 1.982

MULLAN,A.P:

El ordenador en la educación básica

Barcelona, Gustavo Gili, 1.985 Traduc: J.Abedal

NEWELL,A-SIMON,H.A:

Human Problem Solving

London, Prentice-Hall, 1.972

NEWELL,A:

Inteligencia artificial y concepto de mente

Valencia, Cuadernos Teorema, 1.980 Traduc: J.Seoane

NEWMAN,J :

Pensamiento y máquinas

Barcelona, Grijalbo, 1.975 Traduc: M. Muntaner

NISBET,J-SHUCKSMITH,J:

Learning Strategies

London, Routledge & Kegan Paul, 1.986

NOBLE,D-D'AQUANNO,M:

L'altra faccia dell'alfabetizzazione informatica

Roma, Armando Editore, 1.985

NORA,S-MINC,A:

La informatización de la sociedad

Mexico, Fondo Cultura Económica, 1.982 Traduc: P.García y R. Ruza.

NOT, L:

Les pédagogies de la connaissance

Paris, Privat, 1.979

NOVAK, J:

Teoría y práctica de la educación

Madrid, Alianza, 1.982 Traduc: C.Del Barrio-C.González.

OBRITS, A.J:

El microordenador en la enseñanza

Madrid, Narcea, 1.985 Traduc: G.Solana

O'SHEA, T-EISENSTADT, M (Ed):

Artificial Intelligence. Tools, Techniques, and Applications

New York, Harper & Row, 1.984

O'SHEA, T-SELF, J:

Learning and Teaching with Computers. Artificial Intelligence in Education

London, Harvester Press, 1.984 Versión castellana:

O'SHEA, T-SELF, J:

Enseñanza y Aprendizaje con Ordenadores. Inteligencia Artificial en Educación

Madrid, Anaya, 1.985 Traduc: L. Rodríguez-Roselló

PAGE, L:

La economía de la educación

Madrid, Narcea, 1.980 Traduc: I.Ibañez.

PAPERT, S:

Mindstorm. Children, Computers and Powerful Ideas

New York, Basic Books Inc., 1.980 Versión castellana:

PAPERT,S:*Desafío a la mente. Computadoras y educación.*

Buenos Aires, Galápago, 1.982 Traduc: L. Espinosa

PAZOS,J:*Inteligencia artificial: métodos, instrumentas, teorías*

Madrid, Paraninfo, 1.984

PENTIRARO,E:*El ordenador en el aula*

Madrid, Anaya, 1.984 Traduc: L. Piastra

PERRET-CLERMONT ,A-N:*La construcción de la inteligencia en la interacción social.*

Madrid, Aprendizaje Visor, 1.984 Traduc: M. Sansalvado

PETERSON,D (Ed):*Intelligent Schoolhouse: Readings on Computers and Learning*

Reston, Reston Publishing, 1.984

PHILLIPS,H.M.:*La educación básica: un desafío mundial. Medias e innovaciones.*

Madrid, Santillana, 1.977 Traduc: M.Alonso

PIAGET,J:*Biología y conocimiento*

Madrid, Siglo XXI, 1.977 (3ª) Traduc: F.González Aramburu

PIAGET,J:*Adaptación vital y psicología de la inteligencia*

Madrid, Siglo XXI, 1.978 Traduc: E.Bustos

PIAGET, J:

La equilibración de las estructuras cognitivas. Problema central del desarrollo

Madrid, Siglo XXI, 1.978 Traduc: E. Bustos

PUIG, J.M:

Teoría de la educación. Una aproximación sistémico-cibernética

Barcelona, P.P.U., 1.986

RAVAIOLI, C:

Tempo da vendere, tempo da usare.

Milano, Franco Angeli, 1.986

REESE, J y otros:

El impacto social de las modernas tecnologías de la información

Madrid, Fundesco-Tecnos 1.983

REGGINI, H:

Alas para la mente. Logo: un lenguaje de computadoras y un estilo de pensar

Buenos Aires, Galápagos, 1.982

REGGINI, H:

Ideas y Formas

Buenos Aires, Galápagos, 1.985

RICH, E:

Artificial Intelligence

New York, McGraw-Hill, 1.983

RISPA, R:

La revolución de la información

Barcelona, Salvat, 1.982

RITCHIE, D:

El cerebro binario. La inteligencia artificial en la era de la electrónica

Barcelona, Planeta, 1.985 Traduc: M.M.Moya.

RIVIERE, A:

La psicología de Vygotski

Madrid, Aprendizaje Visor, 1.985

RODRIGUEZ-ROSELLO, L:

LOGO: De la tortuga a la inteligencia artificial

Madrid, Vector, 1.986

SANDERS, D.H:

Informática: Presente y futura

Madrid, McGraw Hill, 1.985 Traduc: R. de la Piedra, M.L.Fournier, J.Lara y S. Marot

SANVISENS, A (dir):

Introducción a la pedagogía

Barcelona, Barcanova, 1.984

SANVISENS, A:

Cibernética de la humana

Barcelona, Dikos-Tau, 1.984

SAUVY, A:

La máquina y el para. Empleo y progreso técnico

Madrid, Espasa-Calpe, 1.986 Traduc: J.Arevalo

SCHILLER, M:

El poder informático

Barcelona, Gustavo Gili, 1.983 Traduc: C. Philips

SCHWART, B:

L'informatique et l'éducation. Rapport à la C.E.E.

Paris, Documentation Française, 1.981

SCHWART, B:

L'informatique et l'éducation. Rapport à la C.E.E.

Paris, Documentation Française, 1.981

SCHWARTZ, B:

Hacia otra escuela

Madrid, Narcea, 1.979 Traduc: A.Serrano

SEIDEL, R.J-RUBIN, H.L (Ed):

Computers and Communications. Implications for Education

New York, Academic Press, 1.977

SELF, J:

Microcomputers in Education. A Critical Appraisal of Educational Software

Bristol, Harvester Press, 1.985

SILVA, M:

Las redes de Petri: la automática y la informática

Madrid, Editorial AC, 1.985

SIMON, H:

Las ciencias de lo artificial

Barcelona, A.T.E., 1.973 Traduc: R. Berdagué

SIMON, J,C:

La educación y la informatización de la sociedad

Madrid, Narcea, 1.983 Traduc: G. Solana

SMITH,H.T-GREEN,T:

El hombre y los ordenadores inteligentes

Barcelona, Mitre, 1.982 Traduc: L. Porta

SMITH,P.R. (Ed):

CAL 83. Selected Proceedings from Computer Assisted Learning Symposium

Oxford, Pergamon Press, 1.984

SOLOMON,C:

Computer Environments for Children.

Cambridge, M.I.T. Press, 1.986

STERNBERG,R (Ed):

Las capacidades humanas. Un enfoque desde el procesamiento de la información.

Barcelona, Labor, 1.986 Traduc: J.M. Bastús.

STERNBERG,R.J (Ed):

Handbook of Human Intelligence

London, Cambridge, 1.982

SUCHODOLSKI,B:

Tratado de Pedagogía

Barcelona, Peninsula, 1.971 Traduc: M.Bustamante.

TAYLOR,R (Ed):

The Computer in the School: Tutor, Tool, Tutee

New York, Teachers College Press, 1.980

TERRY,E (Ed):

Using Microcomputers in Schools

London, Croon Helm, 1.984

TOFFLER,A:*La tercera ola*

Barcelona, Plaza & Janes, 1.984 (9) Traduc: A.Martín.

TORRANCE,S (Ed):*The mind and the machine. Philosophical aspects of artificial intelligence*

New York, Ellis Horwood, 1.984

TRIADU,J:*Les professions del futur*

Barcelona, Tibidabo Edicions, 1.986

TRILLA,J:*La educación fuera de la escuela*

Barcelona, Planeta, 1.985

TRILLA,J:*La educación informal*

Barcelona, P.P.U., 1.986

TURING,A.M:*¿ Puede pensar una máquina?*

Valencia, Dpto de Lógica, 1.974 Traduc: M.Garrido-A.Anton

TURKLE,S:*El segundo yo: las computadoras y el espíritu humano*

Buenos Aires, Galápagos, 1.984

V.V.A.A.*Actes du colloque international informatique et société*

Paris, Ministère de l'éducation, 1.980

V.V.A.A.:

A Consultative Document on Hypotheses for Education in 2000

Cambridge, Cambridge University Press, 1.983

V.V.A.A.:

Education Use of New Media in Japan

Tokio, Audio-visual Association, 1.984

V.V.A.A.:

Informatique et enseignement. Actes du colloque National

Paris, La Documentation Française, 1.984

V.V.A.A.:

Nuevas Tecnologías en la Vida Cultural Española

Madrid, Fundesco, 1.985

V.V.A.A.:

Pensare a macchina

Napoli, Tecnodid, 1.985

V.V.A.A.:

El desafío de las años 90

Madrid, Fundesco, 1.986

V.V.A.A.:

El desafío tecnológico. España y las Nuevas Tecnologías.

Madrid, Alianza, 1.986

V.V.A.A.:

Tecnología y educación

Barcelona, CEAC, 1.986

V.V.A.A.:

Tecnologie dell'informazione e orientamento nella società post-moderna

Roma, Giunti & Lisciani, 1986

VALLE,R-BARBERA,J-RDS,F:

Inteligencia artificial. Introducción y situación en España

Madrid, Fundesco, 1984

VIAL,J:

La escuela rumbo al 2001

Madrid, Narcea, 1979

VOLPI,C:

Paideia '80. L'educabilità umana nell'era del post moderno

Napoli, Tecnodid, 1983

WEIZENBAUM,J:

La frontera entre el ordenador y la mente

Madrid, Piramide, 1978 Traduc: S. Paez

WILKINSON,A (Ed):

Classroom, Computers and Cognitive Science

New York, Academic Press, 1983

YAZDANI,M (Ed):

New Horizons in Educational Computing

New York, Ellis Horwood, 1984

YAZDANI,M-NARAYANAN,A (Ed):

Artificial Intelligence. Human effects

New York, Ellis Horwood, 1984

ARTICULOS

ACHON, J-CEMELLI, R-UTGES, J.M:

"Educación informática y ordenadores en la E.G.B"

Cuadernos de Pedagogía

Nº 107, Noviembre, 1.983 pp.11-14.

AGUADO, A:

"Perspectivas educacionales del pensamiento tecnológico"

Revista de Educación

Nº 263, Enero-Abril, 1.980 pp.7-30.

AGUADO, R:

"Informática y enseñanza: panorama en Francia, Gran Bretaña y España"

Apuntes de Educación

Nº 12, Enero-Marzo, 1.984 pp.16-17

AGUSTI, J-LOPEZ DE MANTARAS, R:

"Inteligencia artificial. Técnicas y actividades principales"

Mundo Electrónica

Nº 150, Abril, 1.985 pp.43-52.

AHL, D.H.:

"Progress on the Project: an interview with Dr. Kazuhiro Fuchi"

Creative Computing

Nº 8, Vol. 10, August, 1.984 pp.114-115

AHL, D:

"Why do an issue on Japan?"

Creative computing

Nº 8, Vol 10, August, 1.984 pp.12-15

AMAREL, M:

"The classroom: an instructional setting for teachers, students and the computer"

En, WILKINSON, A (Ed):

Classroom: Computer and Cognitive Science

New York, Prentice-Hall, 1.983 pp.15-29

AMAREL, S:

"Problems of representation in heuristics problem solving: related issues in the development of Expert Systems"

En, GRONER, R-GRONER, M-BISHOP, W (ed):

Methods of Heuristic

London, Lawrence Erlbaum, 1.983 pp.245-351

ANDERSON, N-RASMUSSEN, L:

"Implicaciones sociológicas de los sistemas de ordenadores"

En, SMITH, H-GREEN, J (Ed):

El Hombre y los Ordenadores Inteligentes

Barcelona, Mitre, 1.982 pp.129-161

ARLEGUI, F. J:

"Sentido de la informática en el currículum escolar. El lenguaje LOGO y sus aplicaciones educativas"

Bardón

Nº 261, Enero-Febrero, 1.986 pp.51-65

ARRIOLA, J.M:

"Impactos sociales de la temática"

En, V.V.A.A.:

Nuevas Tecnologías en la Vida Cultural Española

Madrid, Fundesco, 1.985 pp.295-297

AUSTIN, G.R-LUTTERODT, S.A:

"El ordenador en la escuela"

Perspectivas

Nº 4, Vol XII, 1.982 pp.453-473

AUSTIN, H:

"Teaching teachers Logo"

LOGO MEMO

Nº 23, M.I.T., 1.976

BAKER, J.D:

"How will improvements in Man-Machine interface affect learning?",

En , SEIDEL, R.J-RUBIN, M.L:

Computers and Communications: implications for education

New York, Academic Press, 1.977 pp.379-386

BARBERA, J:

"Conferencia internacional sobre la 5ª Generación"

Mundo Electrónico

Nº 149, Marzo, 1.985 pp.63-72.

BATEY, A:

"The software selection process: some management questions"

Computing Teacher

Nº 23, Octubre, 1.983 pp.64-65

BENNET, H-WALLING, D:

"Once again, structured programming: is it necessary"

En, MADDUX, C (Ed):

Logo in the Schools

New York, Harworth Press, 1.985 pp. 171-178

BERNAL, F.J:

"Hacia una nueva pedagogía de la información"

Cuadernos de Educación y Nuevas Tecnologías de la Información

Nº 3, Fundesco, 1.985 pp.12-18

BILLINGS,K:

"Microcomputers in education: now and in the future"

En, HARPER,D.O-STEWART,J.M:

Run : Computer Education

California, Brooks/Cole Publishing Company, 1.983 pp.48-50

BILLSTEIN,R-MOORE,M:

"Recursion, recursion"

The Computer Teaching

№5, Vol.11, December/January, 1.983 pp.46-48

BODEN,M:

"The social impact of thinking machines"

En, FORESTER,T (Ed):

The Information Technology Revolution

Cambridge, MIT Press, 1.985 pp.95-104

BORK,A :

"Learning Through graphics"

En, TAYLOR,R (Ed):

The Computer in the School: Tutor, Tool, Tutee

New York, Teachers College Press, 1.980 pp.67-84

BORK,A-FRANKLIN,S.D:

"The role of personal computer systems in education"

En, HARPER,D.O-STEWART,J.M:

Run : Computer Education

California, Brooks/Cole Publishing Company, 1.983 pp.37-44

BORK,A:

"Interactive learning"

En, TAYLOR,R :

The Computer in the School: Tutor, Tool, Tutee

New York, Teachers College Press, 1.980 pp.53-67

BORK, A:

"Preparing student-computer dialogs: advice to teachers"

En, TAYLOR, R (ed):

The Computer in the School: Tutor, Tool, Tutee

New York, Teachers College Press, 1980 pp.15-53

BROOKS, F.P:

"Man-Machine Interface"

En, SEIDEL, R.J-RUBIN, M.L (Ed):

Computer and Communications: Implications for Education

New York, Academic Press, 1977 pp.371-373

BURNETT, D:

"Logo for teacher education"

En, YAZDANI, M (Ed):

New Horizons in Educational Computing

New York, Ellis Horwood, 1984 pp.72-84

BURROWES, S:

"Logo programming style: a contradictions in terms?"

LOGO 86 Proceedings

Cambridge, MIT, 1986 pp.231-233

BUSINES WEEK:

"Telecommunications liberalization"

En, FORESTER, T (Ed):

The Information Technology Revolution

Cambridge, MIT Press, 1985 pp.120-137

CAR, B-GOLDSTEIN, I-STANSFIELD, J:

"WUMPUS Advisor 1: A first implementation of a program that tutors logical and probabilistic reasoning skills"

LOGO Memo

№ 36, M.I.T., 1976

CARABANA, J:

"Sistema educativo y mercado de trabajo en el horizonte del año 2000"

Revista de Educación

Nº 273, Enero-Abril, 1.984 pp.23-48

CASTELLS, J-RUIZ, F:

"Possibles aplicacions educatives dels ordinadors"

Butlletí del Mestre

Nº 184, Febrero, 1.984 pp.1-6

CASTILLA, A-ALONSO, C:

"Receptividad de la sociedad española ante las nuevas tecnologías de la información"

En , V.V.A.A.:

El desafío de los años 90

Madrid, Fundesco , 1.986 pp.177-193

CASTILLA, A-DIAZ, J.A:

"Civilización del ocio y sociedad de la información"

Telas

Nº 6, Junio-Agosto 1.986 pp.56-60

CASTILLO, J:

"Nuevas Tecnologías y condiciones de trabajo"

Telas

Nº 5, Enero-Marzo, 1.986 pp.24-37

CEMELI, R:

"La integració de la informàtica en una escola"

Monografic

Nº 1, Febrer, 1.986 pp. 34-37

CHAMBERS, J.A-SPRECHER, J.W:

"Computer assisted instruction: current trends and critical issues"

En, HARPER, D.O-STEWART, J.M:

Run: Computer Education

California, Brooks/Cole Publishing Company, 1.983 pp.107-118

CHAMBERS, J.A-SPRECHER, J.W:

"Computer assisted learning in U.S. secondary/ elementary schools"

En, HARPER, D.O-STEWART, J.M:

Run: Computer Education

California, Brooks/Cole Publishing Company, 1.983 pp.119-120.

CHAR, C:

"Research and desing issues concerning the development of educational software for children"

Bank Street College of Education

New York, Technical Report Nº 14, 1.983

CHI CHEN, T:

"Computing power to the people. A conservative ten-year projection"

En, SEIDEL, R.J-RUBIN, M.L (Ed):

Computer and Communications: Implications for Education

New York, Academic Press, 1.977 pp.53-59

CHI, M-GLASER, R:

"Capacidad de resolución de problemas"

En, STERNBERG, R (Ed):

Las capacidades humanas. Un enfoque desde el procesamiento de la información.

Barcelona, Labor, 1.986 pp.293-323

CHOROVER, S:

"Cautions on computers in education"

BYTE

Nº 6, June, 1.984 pp.223-232

CLANCEY, W:

"Tutoring rules for guiding a case method dialogue"

En, SLEEMAN, D-BROWN, J.S:

Intelligent Tutoring Systems

London, Academic Press, 1.982 pp.201-222

CLEMENTS, D-NASTASI, B:

"Metacognitive interaction in Logo Programming and computer-assisted instruction environments"

Comunicación presentada en:

Annual Meeting of the American Educational Research Association

San Francisco, Abril, 1.986

CLEMENTS, D:

"Effects of computer programming on young children's cognition"

Journal of Educational Psychology

Nº 76, 1.984 pp 1051-1058

COHEN, R.S:

"So, What Do Children Learn with Logo?"

LOGO-85. Pre-Proceedings

Cambridge, M.I.T., 1.984 pp.39-47

COLL, C:

"La construcción de esquemas de conocimiento en el proceso de enseñanza-aprendizaje"

En, COLL, C (Com):

Psicología genética y aprendizajes escolares

Madrid, Siglo XXI, 1.983 pp 183-201

COLL, C:

"Estructura grupal, interacción entre alumnos y aprendizaje escolar"

Infancia y Aprendizaje

Nº 27-28, Vol. 3/4 1.984 pp.119-138

CRAWFORD, D.E:

"Breaking down the barriers: The real micro-miracle"

En, HARPER, D.O-STEWART, J.M:

Run : Computer Education

California, Brooks/Cole Publishing Company, 1.983 pp.10-13

CUENA, J:

"Sistemas expertos"

Mundo electrónico

Nº 149, Marzo, 1.985 pp.73-82

CUENA, J:

"Adquisición del conocimiento y aprendizaje en sistemas basados en reglas"

En, CUENA, J y otros:

Inteligencia Artificial : Sistemas expertos

Madrid, Alianza, 1.986 pp.111-145

CUENA, J:

"Consideraciones sobre aplicaciones de los sistemas expertos"

En, CUENA, J y otros:

Inteligencia Artificial : Sistemas expertos

Madrid, Alianza, 1.986 pp.145-158

CUENA, J:

"Introducción general a la inteligencia artificial"

En, CUENA, J y otros:

Inteligencia Artificial : Sistemas expertos

Madrid, Alianza, 1.986 pp. 9-23

CUETO, J:

"Efectos culturales de las nuevas tecnologías de la información"

En : V.V.A.A.:

Nuevas Tecnologías en la Vida Cultural Española

Madrid, Fundesco, 1.985 pp.37-49

CURNOW,R-CURRAN,S:

"La tecnología aplicada"

EN, FRIEDRICHS,G-SCHAFF,A:

Microelectrónica y sociedad. Para bien y para mal.

Madrid, Alhambra, 1.982 pp.74-97

DE LA ORDEN,A:

"Las nuevas tecnologías en la educación"

Bardón

Nº 261, Enero-Febrero, 1.986 pp.9-20

DELVAL,J:

"Dónde ponemos los ordenadores"

El País. Suplemento Educación

22, Noviembre, 1.983 pp.1-4

DELVAL,J:

"Los usos del ordenador en la escuela"

Revista de Educación

Nº 276, Enero-Abril, 1.985 pp.27-49

DELVAL,J:

"Para qué vale un ordenador en la escuela"

Cuadernos de Educación y Nuevas Tecnologías de la Información

Nº 1, Fundesco, 1.985 pp.4-9

DEMAIZIERE,F:

"Les questions que recontre l'utilisateur de l'enseignement assisté par ordinateur (EAO)"

Journées d'Etude: L'utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement des langues vivantes

Paris, Noviembre, 1.982

DENNET,D:

"Intentional Systems"

En, HAUGELAND,J (Ed):

Mind Design

Cambridge, MIT Press, 1.985 pp.220-243

DIONNET,S-MARTI,E-VITALE,B-WELLS,A:

"Representation et controle global-local du mouvement chez l'enfant dans la programmation Logo"

(Documenta).

Genebra, 1.984

DISESSA,A:

"On 'Learnable' Representations of Knowledge. A Meaning for the Computational Metaphor"

LOGO Memo

Nº 47, M.I.T., 1.977

DISESSA,A:

"Notes on the future of programming"

LOGO-84. Pre-Proceedings

Cambridge, M.I.T., 1.984 pp.149-155

DONHAM,J:

"Selecting computing software . We take it seriously"

The Computing Teacher

Nº 23 October, 1.984 pp.63-64

DORNER,D:

"Heuristics and cognition in complex systems"

En, GRONER,R-GRONER,H-BISHOF,W:

Methods of Heuristics

London, Lawrance Erlbaum, 1.983 pp.89-109

DREYFUS, H.L.:

"From micro-worlds to knowledge representation: A.I. at an impasse"

En, HAUGELAND, J (Ed):

Mind Design

Cambridge, MIT Press, 1.985 pp.161-205

DUCKWORTH, E.:

"O se lo enseñamos demasiado pronto y no puede aprenderlo o demasiado tarde y ya lo conoce: el dilema de aplicar Piaget"

Monografía de Infancia y Aprendizaje dedicada a Piaget

Monografía Nº 1, 1.981 163-176

DUCKWORTH, E.:

"Tener ideas maravillosas"

En, COLL, C (Comp):

Psicología genética y aprendizajes escolares

Madrid, Siglo XXI, 1.983 pp.43-57

DWYER, T.:

"Some principles for the human use of computers in education"

International Journal of Man-Machine Studies

Nº3, Vol.3, 1.971 pp.119-126

DWYER, T.:

"An extensible model for using technology in education"

En, SEIDEL, R.J-RUBIN, M (Ed):

Computers and Communications

New York, Academic Press, 1.977 pp.279-286

DWYER, T.:

"Heuristic strategies for using computers to enrich education"

En, TAYLOR, R (ed):

The Computer in the School: Tutor, Tool, Tutee

New York, Teachers College Press, 1.980 pp.87-104

DWYER,T:

"The fundamental problem of computer-enhanced education and some ideas about a solution"

En, TAYLOR,R (ed):

The Computer in the School : Tutor, Tool, Tutee

New York, Teachers College Press, 1.980 pp.119-126

DWYER,T:

"The significance of solo-mode computing for curriculum design"

En, TAYLOR,R (ed):

The Computer in the School : Tutor, Tool, Tutee

New York, Teachers College Press, 1.980 pp.104-113

DWYER,T:

"Take a publisher to lunch"

En , PETERSON,D:

Intelligent Schoolhouse: Readings on Computers and Learning

Reston, Reston Publishing, 1.984 pp.36-41

DWYER,TH:

"Some thoughts on computers and greatness in teaching"

En, TAYLOR,R (ed):

The Computer in the School : Tutor, Tool, Tutee

New York, Teachers College Press, 1.980 pp.113-118

D'ANGELO:

"The microprocessor as a pencil"

En, HARPER,D.O-STEWART,J.M:

Run : Computer Education

California, Brooks/Cole Publishing Company, 1.983 pp.13-16

D'AQUANNO,M:

" Educazione e società dell'informazione"

En, RICHMOND,K:

Il computer nell'educazione. Pro e contra

Roma, Armando Editore, 1.985 pp.7-31

EDWARDS,L:

"Enrichment courseware for middle school mathematics"

The Computing Teacher

Nº 24, November, 1.984 pp.68-69

EIMER,P:

"Sluggin it out in the school-yard"

Time

Nº 11, March, 1.984 p.43

ELLIOT,R:

"Evaluating microcomputer programs"

Special Services in the School

Nº 14, Vol. 1, 1.984 pp.83-90

ENNALS,R:

"Teaching logic as a computer language in school"

En, YAZDANI,M (Ed):

New Horizons in Educational Computing

New York, Ellis Horwood, 1.984 pp.164-178

EVANS,J:

"El trabajador y el puesto de trabajo"

EN, FRIEDRICH,G-SCHAFF,A:

Microelectrónica y sociedad. Para bien y para mal.

Madrid, Alhambra, 1.982 pp.130-155

FARBER,D.J.:

"Personal computers : impact on future communications systems"

En , SEIDEL,R.J-RUBIN,M.L:

Computers and Comunications : implications for education

New York, Academic Press, 1.977 pp.141-144

FEIGENBAUM,E.A.- McCORDUCK,P:

"The fifth generation"

Creative computing

Nº 8, August, 1.984 pp.103-113

FERGUSON,CH:

"Chips: the US versus Japan"

En, FORESTER,T(Ed):

The Information Technology Revolution

Cambridge, MIT Press, 1.985 pp.45-56

FERNANDEZ,G:

"Panorama de los sistemas expertos"

En, CUENA,J y otros:

Inteligencia artificial: Sistemas expertos

Madrid, Alianza, 1.986 pp.23-53

FERRARA,J-PARRY,J-LUBKE,M:

"Expert systems. Authoring tools for the microcomputers: two examples"

Educational Technology

Nº 4, April, 1.985 pp.39-40

FERRARIS,M-MIDORO,V-OLIMPO,G:

"Petri Nets as a modelling tool in the development of CAL courseware"

Computer Education

Nº 1, Vol 8, 1.984 pp.41-49

FIGINI,S-VALDEMARIN,D:

"Aulas y cambio tecnológico"

Revista de Educación,

Nº 276, Enero-Abril, 1.985 pp.137-155

FORMAN,D:

"Search of the literature"

En, HARPER,D.O-STEWART,J.M:

Run : Computer Education

California, Brooks/Cole Publishing Company, 1.983 pp.128-140.

FORMAN,E.A-CAZDEN,C.B:

"Perspectivas vygotskianas en la educación: el valor cognitivo de la interacción entre iguales"

Infancia y Aprendizaje

Nº 27-28, Vol.3/4, 1.984 pp.139-148

FRANCES,E:

"La enseñanza de la informática"

Informática Test

Nº 16, Diciembre, 1.984 pp.73-78

FREEDMAN,D:

"New use of educational computing as a tutoring tool"

En, GONZALEZ-MARTI,J (Comp):

Development Tutoring: An Integrative Comprehensive and Progressive Approach

New York, University of New York, 1.983 pp.81-91

FRIENDLAND,E-FRIENDLAND,H:

"Beyond turtle graphics"

LOGO and Educational Computing Journal

Nº 1, Vol.2, June, 1.984 pp.17-25

GALVAN,J:

"Alternativas a la polémica actual sobre la introducción de la informática en la educación"

Actualidad Electrónica

Nº1, Enero, 1.984 pp.4-5

GALVAN,J:

"Contexto social y tecnológico del proyecto Atenea"

Mundo Electrónico

Nº 154, Setiembre, 1.985 pp.53-60

GALVAN,J:

"Servidumbres y liberaciones de la electrónica"

En : V.V.A.A.:

Nuevas Tecnologías en la Vida Cultural Española

Madrid, Fundesco, 1.985 pp.113-121

GANASCIA,J.G:

"La concepción de los sistemas expertos"

Mundo Científico

Nº 53, Diciembre, 1.985 pp.1210-1218

GARANTO,J:

"Los microordenadores ¿profesores del mañana?"

Revista Española de Pedagogía

Nº 154, Octubre-Diciembre, 1.981 pp.73-90

GARCIA CUARTANGO,P :

"El desafío japonés en materia de la 5ª generación"

Mundo Electrónico

Nº 149, Marzo, 1.985 pp.57-60

GARCIA,D-GROS,B-MOSQUERA,C:

"Estudio de la utilización del lenguaje Logo en el ciclo medio y superior de E.G.B."

II Jornadas Nacionales sobre Informática en la Enseñanza

Zaragoza, Heraldo de Aragón, 1.986 pp 87-92

GARIJO, F.J. :

"Entornos de programación"

Mundo electrónico

Nº 149, Marzo, 1.985 pp.83-94

GARIJO, F.J-VERDEJO, M.F.:

"Sistemas inteligentes de enseñanza asistida por computador"

Mundo Electrónica

Nº 154, Setiembre, 1.985 pp.77-82

GAYLORD, V-FRANFON, T.:

"The computer and user difference toward people: a study of computer interaction in social and emotional needs"

Education Technologie,

Nº 4, April, 1.985 pp.12-14

GENESERETH, M.R.:

"The role of plans in intelligent teaching systems"

En, SLEEMAN, D-BROWN, J.S:

Intelligent Tutoring Systems

London, Academic Press, 1.982 pp.137-157

GIL, P-SAINZ, D.:

"¿Cómo perciben Logo los niños? ¿Cambia con Logo su percepción de las matemáticas?"

En, V.V.A.A.:

II Jornadas Nacionales sobre informática en la enseñanza

Zaragoza, Heraldo de Aragón, 1.986 pp.119-129

GLEARSON, G.T.:

"Microcomputers in education: the state of the art"

Education Technology

Nº 21, Vol. 3, 1.981 pp.7-18

GLOBERSON, T:

"Stylistic differences in learning Logo"

Comunicación presentada en:

LOGO 85

Cambridge, MIT, 1.985

GOLDSTEIN, I-MILLER, M:

"Parsing protocols using problem solving grammars"

Logo Memo

№ 32, MIT, 1.976

GOLDSTEIN, I-MILLER, M:

"SPADE : A grammar based editor for planning and debugging programs"

Logo Memo

№ 33, MIT, 1.976

GOLDSTEIN, I-MILLER, M:

"Structured planning and debugging: a linguistic theory of design"

Logo Memo

№ 34, MIT, 1.976

GOLDSTEIN, I:

"The computer as coach: an athletic paradigm for intellectual education"

Logo Memo

№ 37, MIT, 1.976

GOLDSTEIN, I:

"The genetic graph: a representation for the evolution of procedural knowledge"

En, SLEEMAN, D-BROWN, J, S:

Intelligent Tutoring Systems

London, Academic Press, 1.982 pp. 51-79

GREEN,T:

"La programación como actividad cognoscitiva"

En, SMITH,H-GREEN,J:

El hombre y los ordenadores inteligentes

Barcelona, Mitre, 1.982 pp.331-385

GREEN,T:

"Learning big and little programming languages"

En, WILKINSON,A (Ed):

Classroom Computer and Cognitive Science

New York, Academic Press, 1.983 pp.71-92

GREENWOOD,S:

"Kids and computers : The future is today"

En, HARPER,D.O-STEWART,J.M:

Run : Computer Education

California, Brooks/Cole Publishing Company, 1.983 pp.175-179

GROEN,G:

"Theories of Logo"

LOGO-84. Pre-Proceedings

Cambridge, M.I.T., 1.984 pp.49-53

GROOT,A:

"Heuristics, mental programs, and intelligence"

En, GRONER,R-GRONER,M-BISCHOF,M.F (Ed):

Methods of Heuristics

London, Lawrence Erlbaum, 1.983 pp.109-131

GROS,B-RODRIGUEZ,J.L:

"La evaluación de software educativo"

Cuadernos de Estudio

Barcelona, Dpto Pedagogía Sistemática (en prensa)

GROS,B:

"La introducción del ordenador en la escuela: alternativas posibles"

En, V.V.A.A.:

I Jornadas Nacionales sobre informática en la enseñanza

Zaragoza, Heraldo de Aragón, 1.985 pp.71-76

GROS,B:

"La utilización del ordenador en la institución escolar"

Informática Test

Nº 19, Marzo, 1.985 pp 63-67

GROS,B:

"The problem of the evaluation and integration of Logo language in the school curriculum"

LOGO 85. Pre-Proceedings

Cambridge, MIT, 1.985 pp.113-114

GROS,B:

"Reflexiones en torno a las investigaciones sobre la utilización del lenguaje Logo en el marco escolar"

En, V.V.A.A.:

II Jornadas Nacionales sobre informática en la enseñanza

Zaragoza, Heraldo de Aragón, 1.986 pp.65-70

GUBERN,R:

"La antropotróica: nuevos modelos tecnoculturales de la sociedad mass-mediática"

En : V.V.A.A.:

Nuevas Tecnologías en la Vida Cultural Española

Madrid, Fundesco, 1.985 pp.29-37

HAMELIK,C:

"La sociedad de la información : un panorama engañoso"

Telas

Nº 5 Enero-Marzo, 1.986 pp.8-10

HARMAN, W:

"La sociedad informática y el 'trabajo significativo' : el próximo desafío de la sociedad industrial"

En , V.V.A.A.:

El desafío de los años 90

Madrid, Fundesco , 1.986 pp.145-163

HARTLEY, R:

"Aprendizaje con la ayuda de ordenadores"

En, SMITH-H-GREEN, J:

El hombre y los ordenadores inteligentes

Barcelona, Mitre, 1.982 pp.167-203

HARVEY, B:

"Why Logo?"

BYTE

Nº 7, August, 1.982 pp.163-176

HARVEY, B:

"Why Logo?"

En, YAZDANI, M:

New Horizons in Educational Computing

New York, Ellis Horwood, 1.984 pp.21-40

HIGGINSON, W:

"About that rose garden: remarks on Logo, learning, children and schools"

LOGO 84. Pre-Proceedings

Cambridge, M.I.T., 1.984 pp.31-37

HOPMANN, M-HOPKINS, J-SOKEN, N:

"Documenting Logo growth: A developing methodology"

LOGO 85 Proceedings

Cambridge, MIT, 1.986 pp.26-29

HOWE, J et al:

"Model building, mathematics and Logo"

En, YAZDANI, M (Ed):

New Horizons in Educational Computing

New York, Ellis Harwood, 1.984 pp.54-72

HOWE, J:

"Development stages in learning to program"

En, KLIX, F-HOFFNA, J:

Cognition and memory

Amsterdam, North Holland, 1.980 pp.253-263

HOWE, J:

"Developmental stages in learning to program"

En, KLIX, F-HOFFMAN, D:

Cognition and memory

Amsterdam, North-Holland, 1.980 pp.253-263

HOYLES, C:

"Developing a context for Logo in school Mathematics"

LOGO-85. Theoretical Papers

Nº 1, July, 1.985 pp.23-43

INFORME:

"Japon: les limites de l'ordinateur"

Le monde de l'éducation

Nº 100, December, 1.983 pp.24-26

INGLE, H:

"Las nuevas tecnologías de información al servicio de las instituciones educativas del Estado"

Ponencia presentada en

IV Convención de Televisión y Educación

Barcelona, Setiembre, 1.983

INHELDER,B:

"On generating procedures and structuring knowledge"

En, GRONER,R-GRONER,M-BISCHOF,M.F:

Methods of Heuristics

London, Lawrence Erlbaum, 1.983 pp.109-131

JENKIN,P:

"Automation is good for us"

En, FORESTER,T(Ed):

The Information Technology Revolution

Cambridge, MIT Press, 1.985 pp.377-380

JONES,B.J:

"The two cultures and computer science"

En, HARPER,D.O-STEWART,J.M:

Run : Computer Education

California, Brooks/Cole Publishing Company, 1.983 pp.197-199.

JULIA,P:

"Status epistemologic de les regles en la intel.ligencia artificial"

Comunicación presentada en:

I Jornades d'intel.ligència artificial per a bases de dades

Blanes, Octubre, 1.985

KAHN,R-ERNST,M:

"The impact of Cable"

En, FORESTER,T(Ed):

The Information Technology Revolution

Cambridge, MIT Press, 1.985 pp.147-155

KIMBALL,R:

"A self-improving tutor for symbolic integration"

En, SLEEMAN,D-BROWN,J,S:

Intelligent Tutoring Systems

London, Academic Press, 1.982 pp.283-309

KING,A:

"Microelectrónica e interdependencia mundial"

EN, FRIEDRICHS,G-SCHAFF,A:

Microelectrónica y sociedad. Para bien y para mal.

Madrid, Alhambra, 1.982 pp.255-275

KING,A:

"¿Nueva revolución industrial o simplemente otra tecnología?"

EN, FRIEDRICHS,G-SCHAFF,A:

Microelectrónica y sociedad. Para bien y para mal.

Madrid, Alhambra, 1.982 pp.1-28

KLASSEN,D:

"Computer Literacy"

En, HARPER,D.O-STEWART,J.M:

Run : Computer Education

California, Brooks/Cole Publishing Company, 1.983 pp.34-36

KLEIRMAN,G-HUMPHREY,M-LINDSAY,P.H:

"Microcomputers and hyperactive children"

En, HARPER,D.O-STEWART,J.M:

Run : Computer Education

California, Brooks/Cole Publishing Company, 1.983 pp.227-228

KODRATOFF,Y:

"Cuando el ordenador aprende"

Mundo Científico

Nº 53, Diciembre, 1.985 pp.268-278

KOWALSKI,B:

"Logic as a computers language for children"

En, YAZDANI,M (Ed):

New Horizons in Educational Computing

New York, Ellis Horwood, 1.984 pp.121-145

KURLAND, M-PEA, R:

"Children's mental models of recursive Logo programs"

Bank Street College.

New York, Technical Report Nº 10, 1.981

KURLAND, M:

"Software in the classroom: issues in the design of effective software tools"

Bank Street College.

New York, Technical Report Nº 15, 1.983

LABORDA, J :

"Inteligencia artificial y educación"

En, LABORDA, J (Ed):

Informática y educación. Técnicas fundamentales

Barcelona, Laia, 1.986 pp.187-210

LABORDA, J :

"Los programas y su metodología"

En, LABORDA, J (Ed):

Informática y educación. Técnicas fundamentales

Barcelona, Laia, 1.986 pp.29-55

LABORDA, J :

"Mitos y realidades de la informática"

En, LABORDA, J (Ed):

Informática y educación. Técnicas fundamentales

Barcelona, Laia, 1.986 pp.211-227

LABORDA, J :

"Qué es la informática y qué es informática educativa"

En, LABORDA, J (Ed):

Informática y educación. Técnicas fundamentales

Barcelona, Laia, 1.986 pp.11-28

LABORDA, J:

"Postmodernidad y educación: el microordenador como herramienta metodológica"

Cuadernos de Pedagogía

Nº 107, Noviembre, 1.983 pp.4-7

LABORDA, J:

"Modelos lingüísticos, modelos educativos e informática"

Comunicación presentada en:

I Congreso de Lenguajes Naturales y Lenguajes Formales

Barcelona, 1.985

LABORDA, J:

"Apuntalar la escuela: peligro y oportunidad de la informática"

En, V.V.A.A.:

II Jornadas Nacionales sobre informática en la enseñanza

Zaragoza, Heraldo de Aragón, 1.986 pp.501-509

LAWLER, R:

"Extending a powerful idea"

LOGO Memo

Nº 58, M.I.T., 1.980

LAWLER, R:

"Some Powerful Ideas"

LOGO Memo

Nº 60, M.I.T., 1.981

LAWLER, R:

"Designing computer-based microworlds"

BYTE

Nº 7, August, 1.982 pp.138-160

LAWLER,R:

Publicado también en:

En, YAZDANI,M (Ed):

New Horizons in Educational Computing

New York, Ellis Horwood, 1.984 pp.45-54

LEONTIEF,W:

"La economía mundial en el año 2000"

Investigación y Ciencia

Nº 50, Noviembre, 1.980 pp.140-154

LEONTIEF,W:

"Distribución del trabajo y renta"

Investigación y Ciencia

Nº 74, Noviembre, 1.982 pp.132-142

LERON,U:

"Some Thoughts on Logo-85"

LOGO 85. Theoretical Papers

Nº 1, July, 1.985 pp.43-53

LERON,V:

"Logo today : vision and reality"

The Computing Teacher

Nº 5, Vol. 12, February, 1.985 pp.26-32

LOPEZ ARANGUREN,J.L:

"El futuro de la cultura en la era tecnológica"

En : V.V.A.A.:

Nuevas Tecnologías en la Vida Cultural Española

Madrid, Fundesco, 1.985 pp.355-358

LOPEZ de MANTARAS,R:

"La inteligencia artificial en los sistemas de E.A.O"

En, AGUARELES,M.A-GROS,B-MARTINEZ,M:

La educación ante la informática

Barcelona, P.P.U. (en prensa)

LOPEZ de MANTARAS,R:

"La intel.ligència artificial: des dels orígens fins al futur"

Ciència

Nº 3, Vol 3, Octubre, 1.983 pp.16-24

LOPEZ de MANTARAS,R:

"Concepto y perspectivas de las técnicas de representación y adquisición de conocimiento"

En, VALLE,R y otros:

Inteligencia Artificial. Introducción y situación en España

Madrid, Fundesco, 1.984 pp.59-71

LOPEZ de MANTARAS,R:

"Modelos de razonamiento aproximado"

Mundo Científica

Nº 53, Diciembre, 1.985 pp.1246-1258

LOPEZ de MANTARAS,R:

"Técnicas de representación del razonamiento aproximado"

En, CUENA,J y Otros:

Inteligencia artificial : sistemas expertos

Madrid, Alianza, 1.986 pp.69-111

LOPEZ,C-RODRIGUEZ,L:

"Revisión y evaluación de programas de ordenador para la enseñanza"

Cuadernos de Educación y Nuevas Tecnologías

Nº 2, Fundesco, 1.985 pp.14-19

LORAS,E-RECASENS,R:

"EAO, la nueva formación"

Informática Test

Nº 16, Diciembre, 1.984 pp.59-72

LUEHRMANN,A:

"Pre- and post-college computer education"

En, TAYLOR,R (Ed):

The Computer in the School: Tutor, Tool, Tutee

New York, Teachers College Press, 1.980 pp.141-149

LUEHRMANN,A:

"Prepared statement on research, development and planning for computer and the learning society"

En, TAYLOR,R (Ed):

The Computer in the School: Tutor, Tool, Tutee

New York, Teachers College Press, 1.980 pp.136-141

LUEHRMANN,A:

"Should the computer teach the student , or vice-versa?"

En, TAYLOR,R (Ed):

The Computer in the School: Tutor, Tool, Tutee

New York, Teachers College Press, 1.980 pp.129-136

LUEHRMANN,A:

"Technology in science education"

En, TAYLOR,R (Ed):

The Computer in the School: Tutor, Tool, Tutee

New York, Teachers College Press, 1.980 pp.149-158

LUEHRMANN,A:

"Computer literacy: The what, why and how",

En, PETERSON,D (Ed):

Intelligent Schoolhouse: Readings on Computers and Learning

Reston, Reston Publishing, 1.984 pp.53-59

MALONE, T.W.:

"Towards a Theory of Intrinsically Motivating Instruction"

Cognitive Science

Nº 5, 1.981 pp.330-370

MARIEN, M.:

"Some questions for the Information Society"

En, FORESTER, T. (Ed):

The Information Technology Revolution

Cambridge, MIT Press, 1.985 pp.648-660

MARTI, E.:

"El ordenador como metáfora: las posibilidades educativas de Logo"

Infancia y Aprendizaje

Nº 26, Vol.2., 1.984 pp.47-64

MARTIN SERRANO, M.:

"Innovación tecnológica, cambio social y control social"

En: V.V.A.A.:

Nuevas Tecnologías en la Vida Cultural Española

Madrid, Fundesco, 1.985 pp.203-213

MARTIN, M.:

"Recursion: a powerful, but often difficult idea"

En, MADDUX, C. (Ed):

Logo in the Schools

New York, Harworth, 1.985 pp.209-217

MARTINEZ COBO, P.:

"Aplicación de los microordenadores a la enseñanza"

Apuntes de Educación

Nº 12, Enero-Marzo, 1.984 pp.3-5

MARTINEZ,M:

"Reflexiones sobre la escuela en un entorno hipertecnológico e hipercomunicativo"

en AGUARELES,M.A.-MARTINEZ,M-VIVES,N:

Renovación Pedagógica y Nuevas Tecnologías

Barcelona, P.P.U., 1.985 pp.130-154

MASTERSON,F:

"Languages for students"

BYTE

Nº6, Vol. 9, June, 1.984 pp.233-242

MASUDA,Y:

"Computopia"

En, FORESTER,T(Ed):

The Information Technology Revolution

Cambridge, MIT Press, 1.985 pp.620-635

MAYO,J:

"Evolution of the intelligent network"

En, FORESTER,T(Ed):

The Information Technology Revolution

Cambridge, MIT Press, 1.985 pp.106-120

MILER,M:

"A structured planning and debugging environment for elementary programming"

En, SLEEMAN,D-BROWN,J,S:

Intelligent Tutoring Systems

London, Academic Press, 1.982 pp.119-137

MILLER,G:

"Computer in education: A non-orwellian view"

En, HARPER,D.O-STEWART,J.M:

Run : Computer Education

California, Brooks/Cole Publishing Company, 1.983 pp.17-20

MILLER,L:

"Natural learning"

LOGO Memo

Nº 61, October, 1.981

MINSKY,M:

"Applying artificial intelligence to education"

En, SEIDEL,R.J-RUBIN,M.L:

Computers and Communications

New York, Academic Press, 1.977 pp.245-252

MINSKY,M:

"Frame system theory"

En, JOHNSON-LAIRD,R.N-WASON,P.C:

Thinking. Reading in Cognitive Science

London, Cambridge University Press, 1.980 pp.341-400

MINSKY,M:

"A framework for representation knowledge"

En,HAUGELAND,J (Ed):

Mind Design

Cambridge, MIT Press, 1.985 pp.95-129

MOLNAR,A-DERINGER,D.K:

"Edutainment: how to laugh and learn"

I.E.E. Spectrum

Nº 6, Vol 21, Junio, 1.984 pp.140-148

MOMPIN,J:

"Las nuevas tecnologías y la sociedad postindustrial"

Mundo Electrónico

Nº 149, Marzo, 1.985 pp.49-54

MORGAN,R.P:

"Potencial impacts of education telecommunications systems"

En, SEIDEL,R.J-RUBIN,M.L:

Computers and Communications

New York, Academic Press, 1.977 pp.201-220

MUNOZ,J:

"Software educativo"

Informática Test

Nº 16, Diciembre, 1.984 pp.79-86

NAISBITT,J:

"Diez nuevas tendencias"

En , V.V.A.A.:

El desafío de los años 90

Madrid, Fundesco , 1.986 pp.25-62

NEUSTADT,R:

"Electronic politics"

En, FORESTER,T(Ed):

The Information Technology Revolution

Cambridge, MIT Press, 1.985 pp.561-569

NEWELL,A:

"Computer Science as empirical inquiry: symbols and search"

En, HAUGELAND,J (Ed):

Mind Design

Cambridge, MIT Press, 1.985 pp.35-67

NOSS,R:

"Children learning Logo programming"

Interm Report of the Children Logo Project

Harfield, United Kingdom, 1.984

NOSS,R:

"Explorations in mathematical thinking: some implications from Logo classrooms"

LOGO 84. Pre-Proceeding

M.I.T., June, 1.984 pp.85-93

OLIVE,J--LANKENAU,Ch:

"The power in Logo dribble files"

LOGO 86 Proceedings

Cambridge, MIT, 1.986 pp.30-33

OSGOOD,D:

"A Computer on Every Desk"

BYTE

№6, Vol. 9, June, 1.984 pp.162-186

O'SHEA,T:

"A self-improving quadratic tutor"

En, SLEEMAN,D-BROWN,J,S:

Intelligent Tutoring Systems

London, Academic Press, 1.982 pp.309-337

PAGLIANO,L.A:

"The history and development of CAI. 1916-1981, an overview"

Alberta Journal of Educational Research

№ 29 March, 1.983 pp.75-84

PAPERT,S et al:

"Final report of the Brookline Logo Project. An assesment and documentation of children

Computer Laboratory. Part III: Detailed Profiles of Each Students Work"

LOGO Memo

№ 54, M.I.T., 1.979

PAPERT, S et al:

"Final report of the Brookline Logo Project. Part II : Project summary and data analysis"

LOGO Memo

Nº 53, M.I.T., 1.979

PAPERT, S-SOLOMON, C:

"Twenty things to do with a computer"

LOGO Memo

Nº3, M.I.T., 1.971

PAPERT, S-SOLOMON, C:

"NIM: A game playing program"

LOGO Memo

Nº5, M.I.T., 1.972

PAPERT, S:

"Mathematical models for perceptual learning"

Fourth Symposium on Information Theory

1.961 pp.353-363

PAPERT, S:

"The language of children and the language of computers"

En, V.V.A.A.:

Linguaggi nella società e nella tecnica

Milano, Edizione di Comunità, 1.970

PAPERT, S:

"A Computer laboratory for elementary schools"

LOGO Memo

Nº 1, M.I.T., 1.971

PAPERT, S:

"Teaching children thinking"

LOGO Memo

Nº 2, M.I.T., 1.971

PAPERT, S:

"Uses of technology to enhance education"

LOGO Memo

Nº 8, M.I.T., 1.973

PAPERT, S:

"A Learning environment for children"

En, SEIDEL, R.J-RUBIN, M.L:

Computers and Communications

New York, Academic Press, 1.977 pp.271-276

PAPERT, S:

"Computer-Based microworlds as incubator for powerful ideas"

En, TAYLOR, R (ed):

The Computer in the School : Tutor, Tool, Tutee

New York, Teachers College Press, 1.980 pp.203-213

PAPERT, S:

"Personal computing and its impact on education"

En, TAYLOR, R (ed):

The Computer in the School : Tutor, Tool, Tutee

New York, Teachers College Press, 1.980 pp.197-203

PAPERT, S:

"Redefining childhood : the computer presence as an experiment in development psychology"

En, V.V.A.A:

Proceedings IFIP

Amsterdam, North-Holland, 1.980 pp.993-998

PAPERT,S:

"Computers and Computer Cultures"

En, HARPER,D.O-STEWART,J.M:

Run : Computer Education

California, Brooks/Cole Publishing Company, 1.983 pp.3-9

PAPERT,S:

"Enseñar a los niños a ser matemáticos versus enseñar matemáticas a los niños"

En, COLL,C(Ed):

Psicología Genética y Aprendizajes Escolares,

Madrid, S.XXI, 1.983 pp.129-149

PAPERT,S:

"Tomorrow's classrooms"

En , YAZDANI,M (Ed):

New Horizons in Educational Computing

New York, Ellis Horwood, 1.984 pp.17-21

PAPERT,S:

"Computer Criticism vs. Technocentric Thinking"

LOGO 85. Theoretical Papers

Nº 1, July, 1.985 pp.53-69

PAPERT,S:

"Computers for children"

En, FORESTER,T (Ed):

The Information Technology Revolution

Cambridge, M.I.T. Press, 1.985 pp.229-242

PAPERT,S:

"Different visions of Logo"

En, MADDUX,C (Ed):

Logo in the schools

New York, Harwooth Press, 1.985

PAPERT,S:

"Teaching Children to be Mathematics vs. Teaching about Mathematics"

LOGO Memo

Nº 4, M.I.T., 1.971

PAPERT,S:

"Teaching Children to be Mathematics vs. Teaching about Mathematics"

(Publicado también en:)

TAYLOR,R (Ed):

The Computer in the School: Tutor, Tool, Tutee

New York, Teachers College Press, 1.980 pp.177-197

PAZOS,J:

"La inteligencia artificial y sus implicaciones educativas"

Bardán

Nº261, Enero-Febrero, 1.986 pp.21-50

PEA,R-KURLAND,M:

"Logo programming and the development of planning skills"

Bank Street College.

New York, Technical Report Nº 16, 1.984

PEA,R-KURLAND,M:

"On the cognitive prerequisites of learning computer programming"

Bank Street College.

New York, Technical Report Nº 18, 1.984

PEA,R:

"Chamaleon in the classroom.Developing roles for computers"

Bank Street College

New York, Technical Report Nº 22, 1.982

PEA,R:

"Language-independent conceptual "bugs" in novice programming"

Bank Street College

New York, Technical Report Nº 31, 1.984

PEA,R:

"Symbol systems and thinking skills : Logo in context"

LOGO-84 Pre-Proceedings

Cambridge, M.I.T., 1.984 pp.55-61

PERICAS,J:

"Simulación asistida por ordenador. Una valiosa herramienta para la escuela"

Mundo Electrónica

Nº 142, Setiembre, 1.984 pp.109-114

PERLMAN,R:

"Using computer technology to provide a creative learning environment for preschool children"

LOGO Memo

Nº 24, May, 1.976

PERRIAULT,J:

"L'école dans le creux de la technologie. A la recherche d'un nouvel équilibre entre école et technologies de la communication"

Revue Française de Pédagogie

Nº 56, 1.981 pp.7-17

PITRAT,J:

"El nacimiento de la inteligencia artificial"

Mundo Científica

Nº 53, Diciembre, 1.985 pp.1196-1210

PONS, J.M.:

"Informática docente"

Mundo Electrónico

Nº 136, 1.984 pp.125-135

QUINTANILLA, M.A.:

"Problemas conceptuales de las nuevas tecnologías"

En, V.V.A.A.:

El desafío de los años 90

Madrid, Fundesco, 1.986 pp.63-77

RAMPY, L-SWENSSON, R.:

"The problem-solving style of fifth grades Logo"

Comunicación presentada en:

Annual meeting of the American Education Research Association

New Orleans, April, 1.984

RASMUSSEN, J.:

"El ser humano como componente de sistemas"

En, SMITH, H-GREEN, J.:

El hombre y los ordenadores inteligentes

Barcelona, Mitre, 1.982 pp.93-129

REGGINI, H.:

"Logo y las ideas de John von Neumann"

Actas Congreso Internacional de Logo

Buenos Aires, Setiembre, 1.983

REGGINI, H.:

"Revisión del aprender y del enseñar"

Instituto de Investigaciones Educativas

Buenos Aires, Nº 4, Noviembre, 1.983 pp.43-49

REGGINI,H:

"Aprendizaje y Computadoras"

Informática Test

Nº 18, Febrero, 1.985 pp.69-73

REGGINI,H:

"Logo en el espacio tridimensional"

En V.V.A.A:

II Jornadas Nacionales sobre Informática en la Enseñanza

Zaragoza, Heraldo de Aragón, 1.986 pp.27-34

REGGINI,H:

"Logo y educación"

En V.V.A.A:

II Jornadas Nacionales sobre Informática en la Enseñanza

Zaragoza, Heraldo de Aragón, 1.986 pp.17-20

REGGINI,H:

"Logo y el aprendizaje"

En V.V.A.A:

II Jornadas Nacionales sobre Informática en la Enseñanza

Zaragoza, Heraldo de Aragón, 1.986 pp.21-24

REGGINI,H:

"Logo y la computación"

En V.V.A.A:

II Jornadas Nacionales sobre Informática en la Enseñanza

Zaragoza, Heraldo de Aragón, 1.986 pp.25-27

REQUENA,A y col:

"Enseñanza basada en el ordenador"

Bardón

Nº 246, Enero-Febrero, 1.983 pp.29-54

RIBERA,P-KICHNER,X:

"Una experiencia de introducción de la informática en la enseñanza"

Cuadernos de Pedagogía

Nº 107, Noviembre, 1.983 pp.15-21

RIBERA,P:

"Algunes notes sobre informatica i educació"

Ciència

Nº 3, Octubre, 1.983 pp.58-63

RISPA,R:

"Nuevas tecnologías de la información: un reto educativo"

Mundo Electrónica

Nº 143, Setiembre, 1.984 pp.41-46

RODRIGUEZ-ROSELLO,L:

"Lenguaje Prolog y educación"

En, LABORDA,J (Ed):

Informática y educación. Técnicas fundamentales

Barcelona, Laia, 1.986 pp.100-120

RODRIGUEZ-ROSELLO,L:

"Logo: aplicaciones"

En, LABORDA,J (Ed):

Informática y educación. Técnicas fundamentales

Barcelona, Laia, 1.986 pp.75-100

RODRIGUEZ-ROSELLO,L:

"Logo: un debate abierto"

Cuadernos de educación y nuevas tecnologías de la información

Nº 10, 1.986 pp.3-6

RODRIGUEZ-ROSELLO,L:

"Logo: un lenguaje de ordenador para la enseñanza"

En, LABORDA,J (Ed):

Informática y educación. Técnicas fundamentales

Barcelona, Laia, 1.986 pp.57-75

RONGIERAS,J:

"EAO/IAO. Enseignement ou intelligence assistée par ordinateur"

En, V.V.A.A:

II Jornadas Nacionales sobre informática en la enseñanza

Zaragoza, Heraldo de Aragón, 1.986 pp.173-183

ROSA,A-MOLL,L:

"Computadores, comunicación y educación: una colaboración internacional en la intervención e investigación educativa"

Infancia y Aprendizaje

Nº 30, Enero-Marzo, 1.985 pp.1-19

ROSE,S-KLENOW,C:

"The DISC Model for software evaluation and support material design"

The Computing Teacher

August, 1.983 pp.32-33

ROSENBROCK,H :

"A new Industrial Revolution?"

En, FORESTER,T(Ed):

The Information Technology Revolution

Cambridge, MIT Press, 1.985 pp.635-648

RUBENS,T-POOLE,J-HOOT,J:

"Introducing microcomputers to microlearnes throug play"

Daycare and early education

Spring, 1.984 pp.28-31

SARRAMONA, J:

"Implicaciones de la concepción tecnológica en la educación actual"

Revista de Educación

Nº 263, Enero-Abril, 1.980 pp.109-126

SCHAFF, A:

"Ocupación y Trabajo"

EN, FRIEDRICH, G-SCHAFF, A:

Microelectrónica y sociedad. Para bien y para mal.

Madrid, Alhambra, 1.982 pp.275-284

SCHANK, R.C-ABELSON, R.P:

"Scripts, plans and knowledge"

En, JOHNSON-LAIRD, P.N-WASON, P.C:

Thinking. Readings in Cognitive Science.

London, Cambridge University Press, 1.980 pp.421-435

SCHUTTENBERG, E et al:

"Computers uses in schools: research on what is and what should be"

Educational Technology

Nº 4, April, 1.985 pp.19-23

SCHWARTZ, T et al:

"Looking into a large-scale Logo project"

Comunicación presentada en :

Annual Meeting of the American Educational Research Association

New Orleans, Abril, 1.984

SIGNER, B:

"How do teacher and student evaluations of CAI software compare?"

The Computing Teacher

October, 1.983 pp.34-36

SIMON,H:

"La teoría del procesamiento de la información sobre la resolución de problemas"

En, CARRETERO,M-GARCIA MADRUGA,J:
Lecturas de psicología del pensamiento,
Madrid, Alianza, 1.984 pp.197-220

SIMON,H:

"Informática y educación: Oportunidades que permite la utilización de ordenadores"

Revista de Educación
Nº 276, Enero-Abril, 1.985 pp.13-27

SLEEMAN,D-BROWN,J.S:

"Intelligent tutoring systems"

En, SLEEMAN,D-BROWN,J,S:
Intelligent Tutoring Systems
London, Academic Press, 1.982 pp.1-10

SLEEMAN,D-MENDLEY,R.J:

"ACE: A system which analyses complex explanations"

En, SLEEMAN,D-BROWN,J,S:
Intelligent Tutoring Systems
London, Academic Press, 1.982 pp.99-116

SLEEMAN,D:

"Assessing aspects of competence in basic algebra"

En, SLEEMAN,D-BROWN,J,S:
Intelligent Tutoring Systems
London, Academic Press, 1.982 pp.185-200

SMITH,H:

"Comunicación entre hombre y ordenador"

En, SMITH,H-GREEN,J (ED):
El Hombre y los Ordenadores Inteligentes
Barcelona, Mitre, 1.982 pp.17-59

SOLOMON,C-PAPERT,S:

"A case study of a young child doing turtle graphics in Logo"

LOGO Memo

N°28, M.I.T., 1.976

SOLOMON,C:

"Introducing Logo to children"

BYTE

N° 7, August, 1.982 pp.196-208

SOLOMON,C:

"Logo : Past and future"

LOGO 84. Pre-Proceedings

Cambridge, M.I.T. 1.984 pp.125-129

SOLOWAY,E-LOCHHEAD,J-CLEMENT,J:

"Does computer programming enhance problem solving ability?"

En, SEIDEL,R-ANDERSON,R-HUNTER,B (Eds):

Computer Literacy

New York, Academic Press, 1.982 pp.67-72

STEVENS,A-COLLINS,A-GOLDIN,S.E:

"Misconceptions in student's understanding"

En, SLEEMAN,D-BROWN,J,S:

Intelligent Tutoring Systems

London, Academic Press, 1.982 pp.13-23

STOWITSCHKEK,C:

"Microcomputer Instruction Management Systems (MIMS) :A new dimension in software"

Educational Technology

N° 4, April, 1.985 pp.15-18

SUPPES,P:

"Computer-based mathematics instruction"

En, TAYLOR,R (ed):

The Computer in the School : Tutor, Tool, Tutee

New York, Teachers College Press, 1.980 pp.215-231

SUPPES,P:

"Impact of computers on curriculum in the schools and universities"

En, TAYLOR,R (ed):

The Computer in the School : Tutor, Tool, Tutee

New York, Teachers College Press, 1.980 pp.236-248

SUPPES,P:

"The future of computers in education"

En, TAYLOR,R (ed):

The Computer in the School : Tutor, Tool, Tutee

New York, Teachers College Press, 1.980 pp.248-265

TOUGH,T:

"A cure for recursion"

The Computer Teaching

Nº5, Vol.11, December/January, 1.983 pp.34-37

TURKLE,S:

"The psychology of personal computers"

En, FORESTER,T (Ed):

The Information Technology Revolution

Cambridge, MIT Press, 1.985 pp.182-202

VAZQUEZ GOMEZ,G:

"Acción educativa y nuevas tecnologías de la información"

En, V.V.A.A.:

Tecnología y Educación

Barcelona, CEAC, 1.986 pp. 78-99

VEIGUELA, E:

"Posibilidades educativas del Logo"

Cuadernos de Pedagogía

Nº 122, Febrero, 1.985 pp.40-42

VERDEJO, M.F:

"Comprensión automática del lenguaje natural"

Mundo Electrónico

Nº 150, Abril, 1.985 pp.67-75

VERDEJO, M.F:

"Estrategias , planes y objetivos en un diálogo tutor-alumno"

Comunicación presentada en:

I Congreso de lenguajes naturales y lenguajes artificiales

Barcelona, Doc. 1.985

VERDEJO, M.F:

"Sistemas basados en reglas de producción y programación lógica"

En, CUENA, J y otros:

Inteligencia Artificial: sistemas expertos

Madrid, Alianza, 1.986 pp.53-69

VOLPI, C:

"La dimensione educativa delle tecnologie"

En, V.V.A.A.:

Pensare e macchina.

Napoli, Tecnodid, 1.985 pp.13-28

WALTZ, D.L:

"Inteligencia artificial"

Investigación y Ciencia

Nº 75, Diciembre, 1.982 pp.48-61

WATT,D:

"Creating Logo cultures"

LOGO 84. Pre-Proceedings

Cambridge, M.I.T., 1.984 pp.25-29

WEBB,N:

"Interacción entre estudiantes y aprendizaje en grupos pequeños"

Infancia y Aprendizaje

Nº 27-28, Vol.3/4, 1.984 pp.149-185

WEIR,S-WATT,D:

"Logo: a computer environment for learning-disabled students"

En, HARPER,D-STEWART,J.H:

Run: Computer Education

California, Brooks/Cole Publishing Company, 1.983 pp.214-222

WEIR,S:

"Logo as an empirical window"

LOGO-84. Pre-Proceedings

Cambridge, M.I.T., 1.984 pp.63-75

WEIZENBAUM,J:

"The myths of Artificial Intelligence"

En, FORESTER,T (Ed):

The Informational Revolution Technology

Cambridge, MIT Press, 1.985 pp.84-95

WHITE,R:

"Motivaciones y factores sociales en el uso de la tecnología de las comunicaciones en la educación"

Revista de Educación

Nº 263, Enero-Abril, 1.980 pp.31-56

WINGRAD, T:

"Formalisms for knowledge"

En, JOHNSON-, P.N.-WASON, P.C:

Thinking. Readings in Cognitive Science

London, Cambridge University Press, 1.980 pp.46-62

ESQUEMA GENERAL DE LA TESIS

TOMO 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>	35
<i>1.1.2. La mutación de las telecomunicaciones.....</i>	56
<i>1.1.3. Expectativas suscitadas.....</i>	67

1.2. Posibles implicaciones del uso de las nuevas tecnologías	76
<i>1.2.1. En el terreno político.....</i>	78
<i>1.2.2. En el terreno laboral:.....</i>	83
<i>1.2.3. En el terreno individual.....</i>	96
<i>1.2.4. En el terreno social:.....</i>	99
<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 desarrollo de las nuevas tecnologías:.....</i>	116
1.4. La educación básica.....	121
<i>1.4.1. Demarcación del término.....</i>	123
<i>1.4.2. Adecuación de la educación básica:.....</i>	126
<i>1.4.3. Introducción de las nuevas tecnologías de la información en la educación básica.....</i>	133

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>	141
<i>1.5.2. Fases del uso del ordenador con intencionalidad educativa:.....</i>	144
1.6. La utilización del ordenador en la educación básica:	162
<i>1.6.1. Posibles áreas de utilización:.....</i>	164

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>
<i>2.1.2. El software educativo en los sistemas de E.A.O.</i>	<i>214</i>
<i>2.1.3. El software educativo para sistemas Inteligentes de E.A.O.....</i>	<i>263</i>
<i>2.1.4. Problemas básicos de diseño y utilización de los sistemas de aprendizaje a través del ordenador.....</i>	<i>297</i>

T O M O I I

2.2. Segundo estudio: aprender con el ordenador	357
<i>2.2.1. El lenguaje Logo como teoría educativa: S. Papert.....</i>	<i>356</i>
<i>2.2.2. Características del lenguaje Logo.....</i>	<i>397</i>
<i>2.2.3. Areas de investigación sobre el uso del lenguaje Logo en el ámbito escolar.....</i>	<i>450</i>
<i>2.2.4. Problemas básicos del diseño y utilización de los sistemas de aprendizaje con el ordenador.....</i>	<i>497</i>
 RECAPITULACION FINAL	 568

BIBLIOGRAFIA	590
<i>Libros</i>	592
<i>Artículos</i>	615