



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS
DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES EDUCATIVAS

**ALFABETIZACIÓN TECNOLÓGICA: UN ENFOQUE
CONSTRUCTIVISTA**

BIBLIOTECA
INVESTIGACIONES EDUCATIVAS
CINVESTAV - I.P.N.

TESIS

Que presenta para obtener el grado de Maestro en Ciencias con
Especialidad en Investigaciones Educativas

ALCIBIADES PAPACOSTAS CASANOVA
Licenciado en Física y Matemáticas

CINVESTAV
IPN
ADQUISICION
DE LIBROS

Directora de Tesis

IRMA ROSA FUENLABRADA VELÁZQUEZ
Maestra en Ciencias

México, D.F., Julio, 1996.

**CENTRO DE INVESTIGACION Y ESTUDIOS
AVANZADOS DEL INSTITUTO
POLITECNICO NACIONAL**

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES EDUCATIVAS

**ALFABETIZACION TECNOLOGICA:
Un Enfoque Constructivista**

**TESIS que para obtener el
grado de Maestría en
Ciencias en la Especialidad
de Investigación Educativa
presenta Alcibiades
Papacostas Casanova.**

**Directora de Tesis:
M. en C. Irma Rosa Fuenlabrada Velázquez**

México, D.F., 1996.



***A los druidas, magos, duendes, alquimistas, danzantes
y teatreros
(al mago loco)***

***A la tribu
(a los que saben de tambores)***

***A las musas, gaviotas y, por qué no.... a las brujas
(me gustan sus manzanas)***

***Al bosque, luna, estrellas, mar y pirámides
del Bosque Mitago
(me gustan las tempestades)***

***A mis hijos, padres, hermanos y sobrinos,
a los amigos
(la vida no sería vida)***

***A Knosos
(para hacerle al teatro)***

***A Minotauro
(para seguir bailando)***

***A la locura de la vida
(para seguir amando)***

***A los que debiendo estar, no se encontraron.
(por estar dormidos)***

PROLOGO

Muchas cosas saltan a la mente al escribir la introducción a una tesis. En primer lugar, el querer aclarar que los conceptos contenidos en este trabajo no son sino construcciones derivadas de un aquí y un ahora poco común, ya que después de ser investigador en matemáticas y educación, mi vida dió un giro por mi participación como director, maestro e intérprete en los mundos de la danza y el teatro, así fue también modificada mi concepción de la enseñanza.

El papel que puede llegar a jugar un investigador como yo tiene sus desventajas, y tendrá también algunas ventajas: por un lado, mi posibilidad de hacer abstracciones, síntesis y generalizaciones es regalo de mi formación matemática; por otro, la inexistencia de problemas de comunicación entre disciplinas, la importación de técnicas y metodologías entre disciplinas, y el desarrollo de lenguajes y ciencia multidisciplinaria, son un efecto de mi brincar por la física, las matemáticas, la computación, la educación y el arte.

Entre sus desventajas están el producir investigación que es difícil de comunicar con especialistas unidisciplinarios, la inexistencia de espacios para producirla y, sobre todo, las implicaciones inherentes a abrir nuevos caminos.

Este trabajo presenta una parte de una investigación educativa multidisciplinaria: el resolver un fragmento de un agudo problema social, la necesidad urgente de una evolución colectiva de la planta productiva nacional hacia la tecnología moderna, digital. Para ello, se propone una investigación que conduzca al desarrollo teórico y práctico de una propuesta educativa para llevar a cabo una Alfabetización Tecnológica masiva.

La investigación educativa piloto se llevará a cabo en una empresa crítica, es decir, en un espacio productivo donde la tecnologización digital es generalizada.

Se ha seleccionado una empresa de telecomunicaciones, una empresa que ha cambiado casi toda su tecnología, antes analógica, a

digital. Por razones contractuales, ha sido necesario omitir cualquier mención de la empresa seleccionada, así como datos específicos sobre su organización, personal, programas de capacitación, definición de puestos de trabajo, etcétera.

En el Capítulo primero hago una presentación del proyecto general de investigación, sus objetivos, sus metas y su ubicación multidisciplinaria. Enseguida presento la parte de la investigación comprendida en este trabajo.

El Capítulo segundo contiene las consideraciones teórico metodológicas en que se fundamenta este trabajo. Mi propuesta es enseñar en un Laboratorio de Robótica Pedagógica, es decir, rodeados de tecnología, a partir de la implantación de un tronco básico de secuencias didácticas constructivistas envueltas en ambientes ideales. El uso de la tecnología estará subeditado a la lógica constructivista.

En el Capítulo tercero paso a describir el diseño de la experiencia piloto. El camino seguido está basado en una consideración metodológica base efecto de la nueva revolución tecnológica: la digitalización permite pensar en técnicos universales, es decir, en técnicos digitales que puedan asignarse a casi cualquier puesto de trabajo, después de un breve periodo de capacitación.

Con la pregunta ¿qué necesita saber un individuo para adentrarse al mundo tecnológico y tener un desempeño profesional y eficiente? y auxiliado por entrevistas, pláticas y observaciones del lenguaje y la interacción entre sus participantes, paso al análisis y categorización de los saberes funcionales del técnico universal, con lo que se establece el objetivo y la estructura curriculares de la experiencia piloto. La presentación abstracta de los saberes del técnico universal obligan a la presentación de un ejemplo: la fotocopidora.

Para finalizar el capítulo, exhibo brevemente el diseño del laboratorio de investigación y del grupo piloto.

Para mostrar como he aterrizado toda la teoría en una propuesta específica, el Capítulo cuarto presenta una secuencia didáctica que cubre una parte del curriculum. Esta secuencia ha sido parcialmente experimentada y los resultados son muy alagadores. Aunque es muy difícil explicar y justificar todos los pasos de una

secuencia constructivista tan extensa que a su vez está atravesada por objetivos más generales, voy a tratar de lograr un equilibrio entre una información que permita entender el proceso y otra que lo haga imposible de disfrutar.

El Capítulo quinto presenta mis conclusiones. La última sección incluye la bibliografía básica para adentrarse a cualesquiera de las ramas de esta investigación.

Este trabajo debe su existencia a mucha gente, maestros, compañeros y amigos pertenecientes a varios mundos aparentemente irreconciliables, también al tiempo y la vida necesarios para su reconciliación. A todos ellos mi más sincero agradecimiento esperando que algo de lo aquí descrito les participe con un poco de luz hacia el caminar juntos para la construcción de un mundo mejor.

Quiero agradecer a algunas personas que amablemente hicieron sugerencias para la realización de este trabajo: Dr. Enrique Ruiz-Velasco del CISE, UNAM, y Dra. Rosa Nidia Buenfil, M. en C. David Block, Dra. Judith Kalman y M. en C. Irma Fuenlabrada del DIE, CINVESTAV, IPN. Sus comentarios e interés demostrados dieron a esta tesis una estructura y una pulida que en verdad necesitaba.

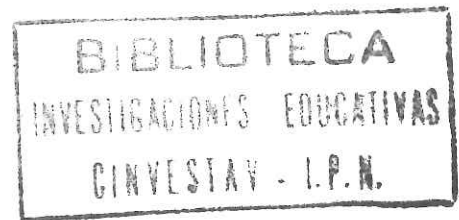
También quiero agradecer a las gentes que me impulsaron y ayudaron a realizar este trabajo: Ninfa Casanova, Gabriela Rodríguez, Patricia Ringenbach, Maricela Camacho y Eleni Goletsa.

Por último, quiero agradecer al DIE, a CONACYT y a la vida por haberme brindado la oportunidad de pasar dos años con gente realmente maravillosa: trabajadores, compañeros y profesores. Todavía me gusta entrar al DIE, parte de mí se quedó ahí.

INDICE

Carátula	I
Dedicatoria	II
Prologo	III
Indice	VI
1- EL PROYECTO DE INVESTIGACION	1
1. Objetivos generales	1
2. Metas generales	2
3. Ubicación de la investigación	3
4. Descripción del trabajo	6
2- FUNDAMENTACION METODOLOGICA	8
1. Procesos Constructivistas	12
Fundamentación	12
Análisis del laboratorio	14
Diseño de secuencias de construcción	15
2. Funcionamiento del laboratorio	19
Equipos de trabajo	21
Comunicación entre equipos	23
3. Ambientes Ideales	26
3- LA EXPERIENCIA PILOTO	30
1. El perfil del técnico universal	30
2. El mundo tecnologizado	31
Los participantes	32
Los saberes	33
Los lenguajes estructurantes	39
El mundo de la fotocopidora	41
3. Estructura Curricular	47
Jornada de Inducción	49
Formación Básica	49

Observación	52
Especialización	53
5. El laboratorio de robótica pedagógica	54
6. El grupo piloto	56
4- UNA SECUENCIA DIDACTICA: EL TORNEO DE COLTHAM	58
Objetivo	58
Descripción	59
La secuencia fundamental	62
1. El Torneo de Coltham	63
2. El problema del Jardinero	64
3. El problema de los ocho Aprendices	75
4. El pergamino de Merlín	76
5. El tablero de Merlín	79
6. El laberinto de Knosos	81
7. El árbol y el gorrión	89
8. El anillo de Kamira	93
9. Los métodos de búsqueda y la Inteligencia Artificial	101
10. Combinatoria de la Fantasía	102
5- CONCLUSIONES	110
Bibliografía	112



CAPITULO 1

EI PROYECTO DE INVESTIGACION

INVESTIGACION Y DESARROLLO DE UNA PROPUESTA EDUCATIVA PARA ALFABETIZACION TECNOLOGICA

En primer lugar se presenta el proyecto de investigación en donde se inscribe mi trabajo.

1. OBJETIVOS GENERALES

El objetivo central es desarrollar una propuesta educativa que responda a las necesidades de una empresa mexicana de telecomunicaciones en su proceso de reconversión tecnológica, de digitalización. La naturaleza de la propuesta educativa implica directamente una alfabetización y/o formación tecnológica básica masiva que acompañe y dé mayor solidez al proceso de transformación sin perder su planta productiva, es decir, a sus trabajadores.

Una empresa de telecomunicaciones es en verdad clave, ya que se reconoce como representante crítica del proceso de reconversión tecnológica (de analógica a digital), mismo que ha obligado ya a su reestructuración productiva y organizacional, ha provocado en parte su crisis económica y, en forma escandalosa, a una auténtica descualificación de su planta productiva.

En efecto, considerando la acelerada tecnologización digital, demanda de mayor cantidad, calidad y seguridad de servicios, y sobre todo, los altos requerimientos de competitividad y eficiencia a nivel internacional que la empresa requiere, se necesita, entre otras cosas, de una planta productiva que pueda utilizar en forma profesional y eficiente la nueva tecnología.

Digo entre otras cosas porque si bien resulta obvio que una buena formación tecnológica puede mejorar la relación trabajador-

tecnología y, por ende, incidir positivamente en un trabajo más eficiente, reconozco también la complejidad del fenómeno y su multicausalidad.

Las características principales de la propuesta a desarrollar son:

- que sea aplicable en cualquier tipo de estructura y nivel educativo u ocupacional de la empresa, es decir, que sea masificable y accesible a todos los trabajadores;
- que sea moderna y competitiva en el campo de las teorías, técnicas y métodos de educación tecnológica para la formación profesional, es decir, que optimice la relación tiempo-cualificación global; y
- que logre una formación consistente y robusta para convertirse en un modelo de formación tecnológica independiente de modelos y marcas, es decir, una formación funcional, que se interese por el dominio de los conceptos abstracto-funcionales que fundamentan la tecnología digital.

2. METAS GENERALES

Las metas de la investigación son:

- la concepción, el diseño y el desarrollo de una experiencia educativa para un grupo piloto de trabajadores de la empresa;
- la concepción, diseño y equipamiento de un laboratorio con la infraestructura tecnológica necesaria para llevar a cabo la experiencia;
- la elección del grupo piloto de forma que dé cuenta de la heterogeneidad ocupacional y socio-demográfica de la empresa;
- la realización de la experiencia contando con un equipo multidisciplinario que observe y recupere los trabajos desde varias disciplinas: la comunicación, la psicología, la sociología, la pedagogía, la didáctica y la robótica pedagógica; y
- el análisis y evaluación de los resultados experimentales para hacer la formulación del producto final, concebido como una tecnología educativa para la alfabetización tecnológica de una

empresa, es decir, una propuesta educativa organizada que culmine en lograr una formación tecnológica básica masiva.

3. UBICACION DE LA INVESTIGACION

Si bien el trabajo presente no incluye el proyecto en su conjunto, para fines explicativos no sobra englobarlo en su complejidad inherente. La investigación propuesta exige una aproximación multidisciplinaria.

Se ha concebido la investigación como un espacio experimental de búsqueda en la frontera de las ciencias sociales, cognitivas, educativas y cibernéticas.

La investigación incide directamente en el campo de la sociología del trabajo al inscribirse en la problemática del movimiento empresarial contemporáneo de reestructuración económico-productiva. Se puede observar el proceso de reconversión como una segunda revolución tecnológica, la digitalización, que implica la transformación de la sociedad en su conjunto (La Palme 1992). En la industria se necesita otra planta productiva, otros conocimientos, lo que causa una elevada descualificación, lo que deriva inmediatamente en planes urgentes de capacitación masiva y/o nuevas contrataciones de personal calificado. También se necesitan menos trabajadores, derivando en índices mayores de desempleo (Sandoval 1992).

Uno de los mayores problemas educativos en la actualidad sigue siendo la incapacidad de las instituciones educativas para reaccionar a la velocidad que la vida contemporánea demanda. Esta situación, además de indeseable por sí misma, se convierte en un obstáculo más para el desarrollo de una planta productiva altamente tecnologizada.

El problema es complejo y generalizado, se reconoce la necesidad de un saber distinto, de una formación que difícilmente se encuentra en la escuela o en la capacitación para el trabajo. En efecto, el trabajo en una empresa altamente tecnologizada, y cada vez más, la vida cotidiana de cualquier profesionista, exige de una relación distinta con muchos conceptos de la ciencia, de la tecnología, y de la informática. La relación con ciertos conocimientos, tradicionalmente formativa, exige ahora funcionalidad, que puedan utilizarse como herramientas en la resolución cotidiana de quehaceres tecnológicos.

Desde esta perspectiva nueva de la capacitación, el problema se ubica en el desarrollo de una propuesta que considere el dominio abstracto funcional de los conceptos tecnológicos. Esto implica un aprendizaje que asegure el manejo y puesta en práctica de los conceptos, es decir, su funcionalidad (Nonnon y Theil 1992).

Una formación tecnológica funcional, rápida y eficaz se ubica en el centro de la investigación de la Robótica Pedagógica, hoy por hoy la propuesta más interesante que se conoce. Esta teoría parte de la identificada necesidad de manipulación de materiales concretos en algunas etapas de la enseñanza, al permitir la manipulación de robots y tecnología a través de computadoras. Posteriormente, también explota pedagógicamente otras posibilidades de interacción: diseño, construcción y uso de robots.

Para ello desarrolla secuencias inductivas de interacción con la tecnología (La Palme 1990, Nonnon 1986, Ruiz 1992, Vivet 1990). Hay que desarrollar una didáctica, un funcionamiento del laboratorio que dé el mejor uso a esa tecnología (Marchand 1992, Papacostas 1986, 1992b).

Por supuesto enmarcaré el uso de tecnología en una lógica constructivista cuando esto tenga sentido. No dejo de reconocer otros usos pedagógicos de la tecnología, pero mi discusión se centra en conceptos complejos y abstractos.

Pretendo utilizar los avances que se han hecho en Didáctica Constructivista, donde se ha desarrollado todo un análisis de los procesos que ocurren en el aula y las formas de llevar a cabo la construcción del conocimiento (Brousseau 1970, 1972, 1978, 1983, 1994, Block D. y A. Papacostas 1986). Para un excelente esfuerzo de síntesis consultar (Charnay 1994).

En síntesis, voy a utilizar un Laboratorio de Robótica Pedagógica como un aula escolar constructivista, donde la interacción con la tecnología esté inmersa en la lógica de construcción. Con el propósito de aumentar la universalidad de las secuencias, voy también a inscribir el laboratorio en su totalidad en ambientes ideales, extrapolando el concepto de micromundo de Papert, en donde el universo educativo se limita al sujeto y la tecnología con quién interacciona (Papert 1980).

Después de revisar los planes educativos de varias instituciones y centros de capacitación para el trabajo y ante la imposibilidad de hacer una propuesta curricular satisfactoria, fue necesario enriquecer la concepción y diseño del currículum con observaciones al mundo tecnológico.

Informalmente, me he auxiliado de técnicas de observación, procesamiento y categorización basadas en metodologías cualitativas de las ciencias sociales (Blumer 1969, Geertz 1973), ubicando el entorno tecnológico como un submundo cultural donde, con un lenguaje propio, interaccionan simbólicamente sus participantes: individuos, tecnología y literatura (Urmston 1982). Además, sostuve algunas pláticas, entrevistas y mesas redondas con especialistas.

El objetivo base fue conocer, a partir de la interacción de los participantes, al conjunto de saberes que un sujeto debe funcionalizar para participar profesionalmente en el mundo tecnológico, digitalizado. En base a un esfuerzo de categorización, se ha hecho el reconocimiento de ciertas categorías, llamadas capacidades, según sea la naturaleza de la interacción que el sujeto realiza con la tecnología. Entonces, por capacidad de realizar cierto tipo de interacción con la tecnología se entenderá un conjunto de saberes que, funcionalizados, logran dicha interacción. Las categorías identificadas son: reconocimiento, comunicación, operación, mando, reparación e innovación.

El orden de esta categorización obedece también a la naturaleza de las preguntas o acciones que se van formulando cuando penetramos a un mundo digitalizado con necesidad de interactuar.

Estas capacidades incluyen un conjunto de conocimientos de varios niveles, algunos tradicionalmente escolarizados, otros ofrecidos bajo esquemas de capacitación e, indiscutiblemente, algunos saberes implícitos, no formalizados, estructurados colectivamente a través del desarrollo de la misma tecnología.

Constituido el objetivo curricular con estos saberes, parto hacia la definición de una estructura curricular ad-hoc. Una estructura que conserva la lógica y la naturaleza del objetivo curricular es el diseño a partir de la primera categoría: la capacidad de reconocimiento de tecnología digital.

Esta categoría implica poder reconocer cualquier tecnología a partir de las funciones que realiza, lo que conduce a estudiar tecnología específica como versiones distintas del autómata general, constituido éste por cabeza, sentidos robóticos y sus formas de intercomunicación en su descripción primaria, e inteligencia como visión secundaria.

La primera validación de nuestra propuesta se inicia al caracterizar la tecnología de comunicaciones. En esta última etapa se construye un robot de telecomunicaciones a partir de la interconexión de varias computadoras.

El currículum será un reflejo de este orden. La propuesta se conforma entonces como la parte básica, troncal, de cualquier formación tecnológica que exija una interacción óptima con la tecnología. Esto es a lo que llamo alfabetización tecnológica.

4. DESCRIPCION DEL TRABAJO

El presente trabajo abarca una parte del proyecto general, y de la misma forma mi participación en la investigación. La razón de estar en esta investigación, y también mis posibilidades de entenderla en su complejidad derivan de mi formación y de mi experiencia.

En el terreno tecnológico-informático me ubico como matemático especializado en Optimización Combinatoria y Teoría de Algoritmos, con seis años de experiencia en análisis y solución tecnológica de problemas abstractos y aplicados. En el terreno educativo me concibo como especialista en didáctica constructivista y uso de tecnologías en el aula con experiencia de seis años, y dos años más como diseñador de situaciones didácticas en Robótica Pedagógica.

Mi participación en el proyecto incluyó la concepción y el desarrollo de la experiencia piloto y del currículum troncal. Posteriormente pasé a desarrollar las situaciones didácticas vertebrales. El presente trabajo muestra las consideraciones teórico-metodológicas y el camino seguido en la concepción y el diseño de la experiencia piloto y del currículum. Se incluye posteriormente un ejemplo del desarrollo de una de las situaciones didácticas específicas.

Mi participación en la investigación terminó al inicio de la experiencia piloto. Cuando se hagan afirmaciones o comentarios en base a la experiencia, ésta se debe entender como experiencia de

investigación en otros espacios educativos. Algunas secuencias fueron probadas a nivel licenciatura en la Facultad de Ciencias (Matemáticas) de la UNAM, en la División de Sociología de la UAM-Xochimilco, a nivel maestría (en computación) en el Instituto de Investigación en Matemáticas Aplicadas y Sistemas de la UNAM. Otras fueron experimentadas con niños de 10 a 12 años que cursaban tercero y cuarto de primaria.

CAPITULO 2

FUNDAMENTACION METODOLOGICA

HACIA UNA DIDACTICA CONSTRUCTIVISTA PARA EL LABORATORIO

Una vez que podemos sentir la generalidad y complejidad que mi propuesta de alfabetización tecnológica debe de contemplar, pasaré a fundamentar e inscribirme en una didáctica que conduzca el trabajo en el laboratorio y me permita alcanzar los objetivos propuestos.

Una de las preocupaciones fundamentales de mi propuesta es que los conocimientos adquiridos sean funcionales. Digo que un conocimiento es funcional si puede ser utilizado como herramienta para resolver un problema práctico.

Por ejemplo, el saber que un automóvil requiere de aceite en el motor, si bien un conocimiento generalizado, de sentido común, no es siempre utilizado para prevenir que un chofer no desviele su motor por utilizarlo aunque el indicador del aceite esté prendido. El conocimiento sería funcional si, al prenderse el indicador del aceite, el chofer hiciera una reflexión sobre la falta del mismo y tomara la decisión de detener el motor del vehículo lo antes posible para proceder a su revisión, detectar la naturaleza y dimensiones de la fuga y hacer la reparación y relleno del faltante antes de continuar su marcha.

La ausencia de funcionalidad del conocimiento afecta a los individuos desde los conocimientos más elementales y es bastante generalizado, como el caso por todos conocido de que saber el algoritmo de la multiplicación no implica reconocer en que problemas utilizarlo.

Nos preguntamos entonces si es posible que un conocimiento se vuelva funcional y si su funcionalidad depende del método de

enseñanza. Sabemos, por ejemplo, que el proceso de adquisición del conocimiento para llevar a cabo tareas de compra-venta es más eficiente en el trabajo que en la escuela. Sabemos además que existe una falta de relación tan grande entre la escuela y la vida, que individuos que llevan a cabo cálculos extremadamente complicados en el trabajo, no pueden llevar a cabo las operaciones equivalentes utilizando las formas y los algoritmos institucionalizados por la escuela.

Ante esto, es posible afirmar que la probabilidad de que un conocimiento sea funcional será más grande cuando esté ligado prácticamente al problema que éste resuelve, como herramienta. Pero esto, siendo un poco escépticos, no parece garantizarnos nada, salvo que el conocimiento es parcialmente funcional, es decir, que éste será utilizado para resolver problemas iguales o similares, pero nada nos garantiza que será aplicado a problemas que no se parezcan lo suficiente, a menos que éstos puedan ser reconocidos en su esencia, a partir de su estructura inherente.

Así llegamos a una segunda vía de luz, un conocimiento herramienta es funcional, en general, si el individuo que lo posee es capaz de reconocer los problemas, muchos -¿todos?- que éste puede resolver. Esto implica el desarrollo de una capacidad de reconocimiento de la estructura de los problemas, de su modelización o ubicación en alguna estructura, y de su inmediata resolución mediante la aplicación de la herramienta adecuada, ya desarrollada y conocida. Un individuo tiene un concepto funcional completo cuando puede reconocer los problemas que dicho conocimiento resuelve como herramienta. Visto de otra manera y pidiendo un poco más, cuando el individuo pueda reconocer también la presencia de dicho concepto aplicado en cierta tecnología, a partir de las funciones que realiza.

Identificar la estructura de un problema es entonces el mejor camino. Ciertamente, una vez modelado el problema, es decir, una vez que éste ha sido reconocido en su estructura, su resolución pudiera incluso dejarse a una herramienta tecnológica, por ejemplo, una vez identificado un problema de división, podríamos utilizar una calculadora, o planteado un problema de programación lineal, dejaríamos a la computadora llevar a cabo el método Simplex. (Papadimitriou, C. y K. Steiglitz 1982).

Al fondo del reconocimiento está sin duda la solidez del concepto, su forma abstracta, sintética, su estructura, y esto si depende de los métodos de enseñanza.

Desde otro punto de vista, cuando nos referimos a operadores de tecnología que deben tomar la decisión y acción correctas de manera instantánea, la funcionalidad del conocimiento también es función de su utilización en el momento oportuno. Esto advierte una relación distinta, temporal, sin la cual la funcionalidad se pierde en la teoría. Por ejemplo, de qué nos sirve saber utilizar el freno de un automóvil, saber donde está, su principio de funcionamiento y los conceptos físicos que lo fundamentan si no somos capaces de frenar adecuadamente en el momento oportuno.

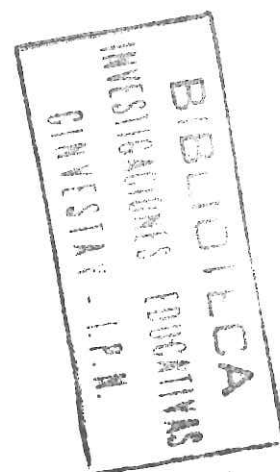
Tal funcionalidad debe ser desarrollada en paralelo, a partir de prácticas con simuladores y prototipos robóticos, en donde habrá que relacionar en forma automática y oportuna tres cosas: el reconocimiento del problema, la mejor decisión y la acción sensorimotora a tomar en una trilogía de procesos instantáneos que definen la funcionalidad operacional del conocimiento.

En síntesis, podemos esperar que la funcionalidad operacional de un concepto puede ser mejorada a partir de conocer la forma abstracta, sintética y estructural de un concepto, lo que se puede lograr si se reconocen más representaciones o modelos que definan su estructura inherente y, por supuesto, si se aumenta el conjunto de aplicaciones con sentido para el individuo que lo aprende.

En paralelo habrá que desarrollar también una mejor capacidad de operación bajo interacciones conducidas con la tecnología.

Con esto logramos construir una capacidad para reconocer el problema operacional en su estructura y así resolverlo dando la pauta para una decisión operativa correcta.

Al centro de la discusión sobre la estructura de los problemas se ha desarrollado toda una teoría para la clasificación de los problemas según su complejidad inherente, o su estructura. Impresionante ha sido la brutal reducción de problemas en unas cuantas estructuras y su reconocimiento parece colaborar de manera contundente en el proceso de reconocer los problemas e identificar las herramientas para resolverlos (Balcázar, J., J. Díaz y J. Gabarró 1988, Garey, M. y D. Johnson 1979).



En base a lo anterior utilizaré procesos de construcción de conocimientos-herramienta, siempre multirepresentados y multiaplicados.

La multirepresentación de problemas y su utilización en la enseñanza ha sido discutida con anterioridad (Diénès 1967, 1971, Douady 1984). Dienes, el más ambicioso exponente de esta corriente, concluye que la formulación de un concepto matemático incluye su modelización dentro de una estructura algebraica o de un sistema formal. De esta forma se podrá reconocer el problema en su estructura, vía la construcción de un isoformismo, para identificar la herramienta que lo resuelve.

Esto último difiere de mi propuesta en el sentido de que comprender algebraicamente una estructura no es mi objetivo, o en todo caso, ésto sería una etapa posterior a mi propuesta. Mi intención en el uso de estructuras combinatorias y gráficas es su explotación didáctica.

En principio la variabilidad perceptual (Diénès 1967) del concepto permite su multirepresentación gráfica y esto nos permite contar con instrumentos de análisis y/o estructurantes de los problemas. Además, nos brinda una forma de incrementar las posibilidades de sentido para los participantes. Para ello, en principio basta con el concepto de relación, sin requerir de la mayoría de los conceptos algebraicos.

En su tesis doctoral (Douady 1984), acuña el término de juego de cuadros para incluir en la fase de formulación (ver Diseño de situaciones de construcción) referencias a estructuras combinatorias para modelar el problema. Al margen de las ventajas educativas, menciona que hay que tener cuidado pues las estructuras utilizables en un juego de cuadros son normalmente más completas, más complejas, o al revés, más simples o parciales que el problema, ya que rara vez una estructura podrá ser precisamente el problema.

En términos generales podría decir que esta situación no molesta a mi propuesta, ya que no se necesita comprender en toda su complejidad la estructura combinatoria utilizada. Por otro lado, mi intención por conocer la estructura de los problemas está basada en una segunda ventaja de la multirepresentación: una vez que se

conocen varias representaciones, se tiene una visión más amplia de lo mismo, por supuesto después de haber hecho la síntesis.

Desde la perspectiva operacional, se utilizarán computadoras con firmware de todo tipo, desde procesadores de texto hasta lenguajes comunicadores con sentidos robóticos para la concepción, el diseño, la construcción y la utilización de prototipos robóticos y simuladores, algunos de ellos completamente identificados, o los mismos cuando sea posible, con la tecnología de punta aplicada en telecomunicaciones. Siempre la interacción estará supeditada por esquemas constructivos.

En el apartado primero presento la fundamentación y la estructura de un proceso constructivista en donde voy de la mano de Block y Papacostas (Block D. y A. Papacostas 1986), en cuanto a la exposición de la didáctica constructivista de las matemáticas.

Con el fin de comprender a fondo lo que significa un proceso de construcción en el aula paso a describir, en el apartado segundo, el funcionamiento del futuro laboratorio tecnologizado y, en el apartado tercero, presento cómo las secuencias serán insertadas en ambientes ideales con el objetivo de ayudar sustancialmente al proceso constructivo.

1. PROCESOS CONSTRUCTIVISTAS

Fundamentación

La Epistemología Genética afirma que ciertos conceptos que el sujeto aprende, pasan por un complejo proceso de construcción. Esto implica que su transmisión como conocimiento terminado es poco exitoso, y poco se espera de su posible aplicación. Este es el caso de muchos conceptos tecnológicos, matemáticos y científicos.

Si deseamos su aplicación, es conveniente aplicar procesos colectivos de construcción del conocimiento visto éste como herramienta para resolver un problema. Secuencias planeadas que lleven al sujeto a la construcción del conocimiento a partir de su acción y, de la reflexión y la organización de su acción, para la superación de obstáculos o resolución de problemas en los que está involucrado con un sentido claro.

Por construcción entendemos un proceso dialéctico entre un sujeto y un objeto de conocimiento. Cuando un sujeto se relaciona con un objeto entran en juego las hipótesis que ha construido inductivamente a medida que experimenta y vive. Su acción posterior se verá orientada y conducida por esas hipótesis, es decir, por su experiencia. Al momento de su acción sus hipótesis son confirmadas, o contradichas, cuando lo que supuso es distinto a lo que observa. Estas contradicciones, en forma espontánea, pueden generar un replanteamiento o reestructuración de las hipótesis originales.

La evolución del conocimiento de un sujeto puede entonces verse como una secuencia de estados en equilibrio que la experiencia desestabiliza al inducir contradicciones experimentales que generan obstáculos para su asimilación. Estas inconsistencias provocan desequilibrio, necesidad de una reestructuración mental o psíquica que permita considerar la nueva experiencia como consistente, definiéndose así un nuevo estado en equilibrio.

De la misma Epistemología Genética experimental tomo en consideración que los tipos de hipótesis, de razonamientos y de estrategias que los sujetos a quienes nos dirigimos están en condiciones de realizar, dependen del estado evolutivo producto de su experiencia.

Al asumir esta postura epistemológica del aprendizaje me dirijo hacia la concepción de una didáctica constructivista para el laboratorio de Robótica Pedagógica.

Muchas diferencias surgen entre las llamadas Didácticas Inductivas de la Robótica Pedagógica y la orientación Constructivista. La propuesta Inductiva no se preocupa por el sentido del conocimiento, percibe al aprendizaje como producto de la manipulación de prototipos robóticos en ciertas secuencias inductivas que, si bien pueden enseñar al sujeto a partir de experiencias de ensayo y error, e incluso aun cuando la secuencia propuesta sugiera cierta formulación, nunca se explotan los beneficios producto de la manipulación del aula escolar ni se lleva a cabo ninguna reflexión explícita en torno a la acción, por supuesto tampoco habrá tampoco la fase de Institucionalización.

Charnay hace una exposición clara y breve de las diferentes concepciones del aprendizaje por medio de la resolución de problemas (Charnay 1994).

Por supuesto que en la postura inductiva, la funcionalidad se da también por entendida. En efecto, se puede llegar a pensar que el estudio de la tecnología está por naturaleza ligado a su funcionalidad. Esta visión práctica de la capacitación es la que en general ha desviado el valor de una formación más sólida, con interés en el dominio de los conceptos abstracto-funcionales que la fundamentan.

Análisis del laboratorio

En el laboratorio intervienen cuatro sujetos distintos: el maestro, los alumnos, el conocimiento que se quiere enseñar y el medio. El maestro interviene con la voluntad de enseñar y como representante del sistema educativo introduce en el aula las normas y los programas escolares como sujeto particular con voluntad propia.

Los alumnos participan con la voluntad de aprender como grupo de edad cultural con intereses y saberes previos comunes para realizar el trabajo. Cada alumno participa como sujeto particular, único.

El conocimiento que se va a enseñar interviene al reconocerlo como una habilidad, un dato, un instrumento o un concepto. La forma más adecuada de enseñarlo será en función de su naturaleza. Se usarán situaciones constructivistas para funcionalizar conocimientos claves, centrales, generales, es decir, conocimientos que no sean ni datos ni habilidades, ni conceptos secundarios que puedan derivarse deductivamente una vez construido el concepto central, para los cuales se reconocen otros métodos mejores.

Cuando se reconozca el uso de otros métodos de enseñanza, se privilegiará la utilización de *firmware* de enseñanza programada, es decir paquetes que constan de *hardware* y *software*, y secuencias inductivas basadas en la utilización de tecnología.

Esto es claro cuando se reconoce, por ejemplo, la necesidad de un entrenamiento para dominar un algoritmo, como el caso del Tablero de Merlín, donde se busca la comprensión de un proceso a partir de la posibilidad de verlo en acción (ver capítulo 4).

El medio ambiente tiene dos componentes: El exterior, que da contexto al laboratorio, según sea su situación geográfica, histórica, social y cultural. Cada contexto dará una significación particular al saber enseñado y al mismo laboratorio, habrá espacios donde la significación institucional sea más afín al medio exterior que otros.

El sistema didáctico restringido incluye la red de relaciones entre los alumnos, el maestro, el conocimiento enseñado y el medio interior. El medio interior está constituido por todo lo que hay en el aula: sillas, mesas, escritorios, pizarrones, material didáctico y, en nuestro caso, tecnología diversa y computadoras.

El hecho de que el profesor pueda estar consciente de todas las particularidades del contexto en que se encuentra le permite diseñar o implantar situaciones con mayores probabilidades de éxito. En efecto, es preciso insertarse en la realidad de los educandos, compartir significados y, al mismo tiempo enseñar. Esto imprime a la práctica docente de una poderosa fuerza pedagógica. (Brousseau, 1994)

Diseño de situaciones de construcción

Cuando se quiere diseñar un proceso constructivo para el aprendizaje de cierto conocimiento tecnológico, lo primero que habría que preguntarse es ¿para qué sirve este concepto?, ¿qué necesidades le dan sentido?, o ¿qué problemas permite resolver?

Conocer la evolución histórica y los obstáculos en el proceso del desarrollo del conocimiento nos ayuda a diseñar mejores situaciones didácticas. Se trata de conocer su estatuto científico, sus posibles definiciones, su relación con otros conceptos, sus propiedades, su relación con el trabajo, con la vida y con la cultura.

En cualquier proceso de construcción se pueden distinguir varias fases. En la primera fase, de acción, una vez comprendido el problema inicial, el participante actúa, solo o en equipo, en busca de una herramienta para resolverlo. El proceso debe iniciarse con una situación accesible y con sentido para los sujetos del grupo de edad cultural de que se trate.

Al no contar con una estrategia inicial se inicia una dialéctica de ensayo y error, de búsqueda, que culmina con la construcción de una nueva herramienta.

En el proceso de construcción de la nueva estrategia subyacen nociones, relaciones y propiedades que están siendo utilizadas y no son explícitas, aun cuando la herramienta funcione. Se habrá construido un instrumento en el que subyace un modelo implícito. La explicitación de este modelo corresponde a la siguiente fase.

En general, esta primera fase se organiza de forma tal que se pueda generar una comunicación intensa entre los sujetos, una partición del grupo en equipos es ideal.

En la fase de formulación se trabaja en situaciones en las que los modelos implícitos tengan que ser explicitados. Se intenta que el trabajo de explicitación tenga sentido y reciba retroalimentación a través de procesos autoevaluados.

Uno de los recursos que se utilizan es la comunicación entre los equipos, por ejemplo, comunicar la estrategia que han descubierto y que creen que resuelve el problema, o simplemente hacer intercambio de información y experiencias.

Las situaciones de comunicación a través de mensajes escritos constituyen un recurso en muchos casos idóneo para generar formulaciones e incluso llevar a la construcción de lenguajes de comunicación específicos.

La formulación así planteada tiene sentido para el alumno y proporciona la retroalimentación que ha de permitir el avance de la construcción. Es la dialéctica que se da entre emisores y receptores interpretadores lo que lleva progresivamente, como una condición natural de la comunicación misma, a la explicitación, a la construcción progresiva de un lenguaje.

En efecto, para que exista una comunicación exitosa, el mensaje transmitido debe ser bien interpretado. Lo que implica observar una sintaxis y una semántica reglamentadas en su momento por los protagonistas mismos.

Según sea el caso, se pueden exigir ciertas condiciones al mensaje, como son que sea escrito y no contenga dibujos ni colores, que no

sea ambiguo ni contenga redundancia, que sea breve, lo más pequeño posible.

En la siguiente fase, de validación, se demuestra que la herramienta recién construída o explicitada es correcta y se prueban propiedades y generalidades secundarias que fueron movilizadas en las fases anteriores.

Es fundamental que quienes exijan estas pruebas y quienes las hagan sean los mismos participantes a través de formas de comunicación. El nivel en que se den estas pruebas dependerá de las situaciones, del camino que se haya recorrido y de la edad cultural de los sujetos.

En la organización de esta fase cabe movilizar el deseo de los sujetos o equipos de trabajo para demostrar que sus instrumentos construídos funcionan, o encontrar la falla en otros distintos al suyo. El maestro deberá explotar la necesidad natural de los sujetos de defender sus propuestas.

La última fase es la de institucionalización. Al final es preciso identificar el instrumento construído con su nombre y nomenclatura convencionales para cerrar el ciclo, relacionarlo con otros conceptos, darle su sentido universal, etcétera.

En esta fase el conocimiento será sometido a un proceso de generalización para abstraer su estructura y ser aplicado a otros problemas muy, poco y nada parecidos al que le dió lugar. Esta fase la llamo el desbordamiento del concepto y la considero fundamental.

Un desbordamiento efectivo implica necesariamente una posibilidad más universal de aplicación del concepto construído a partir del reconocimiento de los problemas que este resuelve, y su éxito está también asociado al número de representaciones estructurales del conocimiento construído y a las aplicaciones con sentido funcional que el individuo conozca.

Aunque han sido diferenciados cuatro momentos cualitativamente distintos del proceso, la sucesión de estas fases no es de ninguna manera rigurosa, ni es siempre posible distinguir con toda nitidez unas de otras.

En algunos momentos del proceso se introducen obstáculos que hagan inservibles la herramientas hasta entonces producidas, será necesario entonces construir otros instrumentos, o perfeccionar los ya concebidos. Estos obstáculos provocan los desequilibrios en el proceso de construcción, constituyen las experiencias contradictorias que nos obligan a buscar nuevos equilibrios y pueden consistir, por ejemplo, en aumentos bruscos de las magnitudes del problema o en la introducción de restricciones.

Secuencias basadas en la aplicación subsecuente de estas ideas nos permiten llegar a la construcción del conocimiento deseado. En principio basta concebir el proceso como la generación y perfeccionamiento de una herramienta durante el cual la generación de herramientas inadecuadas no producirán el efecto deseado y su modificación o abandono será visto como parte del proceso natural de construcción. Vamos a provocar movimiento ascendente constructivo a partir de obstáculos que deriven en herramientas que no funcionen, o que funcionen parcialmente.

Al aparecer el conocimiento como la forma final de una herramienta cuyo sentido funcional está dado desde el inicio, el conocimiento está concebido por su funcionalidad. Estos procesos son muy enriquecedores ya que la sucesión de herramientas producidas, buenas y malas, rodea y da mayor sentido al conocimiento objetivo.

El uso de la tecnología será considerada como un recurso más dentro de las secuencias constructivistas, es decir, su utilización implicará una lógica de acción enmarcada en los procesos de construcción.

Esta didáctica ofrece en forma implícita una carga de currículum oculto muy benéfico para nuestros fines: el hecho de que el aula viva un cambio en el sentido de las relaciones maestro-alumno, alumno-alumno, alumno-conocimiento, etcétera, tal como se propone, ayuda a exaltar ciertas manifestaciones de creatividad, iniciativa, seguridad, confianza y autovaloración que tradicionalmente son reprimidas en el salón de clase.

Como una forma adicional de beneficiar la interacción que se logra a través de este tipo de secuencias, se verá su inmersión en ambientes ideales.

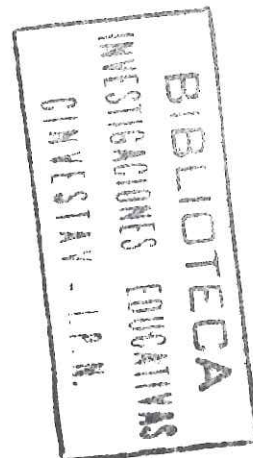
2. FUNCIONAMIENTO DEL LABORATORIO

Se ha visto que para llevar al laboratorio un proceso de construcción de cierto concepto, es necesario diseñar una secuencia semiordenada de actividades específicas que lleven a los alumnos, bajo diversas formas de trabajo y participaciones activas, a construir el concepto objetivo como herramienta funcional para superar el o los obstáculos que las mismas actividades contengan.

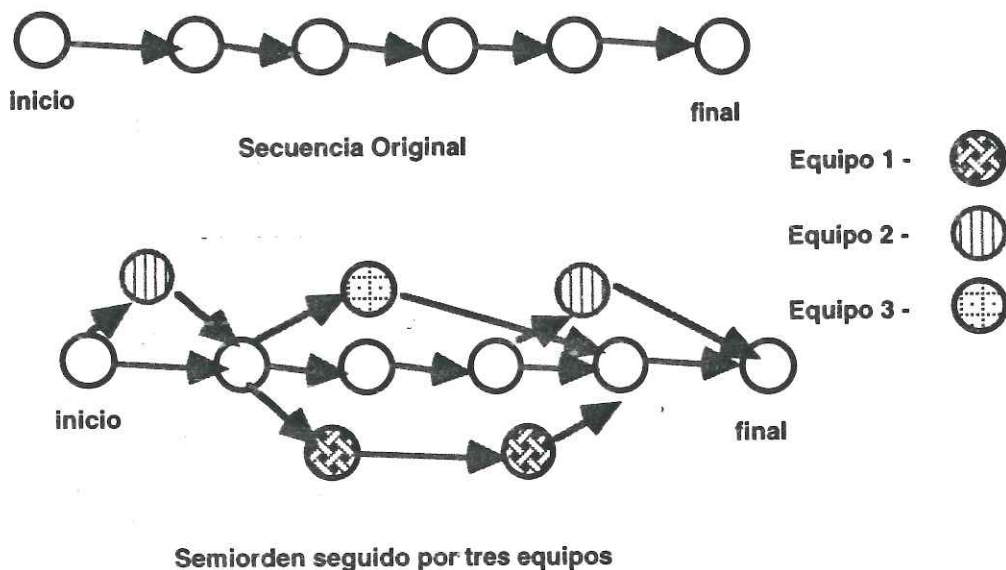
Cada una de estas actividades es diseñada de forma tal que los participantes, aislados o agrupados en equipos según convenga al proceso específico, reciban una consigna o una actividad para que inicien sus trabajos ordenando sus ideas y siguiendo los caminos que van apareciendo en cada equipo de trabajo. De esta forma, el proceso de construcción del conocimiento se va dando al interior de los equipos bajo propuestas distintas que hay que hacer converger con ayuda de actividades de interacción comunicativa. De esta forma se avanza hacia la concepción completa de la herramienta conocimiento cuya aplicación permite superar el obstáculo en turno.

La aparición y explotación de varios caminos es una muestra de la riqueza con que se trabaja en este tipo de procesos constructivos. El profesor se vuelve un investigador en jefe que administra las ideas y el trabajo de sus colaboradores, los alumnos, bajo un régimen de participación y comunicación que permite la construcción social del conocimiento objetivo. El profesor da forma al proceso, allí reside su control y allí se define dinámicamente el orden de construcción con que cada equipo se incerta en la secuencia.

Mi experiencia como diseñador e investigador con secuencias didácticas constructivas, me ha permitido llevar las mismas secuencias a distintos niveles educativos (Papacostas 1992). He observado cómo, la misma secuencia, dada la forma particular y única en que se trabaja en cada proceso constructivo, nunca se reproduce igual, sino que viene a convertirse en una red de caminos alternativos que van retornando a la secuencia original, a veces solos, a veces con ayuda de actividades de comunicación. A continuación presento un esquema que representa una red de los caminos que tomaron 3 equipos durante la aplicación de una secuencia. Las actividades se muestran desviadas de la secuencia original porque implican caminos divergentes del objetivo, los cuales se hicieron converger con actividades de comunicación.



Un camino es distinto cuando se llegan a trabajar hipótesis que podrían desviar el trabajo hacia otro objetivo. Permitir otros caminos es muy importante, aunque también hay que saber en qué momento y bajo qué acción comunicativa, recordar los objetivos que permitan que se regrese a la secuencia planeada.



Este semiorden depende del proceso específico, aunque algo se puede prever si observamos de cerca algunas características del salón de clase. Una posible guía para el profesor es considerar el medio y los participantes donde se va a trabajar. De sus observaciones podrá derivar un diseño estructural más adecuado a las condiciones específicas y esperar menos desviaciones.

En general, sin ser una regla, los procesos constructivos necesitarán más tiempo en cada actividad, y posiblemente la introducción de actividades intermedias, a medida que la cultura media de los participantes disminuye.

Dado que en esta forma de trabajo se tendrán siempre equipos que vayan más rápido que las demás, o que diverjan, el profesor deberá funcionar como catalizador, es decir, como acelerador o retardador de los procesos en cada equipo, de forma que el proceso general avance, se retroalimente a sí mismo y nunca deje equipos ni participantes en el camino. Aprender a conducir un proceso constructivo es hacer magia por medio de diversos mecanismos de comunicación al interior y entre los equipos.

Equipos de trabajo

Interesados en llevar a cabo actividades de construcción de conocimiento, es decir, actividades donde la comunicación entre educandos es reconocida por su valor y tiene un sentido pedagógico por explotar didácticamente, tenemos a nuestra disposición diversas formas de participación en el aula. Cada una de ellas tiene sus ventajas y de su uso adecuado se deriva un buen proceso. Entre las particiones posibles tenemos:

- Alumnos aislados.
- Equipos de 2, 3, 4, 5 y 6 alumnos.
- Macroequipos formados de varios equipos.

La forma de seleccionar la partición más adecuada para una actividad específica depende de la forma de comunicación que más convenga al proceso y se establecerá dinámicamente durante cada acción comunicativa.

Un equipo de trabajo consta de varios alumnos reunidos en un área donde pueden conversar y manipular materiales o tecnología, comunmente alrededor de una mesa o de una computadora. El número de elementos de un equipo depende de la actividad misma, pero en general es recomendable que tengan mínimo tres integrantes en un intento por evitar relaciones de dominación.

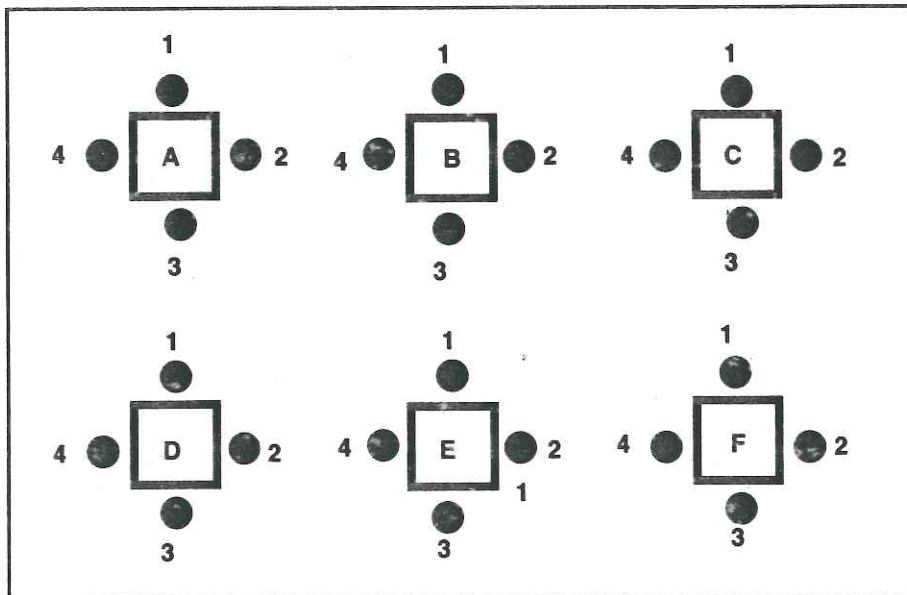
Cuando llegamos a un salón de clase por primera vez, hacemos una partición en equipos basándonos únicamente en el número de alumnos y en el número de equipos que queremos manejar. Por facilidad para las actividades de comunicación, es bueno tener un número par de equipos.

A medida que vamos conociendo a los participantes, podremos ir mejorando la partición buscando un equilibrio entre agrupaciones, así podremos llevar a cabo juegos y competencias entre equipos en el buen sentido del término y, por lo tanto, podremos utilizar los beneficios de este recurso didáctico.

La razón principal de trabajar en equipos obedece a la naturaleza de nuestras secuencias. En efecto, en todo proceso constructivo, la comunicación al interior de los equipos deriva en formas de

interacción muy benéficas y enriquecedoras para nuestros intereses pedagógicos, intercambios comunicativos donde los alumnos miembros participan bajo distintos roles: algunos activos, como tutores, líderes, generadores de ideas, etcétera; desgraciadamente, también algunos roles pasivos.

Dada una partición cualquiera, existen maneras de combatir la aparición de sujetos pasivos y la competencia insana al interior de los equipos. Una de ellas es numerar a los integrantes de los equipos como aparece en la figura.



Aunque normalmente no hay restricciones de participación hacia el interior, los equipos son prevenidos para que mantengan a todos sus integrantes activos y enterados de lo que sucede, ya que el profesor puede llamar a participar a cualquiera de sus elementos por su *identidad numérica*, ya sea cuando el equipo quiera o deba participar. Este acuerdo de trabajo entre profesor y participantes desaparece parte importante del problema, ya que al depender la calidad de participación de un equipo de todos y cada uno de sus integrantes, se genera automáticamente un interés por socializar el conocimiento generado, combatiendo así la pasividad.

Por supuesto se acuerda como parte fundamental del contrato didáctico que el profesor establece con los alumnos que un equipo es un ente que debe tener nombre, existir y brillar, es decir, sus

integrantes deben de creer en éste y trabajar conjuntamente para ser el mejor equipo.

No se recomienda que los equipos permanezcan iguales durante períodos largos; una buena política de reconfiguración permite que todos los alumnos trabajen con varios de sus otros compañeros. De esta forma se combate también los roles pasivos y los componentes negativos en la red de relaciones. Hemos visto también transformaciones en los roles muy interesantes, en específico, he observado cómo sujetos pasivos en un equipo, se transforman en activos y hasta en líderes al cambiar a otra agrupación.

Los equipos o las formas en que se particiona un salón de clase dependen de la acción a realizar. Hasta ahora hemos hablado sobre la conveniencia de la interacción hacia el interior de los equipos. Hacia el exterior, la forma en que estas agrupaciones se comunican proporciona un motor fundamental y un catalizador para controlar cualquier proceso de construcción. Por otro lado, constituye por sí misma una valiosa herramienta para la construcción de lenguajes.

Comunicación entre equipos

Entramos al mundo de la comunicación entre equipos. La comunicación hacia el exterior de los equipos tendrá siempre una forma y unas restricciones, según sea lo que el proceso de construcción necesite.

Las formas de comunicación son:

- oral, ya sea libre o seleccionada, siempre bajo la estrategia de la identidad numérica;
- escrita, bajo la forma de elaboración de mensajes, según un funcionamiento adecuado entre emisores y receptores; y
- mixta.

Las restricciones a una forma de comunicación obedecen también al proceso, ya que en general, al pedir a una agrupación un mensaje, ésta resolverá sus problemas de comunicación utilizando todas sus posibilidades, es decir, utilizará texto, gráficas, dibujos, movimientos y gestos.

Dependiendo del momento, se podrán poner restricciones a los mensajes tales como: el mensaje va a ser enviado por teléfono, es

decir, se requiere un mensaje que incluya puro texto, o tiene que ser un dibujo o un gráfico sin texto, etcétera.

Un regalo a nuestras necesidades pedagógicas de formulación es que a medida que avanza una actividad de elaboración de mensajes, se camina siempre hacia mensajes más claros, breves, concisos, minimales. La utilización de procesos de este tipo representan por sí mismas formas de construcción de lenguajes estructurantes.

Además de la actividad de hacer un mensaje, existe el intercambio estructurado de mensajes y su interpretación, de donde surgen espontáneamente necesidades de plantear reglas y formas de elaboración de mensajes que conducen a formulaciones más precisas de lo que se desea comunicar. Así mismo, la interpretación de mensajes es una actividad de validación, ya que un mensaje con errores o que no cumpla su cometido es detectado en cualquier intercambio como una herramienta inservible o incompleta que es preciso mejorar o transformar.

Las actividades de comunicación también pueden ser mejores si se conoce la situación en cada uno de los equipos, pues el diseño de la estructura de intercambio entre los equipos podrá contemplarlo y así se podrán efectuar catalizaciones del proceso más efectivas.

Podemos sugerir al profesor, en su papel de manejador y controlador de los momentos comunicativos, iniciar con trabajos de escasa comunicación para privilegiar la aparición de caminos distintos o de estrategias de acción distintas.

Un proceso de construcción requiere de formas distintas de comunicación en momentos distintos. Un intercambio de mensajes puede servir para lograr una nivelación entre equipos, para que avancen los atrasados, se expresen y se cuestionen hipótesis de trabajo, para que se conozcan y evalúen otras estrategias, para sugerir caminos alternativos y salir de atolladeros generales, para proporcionar otra visión al problema, para hacer a una equipo regresar al objetivo, etcétera.

En ciertas ocasiones no surge ningún camino alternativo, la secuencia no camina a ninguna parte, o se desvía hacia otros objetivos. En el segundo caso, a veces interesados en la secuencia y

no en el objetivo, simplemente dejamos que la secuencia camine y observamos hacia donde nos conduce.

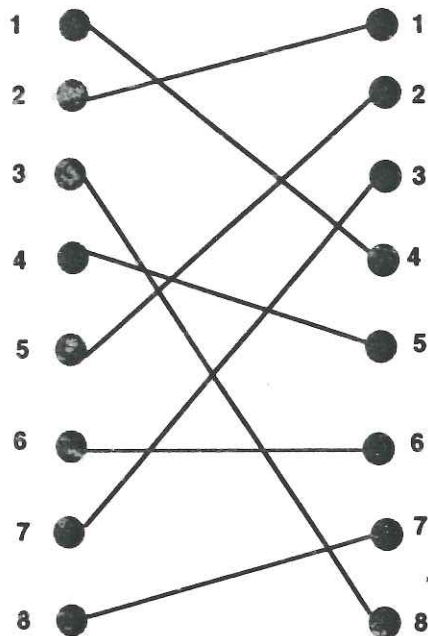
Cuando se trata de llevar a cabo una secuencia específica, la conducción se auxilia con el del uso del **oráculo**, una herramienta didáctica original que he desarrollado y utilizado por varios años. Un oráculo es una sugerencia metafórica, una analogía estructural derivada de la variabilidad perceptual y/o matemática del concepto (Diénès 1967), un símbolo, un documento de análisis. En efecto, un proceso de construcción no se afecta si la sugerencia para continuar deriva del análisis de una frase en cierto metalenguaje.

Por ejemplo, en la situación didáctica en que surge la necesidad de encontrar una solución al problema de los ocho aprendices, es decir, una ubicación de ocho reinas en un tablero de ajedrez sin que se ataquen, puede ocurrir que, aunque la búsqueda de una solución puede ser llevada a cabo en forma aleatoria sin ningún método o algoritmo e incluso tener éxito en la búsqueda al cabo de diez o quince minutos, en ocasiones pasa el tiempo y no se obtiene ninguna solución. Un oráculo que permite continuar la secuencia es el pergamino de Merlín, en donde se proporciona una solución al problema, pero es preciso descifrarla dado que se encuentra en forma de un metalenguaje, una estructura desconocida.

Al introducir un oráculo de esta naturaleza, la experiencia de análisis del oráculo nos ha permitido encontrar colectivamente una solución y, al contener una estructura analógica que es descubierta y analizada, nos sugiere ideas para continuar el proceso enriquecido por lo que el mismo oráculo puede aportar, entre otras cosas sugiere un camino hacia la multirepresentación.

Así, en cada situación didáctica el profesor debe contar con oráculos que le permitan abrir nuevos caminos en partes que se reconozcan difíciles en el proceso de construcción. De esta forma contamos con sugerencias metafóricas para dirigir o impulsar el movimiento cuando éste se detenga, en parte o en la totalidad de los equipos participantes.

El Oráculo además resuelve el problema más temido de las secuencias constructivistas: la ausencia de movimiento, o la divergencia.



OCHO APRENDICES EN PAZ

El oráculo se constituye como una herramienta didáctica fundamental para procesos constructivos de conocimiento. Su uso debe ser moderado y además cada oráculo debe en verdad ser una sugerencia simbólico-analógica o metafórica que no traicione el proceso.

Recordemos que para que se dé un proceso de construcción de conocimiento, el profesor no puede participar brindando las ideas básicas a descubrir-construir por sus alumnos porque lo traicionaría en su esencia.

3. AMBIENTES IDEALES

El diseño de cualquier situación didáctica puede enmarcarse en un ambiente. Los ambientes clásicos para adultos suponen un nivel de seriedad y comportamiento ad-hoc sin preocuparse por el sentido o la aplicación de lo que se enseña. Esto parece estar en contra de nuestras necesidades de participación y comunicación entre los participantes.

Una de las necesidades de mi propuesta es desarrollar secuencias didácticas que puedan ser aplicadas a todos los trabajadores de la empresa. Si bien se trata de un requerimiento utópico en el sentido de que está reconocido por todos los educadores modernos que los intentos por mejorar la educación deben de considerar muy de cerca al nivel cultural medio de los participantes para así ubicar los niveles y exigencias del trabajo escolar. Mi propuesta tiene algunas ventajas al respecto. En primer lugar busca lograr una formación básica, alfabetizar desde una perspectiva novedosa, esto implica que comprenderá muchos conceptos nuevos, visiones distintas del conocimiento.

Por otro lado, la perspectiva constructivista siempre aporta novedades a quién participa y tiene reservados roles para los participantes avanzados. Bien sabemos que un manejo adecuado de individuos adelantados, adecuadamente repartidos en los equipos y jugando roles de tutor al interior, es muy provechoso en la conducción de situaciones constructivistas.

Por último, tengo a la mano resultados experimentales que muestran que un proceso constructivista puede incrementar sus posibilidades de éxito inscribiendo la secuencia en un ambiente ideal. Sumerjamos al aula y sus participantes en un macromundo de frontera, es decir, en un ambiente ideal donde sus participantes interactúan con identidades redefinidas a partir de relatos entre la realidad y la fantasía, es decir, como actores (Papacostas 92).

El hecho de trabajar con identidades redefinidas, aunque en un principio pensado solamente como un recurso pedagógico para niños, resulta ideal para adultos y ha dado lugar a ambientes relajados donde los sujetos participan libremente y con buen humor. Existen varios trabajos que transportan a mundos de frontera, uno excelente es (Hofstadter 1979), en él se trabaja frecuentemente con Aquiles y la tortuga.

En efecto, la generación de un macromundo de frontera reduce las componentes negativas inscritas en la red de relaciones personales de los participantes, sean de la edad que sean. Pero no sólo esto, también se observa que los momentos posteriores a la terminación de la secuencia son afectados positivamente ya que, aunque bajo redefinición de identidades se han jugado y aprendido otras formas de participación, éstas no siempre se abandonan (Papacostas 92).

Los ambientes ideales también ayudan en la problemática del trabajo con grupos desnivelados.

Veamos de más cerca a qué nos referimos con un macromundo de frontera. Para producir un macromundo de frontera hacer magia es provechoso. Para que el profesor haga magia, además de necesitar una buena técnica, es preciso que se crea mago. Necesitamos a un profesional de la enseñanza, un individuo que haga lo que sea necesario, hasta actuar, para incrementar el éxito de su labor educativa.

Una buena metáfora es recordar a Merlín (Steinbeck 1977), una figura mitológico-educadora. En las conocidas leyendas de Merlín, este aparece como un genio mago que se encarga de la formación de Arturo. Merlín enseña con símbolos y metáforas excelentes, favorece la observación, es metódico y exige disciplina, aunque no le da sentido por sí misma. Merlín esto, Merlín aquello, en fin, Merlín es la exageración llevada a mito de la historia que todo educador quisiera escribir en su aula.

Inscritos en el mundo de Merlín, nos gustaría que los alumnos quisieran ser Arturo, si no como un deseo espontáneo, por lo menos como producto del proceso mágico que produce el profesor-actor. Esto se puede lograr y constituye un gran avance, la aceptación de un contrato didáctico mitológico.

No existe ningún contrato didáctico más deseable que el que sostienen Merlín y Arturo. Uno está para enseñar y el otro para aprender, ambos en el ejercicio de su voluntad. Su relación es cordial y su confianza absoluta, construida en el pleno ejercicio de sus libertades, convencidos de la bondad de sus roles.

Llegar a un planteamiento sobre cómo despertar al Arturo de los participantes requeriría de auxiliarnos de ciencias como la psicología, la sociología, la antropología, las ciencias de la educación y otras. Sin embargo, al principio como una hipótesis de trabajo, y posteriormente probada por años con diversas secuencias didácticas, puedo concluir que recubrir al aula con un ambiente ideal producto de un macromundo de frontera ayuda a la universalidad de los procesos constructivistas.

Es pertinente aclarar que un macromundo de frontera no implica hablar de Merlín y Arturo, más bien se trata de ubicar historias

entre la realidad y la fantasía que permitan la redefinición de la identidad de los participantes. Se puede adaptar mitología griega (Graves 1987), historias de alquimia (Klossowski 1993), relatos de druidas (Llywelyn 1992).

Durante la aplicación de un macromundo de frontera habrá que dar a conocer primero la historia en donde éste se enmarca. La secuencia didáctica incluida en el capítulo cuatro contempla varios ambientes de frontera.

CAPITULO 3

EXPERIENCIA PILOTO

Ante la tarea de desarrollar una propuesta curricular para llevar a cabo una formación tecnológica como la descrita, es preciso partir de la consideración de algunos factores estructurales.

En este primer apartado, presento el concepto de técnico universal como un principio teórico-metodológico de síntesis. Este concepto me permite concebir un currículum troncal, básico, a partir de la observación de que toda la tecnología moderna, vista como tendencia abrumadora, no es sino distintas aplicaciones de la tecnología digital. Esto además orienta la concepción del currículum.

1. PERFIL GENERAL DEL TECNICO UNIVERSAL

Al hacer un análisis de la estructura organizacional de la empresa, se encontró que los empleados y trabajadores se encuentran agrupados en especialidades definidas por las funciones y/o los equipos que manejan. Cada especialidad se divide a su vez en categorías.

Cada una de estas especialidades está concebida en forma aislada, única, y los conocimientos necesarios para ocupar cada categoría están así definidos.

Posteriormente pasé a estudiar los perfiles de puestos de la empresa y sus planes de capacitación. La idea era conformar el núcleo de conocimientos básicos válidos para todas o para casi todas las especialidades. El resultado fue el descubrimiento de que varias especialidades contenían una gran similitud al considerar los conocimientos abstracto-funcionales que cada especialidad requería y que, si bien en el pasado, antes del proceso de reconversión, cada especialidad debía contemplarse distinta, la tendencia digitalizadora las volvía ahora muy similares al considerar la aplicación de los mismos principios tecnológicos. Es decir, si pudiéramos suponer una formación con dominio abstracto

funcional, varias especialidades podrían contemplarse casi idénticas.

Entonces, así como la digitalización ha provocado una elevada descualificación, también se alcanzan a percibir algunos beneficios. En mi caso, como educador de tecnología, puedo pensar en un todo digital que me permite pensar en una primera síntesis, la concepción del núcleo de conocimientos de un técnico digital universal, es decir, un trabajador que teóricamente pueda ocupar cualquier puesto de trabajo digitalizado, por supuesto, después de un breve periodo de capacitación o autocapacitación. Esto es lo que se denomina capacidad de ciclaje o reciclamiento de trabajadores, una necesidad actual y también un efecto de la concepción moderna de una planta productiva (Sandoval 1992).

Desgraciadamente la agrupación propuesta, o la fluidez funcional, es impensable con las tendencias de capacitación actuales: estas han sido siempre poco formativas en el sentido de comprender y reconocer en forma estructural y funcional los conceptos centrales de la tecnología. Los trabajadores en general saben manejar el equipo pero basta cambiarles el modelo tecnológico para provocarles serias dudas y requerir capacitación.

Es un hecho que la transformación del entorno técnico productivo continuará vertiginosamente su digitalización en los próximos años, por lo tanto, el fenómeno de la progresiva vinculación funcional entre las especialidades reclama la síntesis propuesta para integrar un currículum nuclear, básico, a convertirse en la columna vertebral de toda formación tecnológica que exija una interacción profesional con la tecnología..

El nuevo trabajador tendrá que ser alguien que pueda formular preguntas pertinentes partiendo de las necesidades de su puesto de trabajo y participe incluso en las políticas de digitalización e innovación tecnológicas.

2. EL MUNDO TECNOLOGIZADO.

Consideramos como un mundo altamente tecnologizado aquel espacio de trabajo en donde la tecnología digital tiene una presencia dominante y es imprescindible para la realización del trabajo. Mi experiencia de trabajo implica la participación en estos

espacios como investigador, específicamente, cinco años en el Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas de la UNAM y cuatro en el Instituto de Investigaciones Eléctricas. Además de mi experiencia previa, hice visitas regulares y entrevistas en espacios adicionales como dos Centrales Telefónicas, un Centro de Control Eléctrico y un Centro de Cómputo con aplicación al diseño gráfico.

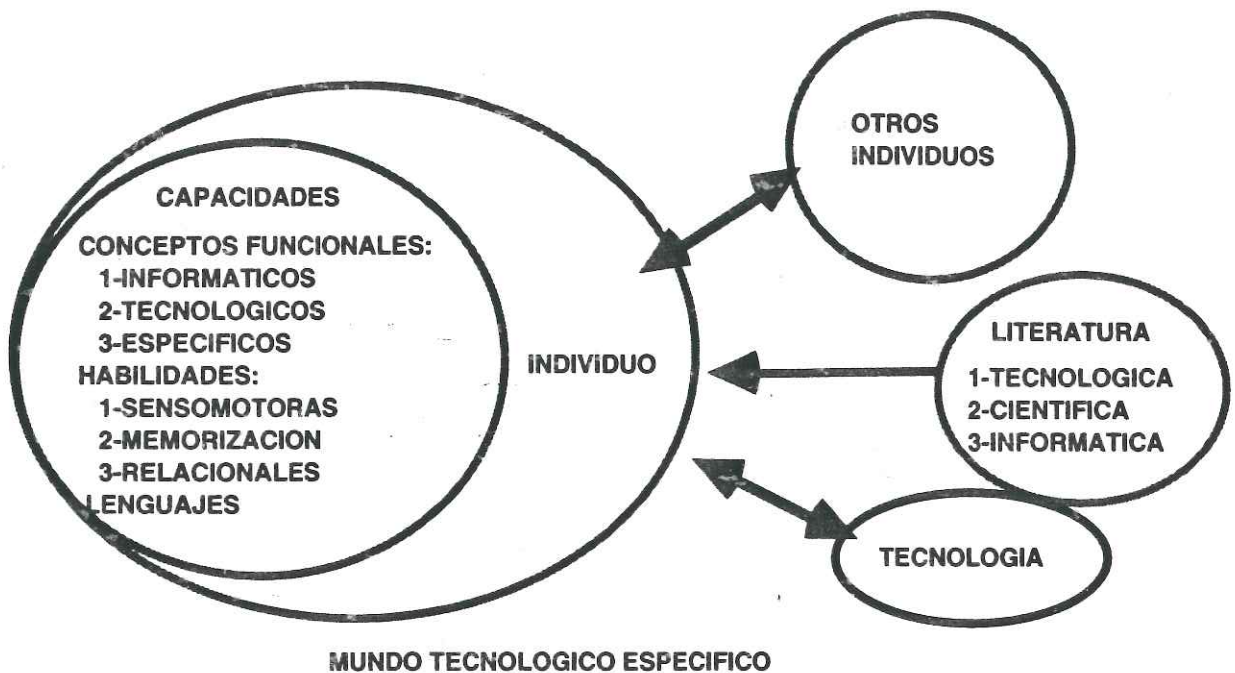
Ha continuación presento mi visión funcional del mundo tecnológico, resultado de la categorización del conjunto de saberes funcionales del técnico universal. La abstracción está basada en el reconocimiento de los participantes del mundo tecnológico y una categorización de los saberes funcionales que ahí son necesarios vía la naturaleza de interacción con la tecnología.

Los participantes

Si observamos al mundo tecnológico podemos reconocer varios participantes: individuos, tecnología y literatura; cada individuo participa según sus capacidades de interacción, que a su vez requieren de habilidades y conceptos funcionalizados. Los participantes se comunican entre sí a través de lenguajes.

Las categorías de capacidad, habilidad, concepto y lenguaje fueron surgiendo espontáneamente como una necesidad para la descripción y categorización de saberes funcionales directamente observados en su calidad de herramientas necesarias en el medio tecnológico y tendrán el significado que aquí se defina en su momento.

Debido a que mi concepción del mundo tecnológico tiene componentes basadas en mi experiencia previa y es también resultado de un proceso informal de observación posterior, no se reporta ni se pretende incidir formalmente en el campo de la Etnografía.



Los saberes

Voy a particionar el conjunto de los saberes observados en varias capacidades según sea la naturaleza de la interacción. El orden en que aparecen obedece también al orden lógico en que las distintas interacciones nos permitirán apropiarnos del mundo tecnológico.

La partición de saberes, dada la complejidad del universo a describir, no es estricta observando saberes que aparecen en distintas capacidades, sin embargo, esta partición resulta sin duda adecuada para la concepción, diseño y construcción posterior del currículum.

Capacidad de reconocimiento o ¿y tú, quién eres?. Al entrar al mundo tecnológico, lo primero que necesitamos tener es la capacidad de reconocer a la tecnología que ahí se encuentre.

Los técnicos que reconocen a la tecnología como un autómeta particular, tienen una visión universal. En efecto, poder reconocer la tecnología no implica conocer todos los equipos y marcas disponibles, al contrario, se trata de tener un dominio abstracto funcional del concepto general de un autómeta digital, de sus partes, de los principios que lo fundamentan.

Una vez con este concepto, se puede reconocer cualquier tecnología como un autómata específico, diseñado y construido para realizar ciertas funciones.

Si conocemos las funciones que dan sentido a cierta tecnología específica, a partir de su concepción como un autómata podremos deducir su cabeza o procesador central, sus sentidos robóticos y sus principios teórico funcionales involucrados.

Podremos también deducir su arquitectura, sus componentes modulares (sus partes funcionales), su intercomunicación, su instrumentación (sus sentidos robóticos), su constitución (componentes mecánicas, eléctricas y electrónicas), sus conceptos informáticos inherentes, e inclusive sus fallas, defectos y alcance.

Es curioso observar que el concepto de autómata aparece solamente en ciertas especialidades teóricas y en general su tratamiento es muy abstracto. Por otro lado, el concepto aparece implícito en planes de capacitación para técnicos de mantenimiento de equipo, sin ninguna intención de generalización.

Capacidad de comunicación o ¿hablamos el mismo idioma?.

Una vez dentro del mundo tecnológico y reconocidos los participantes, un individuo debe de poder comunicarse eficientemente con ellos. Toda comunicación será mejor en cuanto más dominio se tenga de los lenguajes que ahí se utilizan.

Enseguida hago una descripción categorizada de estos lenguajes:

- Lenguaje propio de la aplicación específica. Me refiero a una comprensión abstracto funcional de los conceptos teóricos que intervienen en la aplicación específica (telecomunicaciones en nuestro caso), es decir, un dominio de los lenguajes científicos necesarios para hablar de los fenómenos involucrados y las funciones de la tecnología específica.
- Lenguaje tecnológico. Una comprensión abstracto funcional de los conceptos tecnológico-digitales fundamentales y sus principios de funcionamiento es necesaria.

Identifico dos niveles. El primero es el nivel funcional, que permite desmembrar una herramienta tecnológica en un conjunto de módulos definidos por funciones específicas, esto nos permite

deducir su arquitectura o estructura modular, su cabeza, su inteligencia, sus sentidos y los principios tecnológicos que la fundamentan.

Estos lenguajes aparecen en distintos niveles de la educación formal y la capacitación, sin embargo no se considera nunca su integración explícita a nivel autómata tecnológico, salvo en cursos de robótica y en algunas especialidades de las ciencias de la computación.

Hablo de los conceptos que me permiten identificar las partes modulares de una herramienta tecnológica, como componentes que definen la estructura de un autómata tecnológico particular: procesador central, ejecutor, inteligencia y memoria tecnológicas, sentidos robóticos, instrumentación, traductor, transmisor, acción tecnológica, estrategia de acción, tiempo real, control, etc.

A su vez cada componente puede contener partes mecánicas, eléctricas, electrónicas, informáticas y robóticas.

Viene después el segundo nivel, el nivel menor, dónde se ubican otros lenguajes para referirse a las microcomponentes y sus funciones.

- Lenguajes abstracto-funcionales. En paralelo al desarrollo de la tecnología y de gran utilidad para la comunicación en el mundo tecnológico, han surgido lenguajes gráfico-informáticos expresamente desarrollados para hablar de problemas, estrategias o algoritmos; es decir, hiperlenguajes de programación, diagramas de flujo, redes, grafos, árboles y otras estructuras combinatorias.

También ha dado lugar a conceptos generales que nos permiten ubicar en términos de complejidad a la tecnología: conceptos como inteligencia artificial, control, simulación, base de datos, sistema experto y optimización, dan lugar a una concepción más avanzada y a poder comunicar procesos y la eficiencia de los mismos.

En gran medida observamos que los participantes más dotados son aquellos que además de entender estos lenguajes, se han preocupado por entender sobre la optimización y eficiencia de procesos tecnológicos. En el siguiente apartado continúo con esto.

También es común encontrar en la tecnología y/o en su literatura ventanas que proporcionan gráficos con señales analógicas y

digitales, diagramas, gráficas estadísticas, gráficas de comportamiento, expresiones numéricas en bases decimal y binaria, rangos de variación, circuitos, íconografía, etc.

-El inglés técnico es necesario para tener acceso a la literatura. También he ubicado la necesidad de un entrenamiento especial para entender los manuales técnicos y su estructura..

Capacidad de operación o ¿le damos?. Dotados de las capacidades de reconocimiento y dominio de los lenguajes que intervienen, debemos tener las facultades para comunicar las órdenes a la tecnología.

El ser humano se comunica con la tecnología a través de las ventanas tecnológicas o sentidos robóticos presentes en el cuerpo tecnológico específico: botones, palancas, interruptores, teclados, pantallas, ratones, ordenes en lenguajes de programación, scanners, discos, cintas, instrumentación, emuladores, sintetizadores, con los cuales la tecnología puede ver luces, imágenes, reconocer colores y patrones, leer y escribir, imágenes y música, sentir presión y reconocer texturas, reconocer rangos de variables y señales instrumentables, hablar, oír, procesar información, hacer cálculos.

Una relación de comunicación hombre-tecnología puede contemplarse como un lenguaje para transmitir órdenes a través de los sentidos o ventanas robóticas. Las palabras de este lenguaje pueden ser desde acciones directas sobre botones y palancas, manejo de menús en lenguaje semi-natural, íconos que representan funciones, acciones tecnológicas u órdenes en algún lenguaje de programación.

El dominio profesional de un lenguaje para transmitir órdenes a una tecnología específica incluye en primer lugar el dominio de un lenguaje robótico, lo cual implica tres cosas: una, el dominio abstracto funcional de todas las funciones que ésta ofrece; dos, la memorización de las relaciones función-ubicación espacial en el cuerpo tecnológico; y tres, saber leer y escribir óptimamente en ese lenguaje.

Dominar un lenguaje robótico específico incluye además un dominio operacional de las relaciones función-ubicación. En efecto, no basta con la comprensión teórica de un lenguaje particular, es necesario un periodo de práctica con la tecnología específica y un

entrenamiento adicional con tres componentes: entrenamiento senso-motor para construir las habilidades psíquico-corporales y construir el puente de comunicación mente-sentidos robóticos; de memorización para manejar la relación función-ubicación, y físico cuando se trate de habilidades corporales no desarrolladas, es decir, cuando se deban realizar acciones de brazos, piernas, manos y/o dedos con la coordinación, sincronización, rapidez y precisión que la operación del equipo requiera.

Es pertinente recalcar que el uso de tecnología está fuertemente ligado a deformaciones y problemas corporales derivados de malas posturas, de la cantidad de tiempo inmóvil y de lenguajes corporales mal desarrollados. Hay que desarrollar una conciencia de sanidad corporal y una gimnasia terapéutica para operadores de tecnología.

Para las tecnologías que se operan en tiempo real, es decir, aquellas que las decisiones que se toman tienen efectos inmediatos en su entorno, es necesario considerar relaciones espacio-temporales con otros, sin embargo, bajo un enfoque de optimización de recursos no requieren de distinciones precisas al sólo considerar su estudio como estrategias de acción en abstracto. Es por demás mencionar que los ambientes de operación profesionales en tiempo real implican la consideración de las cargas emocionales y psíquicas que intervienen en el desempeño del operador para la toma de decisiones.

Otro resultado de mis observaciones es que individuos que manejan profesionalmente cierta tecnología, es decir, que se han apropiado de un lenguaje robótico específico y han sostenido relaciones estrechas de comunicación por algún tiempo, requieren de tiempos de entrenamiento más breves para equipo nuevo. En efecto, la relación de operación profesional crea unos saberes independientes de la tecnología en uso: un nuevo lenguaje específico implica un nuevo lenguaje robótico, pero las capacidades de asociación y memorización ya han sido desarrolladas, además casi siempre se pueden reconocer principios funcionales similares.

Capacidad de mando o ¿te utilizo profesionalmente?. Dado que tenemos a nuestra disposición una máquina, es decir, un autómatas que jamás cuestionará las órdenes que reciba, es indispensable desarrollar una capacidad de mando estructurada, lógica y precisa, es decir, una capacidad para planear secuencias de

funciones o instrucciones hacia la consecución de un objetivo tecnológico. Hablamos entonces de una capacidad de estructurar órdenes para que la tecnología realice cierta acción tecnológica objetivo. Y no sólo eso, una capacidad de mando no es profesional si no está afectada con valores de eficiencia, optimización de recursos y riesgo.

La optimización de recursos se refiere al uso mínimo de los recursos tecnológicos, es decir, de tiempo, memoria, papel, tinta, etc. La minimización del riesgo a tomar decisiones que no pongan en peligro al equipo ni a su entorno.

Capacidad de reparación o ¿te cuido?. El concepto de reparación incluye el concepto de mantenimiento programado. La capacidad de reparación implica una capacidad de reconocimiento modular para técnicos cambia-módulos y una capacidad de reconocimiento a nivel constitución para técnicos más especializados.

Cuando se trata de proporcionar mantenimiento, basta reconocer al autómata y sus partes para poder seguir un manual de procedimiento. Para repararla, se necesita reconocer cada uno de sus componentes modulares, su función y sus principios de funcionamiento, así podemos detectar la naturaleza de la falla y su ubicación.

Posteriormente, una vez localizado el componente dañado, cuando sea el caso, habrá que localizarla a nivel micro, de ahí se parte a la posibilidad de reparación de módulos, y no simple sustitución, para lo cual es importante tener una buena relación con los aparatos de medición de voltajes, resistencia, y otras, y con las herramientas de trabajo para armar, desarmar, soldar, etcétera.

Capacidad para innovación tecnológica o ¿te mejoro?. Esta última, ambiciosa por naturaleza, se define como la posibilidad de pensar y modificar la tecnología.

Hasta aquí las capacidades, los lenguajes, los conceptos y las habilidades que intervienen en un ambiente altamente tecnologizado. Pensar en introducir a alguien en un mundo de esta naturaleza para que pueda desenvolverse profesionalmente implica necesariamente proporcionarle las capacidades descritas. En

terminos aún no explícitos, estas capacidades definirán el perfil del técnico universal y, por ende, constituirán el objetivo curricular.

Los lenguajes estructurantes

Un resultado de nuestras observaciones fue el descubrir que toda tecnología puede ser mejor utilizada si se piensa en optimizar el proceso que realice. En efecto, los participantes más profesionales son aquellos que manejan nociones de eficiencia y optimización de recursos en las acciones tecnológicas que llevan a cabo.

Por otro lado, es conocido el hecho de que aprender un lenguaje de programación nos inserta en su lógica y sus limitaciones (Tetenbaum, T. y T. Mulkeen 1984), por lo que el objetivo pedagógico de la construcción de un lenguaje general, abstracto, con el que se pueda modelar y estructurar nuestras estrategias de mando para la acción tecnológica óptima, es una opción recomendable. Entre otras cosas porque toda acción tecnológica podrá modelarse en abstracto y eso permitirá el estudio de estrategias mejores de manera independiente de la acción y de la tecnología específica.

Mi experiencia, aunque limitada, muestra que el dominio de un lenguaje específico es un objetivo posterior muy fácil de alcanzar, es decir, una vez que nos hemos apropiado de un lenguaje general y hemos aprendido a ser eficientes, podemos rápidamente aprender y usar óptimamente cualquier lenguaje robótico.

Lo más cercano a lo que buscamos, desde el punto de vista de las necesidades de desarrollar capacidades de mando preciso, planeado, eficiente y óptimo, lo encontramos en la capacidad que se desarrolla en algunas áreas de las matemáticas y/o áreas técnico-científicas del conocimiento. Considerando a las matemáticas como un lenguaje se puede afirmar lo siguiente: 1) Se trata de un lenguaje abstracto, simbólico, estructurado, preciso y lleno de significado, por su contenido abstracto, su dominio requiere del desarrollo de cierta capacidad de abstracción. 2) Proporciona una manera particular de ver al mundo ya que todo objeto o fenómeno descrito en un lenguaje matemático es estructural, lógico y sintético. De esta forma se puede contemplar como un lenguaje estructurante, y 3) Una demostración matemática es una visión completa y ordenada de todas las posibilidades lógicas y numéricas que se puedan presentar en las variables que intervienen. Por otro

lado, una demostración se considera mejor, más brillante y más estética cuando es mínima, de donde puede surgir un principio de optimización.

Dominar un lenguaje específico con estas características significa conocer sus letras, sus palabras y oraciones. Significa también conocer su estructura y sus reglas de construcción, su filosofía. Por último, significa saber leer y escribir, ser claro y preciso, elegante, óptimo.

El dominio de un lenguaje formal, como el lenguaje matemático, proporciona un estructurante a nuestra mente y esto ayuda a nuestra capacidad de abstracción, al mismo tiempo que la desarrolla, es decir, se convierte en una ayuda para estructurar nuestro pensamiento y manejar mejor ideas abstractas.

A través del desarrollo de la Informática, en particular de su concepto cumbre, la Inteligencia Artificial, hemos visto cómo la tecnología puede realizar acciones rápidas, estructuradas y precisas, que incluso parecen inteligentes, sin embargo no debemos perder de vista que son las técnicas las que dan inteligencia artificial al equipo.

Si es posible llevar a cabo en una máquina procesos que la hagan inteligente, ¿por qué no extraer estos principios metodológicos y aplicarlos como un estructurante artificial de nuestra capacidad de mando?, ¿por qué no operar tecnología utilizando métodos o algoritmos que sabemos son eficientes, óptimos y seguros, que pueden estructurar, secuenciar y planear óptimamente nuestra comunicación con la tecnología?.

La postura pedagógica es novedosa, el desarrollo de una capacidad de mando puede auxiliarse con el aprendizaje de un lenguaje estructurante.

Entre las técnicas informático-matemáticas mencionadas, resaltan para nuestras necesidades pedagógicas aquellas que surgieron, o más bien, aquellas que las computadoras permitieron o produjeron a lo largo de su existencia, siendo la cúspide el concepto de Inteligencia Artificial. Entre estos campos, la Teoría de Algoritmos (Aho, A., J. Hopcroft y J. Ulman 1983), la Computabilidad y la Optimización Combinatoria (Papadimitriou, C. y K. Steiglitz 1982) cobran todo el interés, ya que su estudio son precisamente las

estrategias de acción óptimas dispuestas en estructuras que representan problemas combinatorios, como lo son cualquier acción tecnológica compleja. Cualquier acción tecnológica puede contemplarse como un problema combinatorio, cualquier tecnología puede contemplarse como un autómata, que a su vez puede contemplarse como una estructura combinatoria.

Observaciones en estos campos, han permitido reconocer el surgimiento, en paralelo, de un conjunto de lenguajes estructurales para la representación de problemas y algoritmos, es decir, para la representación de estrategias de mando.

Estos lenguajes sugieren una fuerte aplicación pedagógica para nuestros fines. En efecto, experimentación con secuencias didácticas constructivistas con el objetivo de construir lenguajes gráficos de mando en escuelas de distintos niveles, desde primaria hasta posgrado, nos han mostrado que es posible construir en el aula estos lenguajes y lograr representaciones gráficas de estrategias de acción que actúan como estructurantes artificiales de una capacidad de mando para llevar a cabo acciones tecnológicas precisas.

La experimentación ha mostrado cómo los sujetos llegan a la posibilidad de planear y llevar a cabo acciones tecnológicas cada vez más eficientes. Entonces es posible estructurar las acciones tecnológicas de los individuos a partir del dominio de un lenguaje estructurante.

Partiendo de estas conclusiones experimentales, el diseño de situaciones didácticas considerará siempre la construcción y el uso de lenguajes estructurantes abstractos para la acción. Esto nos permitirá poder pensar sobre la acción, estructurarla, mejorarla, como un camino ideal hacia el desarrollo de la Capacidad de Mando Optimo.

El mundo de la Fotocopiadora

La presentación abstracto funcional del mundo tecnológico y sus saberes pide a gritos un ejemplo. Voy a describir la experiencia de introducirme como observador al micromundo de una fotocopiadora elemental.

Estoy en un cuarto donde se localiza una máquina cuadrada, una silla y dos estantes con algunos libros y documentos varios.

Alguien entra al cuarto y va directamente hacia la máquina. Es un hombre que lleva una hoja en la mano, parece un documento importante, tiene un sello grande. Empieza a interactuar con ella, levanta una tapa superior que descubre un vidrio transparente, pone el documento que lleva en la mano sobre el vidrio y lo acomoda cuidando que los sellos queden hacia abajo y siguiendo la forma del vidrio, cierra la tapa con cuidado. Oprime unos botones rápidamente, no alcanzo a observar. Parece que se molesta. Empieza a buscar algo en el cuerpo de la máquina, a los lados. Encuentra a la izquierda y oprime un apagador, algo espera, vuelve a oprimir el apagador dos veces. Lo oprime una vez más, lo deja. Va hacia atrás de la máquina, busca en el suelo y toma un cable negro que cuelga de lado izquierdo y lo oprime. Se coloca frente a la máquina, espera, continuamente volteo a ver las pantallas. Una luz roja se apaga. Oprime algo y una luz se pasa de una pantalla a otra, las dos pantallas tienen dibujitos rectangulares, uno con números más grandes a los lados. Oprime un botón verde grande y se sienta.

La máquina empieza a hacer ruidos, se ve por las rendijas de la tapa que algo muy luminoso se prende bajo la pantalla y se mueve transversalmente por debajo de la pantalla. Cambian los ruidos, la máquina empieza a salir hojas, una en cada ciclo. Se van acomodando en la parte superior de la máquina, al lado izquierdo. En cada ciclo la pantalla numérica baja uno, es un contador invertido.

El hombre espera fumando un cigarillo. Tira las cenizas en el suelo. Tiene postura de aburrimiento. Lee un libro chatarra.

El proceso se detiene. El hombre deja el libro, va y observa las pantallas, hay un 33 en una pantalla, otra pantalla está iluminada de rojo, tiene un símbolo de hoja tachado. Empieza a buscar con la mirada algo en los estantes, no lo encuentra, sale del cuarto y regresa en un minuto con un paquete de hojas, rompe su envoltura, toma una porción de hojas, juega con ellas como barajas, las deja sobre la máquina. Busca algo en el cuerpo de la máquina, jala una palanca y saca una charola de plástico que se encuentra junto a ella, levanta su tapa y toma las hojas para colocarlas en su interior. Hace el trabajo cuidadosamente. Al terminar coloca la tapa de la charola y la lleva al lugar donde fue extraída, regresa la palanca al lugar original. Percibo otra palanca más abajo y otra charola.

El hombre se coloca otra vez frente a la sección de botones y pantallas, aprieta un botón verde, es cuadrado, es grande, es el mismo que apretó por última vez en su primera interacción con la máquina. La máquina inicia el mismo proceso ya explicado. Al llegar el contador al cero, la máquina se detiene.

El hombre va y levanta la tapa de la pantalla, toma el documento y baja la tapa, toma las hojas que salieron de la máquina, observa la que está hasta arriba. La hoja exhibe un documento igual al que trajo el hombre consigo y colocó sobre la pantalla, aunque el sello rojo a sido reproducido en gris. Busca el apagador del lado izquierdo

(con el que ya interactuó), lo oprime. Las luces de la máquina se apagan. Va y toma el cigarillo de un cenicero que se encuentra en uno de los estantes. Se va.

Esta experiencia me dice que esta máquina, una vez conectada a la luz eléctrica y oprimido el apagador de la izquierda, cuando el foco rojo se haya apagado, si se pone un 100 en una pantalla y se selecciona el dibujito rectangular de la derecha, es decir, el de los números pequeños, al oprimir el botón verde hace 77 copias, luego se para y prende una pantalla con luz roja, la del dibujito de un rectángulo tachado. En ese momento hay que alimentarla con hojas barajadas puestas en la charola de arriba. La charola se desprende al subir una palanca que está a su izquierda, luego se extrae para quitar la tapa, acomodar las hojas y colocar la tapa nuevamente. Ponerla en su lugar y bajar la palanca para fijarla. Entonces hace 33 copias más. Para ello habrá que apretar el botón verde.

Sabemos además que la máquina no funciona sin alimentación, que se necesita una fuente luminosa, que el contador muestra el número de copias que le faltan para terminar, que las hojas son tomadas de las charolas y llevadas a la salida, y que durante el camino adquieren un dibujo idéntico al documento colocado sobre la pantalla, que la máquina necesita hojas en la charola de arriba.

Con otra experiencia de observación se podría avanzar, por ejemplo, si en la siguiente interacción cambia el número de copias, o si el documento no es el mismo, o si se usa otro tamaño de hoja. La observación del proceso de mantenimiento preventivo es extraordinaria.

Basta conocer la función del autómata para poder describir su arquitectura, sus módulos funcionales y su lenguaje robótico de comunicación con el exterior. Una máquina de fotocopiado es un autómata con una cabeza y dos sentidos tecnológicos.

La cabeza consta de un procesador que ejecuta y controla la acción de fotocopiar. En principio podemos pensar en un procesador que, antes de llevar a cabo la acción, requiere saber cuántas copias se desean y en qué tamaño de hoja, para lo cual deberá tener un lenguaje robótico, de comunicación de órdenes por medio de botones y pantallas, un seleccionador de tamaño de hoja y botones con dígitos del 0 al 9.

Para efectuar el fotocopiado habrá un botón para comunicar el principio de la acción. Si todo marcha correctamente, el proceso terminará cuando la máquina haya fotocopiado el número seleccionado de veces el original en el tamaño de hoja seleccionado.

Si no termina, el procesador nos comunicará la razón de haber detenido el proceso: falta de hojas, falta de polvo/tinta o alguna hoja atorada. También deberá tener un botón por si deseamos detener la acción, por ejemplo, cuando el material a fotocopiar no fue colocado adecuadamente en la pantalla, o no se seleccionó el tamaño de papel adecuado.

La falta se cubrirá a partir de ciertas palancas que liberan el envase de tinta o las charolas de alimentación de hojas. Para desatorar una hoja habrá que abrir la máquina, localizarla y sacarla. Para colocar correctamente el original habrá que reacomodarlo en la pantalla. Para alimentar con más hojas habrá que liberar la charola, sacarla, quitarle la tapa, acomodar las hojas en su interior (es recomendable barajarlas antes para que se despeguen), poner la tapa y reacomodar la charola en su lugar, y fijar la charola con la palanca. Posteriormente podremos concluir el proceso.

Un proceso de fotocopiado debe tener los siguientes módulos funcionales, que estarán controlados por el procesador central, la cabeza. Al iniciar la acción, un módulo deberá hacer la lectura del material original. Este es un sentido tecnológico, la posibilidad de ver.

Una vez visto el material, otro módulo se encargará de reproducir el material original. Este es otro sentido tecnológico, la escritura.

El proceso en sí puede describirse, dado un número de copias a hacer y un tamaño de hoja, como la repetición del número de veces requerido las acciones siguientes: Leer el documento original, tomar una hoja de la charola del tamaño seleccionado, llevarla al lugar donde se lleva a cabo la reproducción, hacer la reproducción y llevar la hoja a la salida.

Para saber como realiza la función de ver, basta conocer los conceptos abstracto funcionales en los que se fundamentan los sentidos tecnológicos, la vista en este caso. Además sabemos que usa una fuente luminosa.

Leer el documento original es un proceso que requiere de sensores de luz electrónicos que perciban y registren una línea del documento original como una colección de puntos, muy pegaditos, cada uno con el porcentaje de negro que contenga el original. Podemos pensar entonces en un proceso de digitalización ordenado espacialmente que vaya percibiendo líneas del original, muy pegaditas. Una línea del original será una colección de registros binarios en la memoria del procesador cuya información será el porcentaje de negro que el documento tiene en cada punto. Esta información se transmite de los sensores a la memoria vía un proceso ordenado que percibe y transmite a memoria. Es probable que no se utilice memoria, pues se podría transmitir directamente a los escritores, es decir, hacer el proceso de leído y copiado en paralelo.

Supondremos un procesador que funciona con memoria, aunque limitada a una sola línea, es decir, que la línea leída deberá ser escrita antes de leer otra. Esto implica un proceso de transmisión digital entre la memoria y un reproductor de líneas controlado por un proceso ordenado espacialmente, es decir, un conjunto de sensores mecánicos que puedan depositar la cantidad de polvo/tinta necesaria para reproducir el gris del documento en cada uno de los puntos de la línea de la hoja limpia de forma que reproduzca fielmente el original. Este proceso, repetido el número de veces o líneas en que se divida una hoja reproducirá cualquier material colocado en la pantalla.

Una fotocopiadora será más precisa que otra cuando seccione el material original en más líneas. Actualmente una fotocopiadora tiene sensores y procesos de lectura que distinguen entre 200 y 1200 puntos por pulgada cuadrada.

El proceso de lectura del original (y el de escritura) deberán contener un componente mecánico que se desplace por toda la pantalla de lectura (o la hoja a reproducir, ya sea que se desplace ésta o el mecanismo de escritura). Además habrá un componente mecánico que tome la hoja limpia, la lleve al lugar de reproducción y la saque una vez reproducida. El proceso de escritura implica además que la hoja reproducida sea expuesta al calor necesario, o luz, para fijar la tinta antes de llevarla a la salida.

Hasta ahora no hemos sino hecho una descripción a partir de la funcionalidad de un autómata específico para fotocopiado. Esto es la capacidad de reconocimiento que nos permite hablar de una arquitectura, módulos, componentes y un lenguaje de comunicación en abstracto.

En este caso, la aplicación no requiere del dominio de un lenguaje específico, salvo documento original, proceso de fotocopiado, documento reproducido. Como lenguaje tecnológico tampoco tenemos complicación mayor que entender los procesos de traducción de analógico a digital (lectura de líneas por digitalización), memoria tecnológica, sensores de luz sensibles a tonalidades de gris, depositadores de tinta, transportadores de sensores y hojas, procesadores, controladores, contadores, seleccionadores, apagadores, indicadores de luz, transmisores de información digital, procesos espacialmente ordenados, detectores de fallas en la operación.



El lenguaje de comunicación está compuesto de dígitos para programar el número de copias, un seleccionador de hoja, un botón para iniciar el proceso, otro para detenerlo. La máquina nos comunica cuando no tiene hojas, cuando está fría, cuando una hoja está atorada, el tipo de hoja que utilizará, cuando aún no está lista, cuando ya no tiene tinta. No responde cuando no está prendida y cuando no está conectada. La forma de operación es sencilla y no se requiere de acciones momentáneas asociadas a la operación, basta ubicar los botones, el apagador, las palancas y las charolas, el cable de alimentación, la palanca para abrir la máquina, la palanca y el lugar de la tinta, etc. Es un lenguaje robótico muy sencillo.

Los manuales de operación y mantenimiento suelen estar en español, los demás en inglés.

En forma sencilla podemos hablar también de mejores procesos de fotocopiado, es decir, mejor operación o capacidad de mando. Por ejemplo, si vamos a fotocopiar un libro, podremos empezar de la primera o de la última página, uno de estos procedimientos, según se haya implementado la salida, nos ahorrará la necesidad de acomodar las hojas del material reproducido.

La capacidad de detección de fallas a nivel modular es posible con el reconocimiento elaborado. En efecto, la naturaleza de la falla nos dirigirá al módulo deteriorado, por ejemplo, basta observar que las

hojas no fijan la tinta para saber que el proceso de fijación no trabaja, es decir, la fuente calorífica no funciona. Otro ejemplo, si el documento no se reproduce fielmente, habrá que sospechar, si hay tinta, en los módulos de lectura, de transmisión o de escritura.

La reparación de módulos implica llegar a la microdescripción de cada uno e internarnos en los lenguajes y funciones a este nivel. No continuaré más porque para lo que quería ejemplificar es suficiente.

Cierta capacidad de innovación resultaría al utilizar la fotocopiadora para la reproducción de libros, donde sería mejor que la máquina manejara un número mayor de salidas, con lo que podríamos fotocopiar cierto número de copias de un libro a la vez sin necesidad de compaginar el material reproducido. En efecto, es curioso observar cómo las nuevas máquinas de fotocopiado van siendo más complejas a medida que se identifican y se desean procesos más complejos. El proceso de desarrollo tecnológico puede verse entonces como innovación a partir de la consideración de nuevas necesidades (u obstáculos), es decir, es posible identificarlo como un proceso de perfeccionamiento de herramientas a partir de nuevas necesidades.

3. LA ESTRUCTURA CURRICULAR

Propongo el diseño de un módulo cuya columna vertebral esté compuesta de secuencias didácticas constructivistas, para incertarse como curso-taller obligatorio en el currículum de cualquier capacitación o formación tecnológica digital, ubicado como inductivo del mismo, a manera de alfabetización.

La razón principal que ordena la estructura del currículum es el deseo de conservar el orden lógico de aparición de las preguntas cuando nos sumerjimos al mundo tecnologizado con deseos de interactuar; así conservamos el sentido funcional con el que aparecieron. El sentido y funcionalidad de la capacitación existente puede ser derivada de esta experiencia. El módulo estará dirigido a:

- la construcción de los conceptos centrales y estructurales de la robótica, vista como la ciencia que integra completamente el conocimiento de la tecnología en su conjunto (Pawson, R. 1987, Burns, W. y J. Evans 1986, y McComb, W. y J. Evans 1986), y de la aplicación específica (en paralelo sus lenguajes), para el desarrollo

de capacidades parciales de reconocimiento y comunicación profesionales,

- la construcción y uso de los lenguajes gráfico-funcionales que aparecen en el mundo tecnológico para continuar hacia el desarrollo de una capacidad de comunicación profesional,

- la práctica con tecnología y *firmware* específico, para la interacción controlada con literatura y lenguajes robótico-corporales específicos, para incidir en el desarrollo de una capacidad de operación profesional. Toda interacción con tecnología estará inmersa en situaciones constructivistas cuyos objetivos secundarios implicarán el desarrollo de lenguajes estructurantes para hablar y producir estrategias de acción tecnológica óptimas, con lo que construimos paulatinamente la capacidad de mando, al tiempo que continuamos logrando una mejor capacidad de comunicación,

- el diseño, armado, desarmado, prueba y utilización de tecnología y prototipos robóticos, controlado por situaciones didácticas específicas, para terminar con el desarrollo de una capacidad de reconocimiento, mejorar la capacidad de comunicación e introducirse al desarrollo de una capacidad de reparación profesional,

- el análisis de los puestos de trabajo individuales para hacer las propuestas de digitalización que, al enfrentarse a los equipos disponibles, podrán incidir en la innovación tecnológica.

Si bien se listan los objetivos del módulo en cierto orden, esto no representa el orden curricular, ya que las secuencias, aunque cada una de ellas tiene un objetivo particular, se verán atravesadas por objetivos más generales, comprendidos en varias o en todas las secuencias. Este es el caso de la construcción de lenguajes estructurantes, actividad que atraviesa casi todas las actividades de formulación.

El módulo estará constituido por cuatro partes: la inducción, la formación básica, la observación y la especialización.

Jornada de Inducción

Se ha previsto iniciar nuestra experimentación con actividades denominadas Jornada de Inducción, con una semana de duración, donde tengo las siguientes actividades:

- llevar a cabo una reflexión colectiva de los saberes del técnico universal para después presentar mi abstracción del mundo tecnológico y sus capacidades, y así poder hablar y dar sentido al currículum,
- ubicar la naturaleza y los objetivos del curso a partir de lecturas, videos y discusiones organizadas,
- presentar a los estudiantes el laboratorio ya equipado y trabajando,
- visitar el Museo de Ciencias y otros museos interactivos para ubicar y comparar el laboratorio y sus posibilidades educativas .
- realizar entrevistas personales y aplicación de cuestionarios con cada uno de los integrantes para conocerlos mejor.

Formación básica

He diseñado una estructura curricular que refleja como columna vertebral, el estudio de la Tecnología desde una visión análoga a lo que sería la experiencia de un participante al penetrar en un mundo altamente tecnologizado con deseos de interacción.

Este orden refleja nuestra experiencia de observación al ubicar la capacidad de reconocer a sus participantes como la primera necesidad; con ésto se conserva la lógica funcional de las capacidades observadas.

Otros cursos, lecturas, proyecciones y actividades en el laboratorio estarán rodeando, completando y asentando lo tratado en la propuesta vertebral. Sobre estas actividades sólo se dirá que constituyen períodos de práctica, enseñanza asistida por computadora y secuencias inductivas que redondean y dan posibilidades mayores de interacción con los conceptos y la tecnología.

Cada vértebra de mi propuesta está constituida por componentes curriculares diversos alternándose o en paralelo con secuencias didácticas constructivistas, con el fin de asegurar la comprensión de los conceptos que hemos identificado como nodales o fundamentales y beneficiando su funcionalidad.

Afirmo que el módulo cumple su función de alfabetización tecnológica puesto que, una vez aprendida su columna vertebral, y participado en las actividades secundarias, para profundizar o derivar otros conceptos se podrán utilizar otras formas de enseñanza, ya que podemos suponer que los conceptos centrales, o básicos, están ya aprendidos y son funcionales al sujeto.

Esta afirmación considera los resultados de Vygotsky, en donde se define al conjunto de conocimientos posibles de ser adquiridos por un individuo, como el conjunto de conocimientos próximos a los que ya sabe (Vygotsky 1934).

En forma breve haré una descripción de la columna vertebral de toda mi propuesta. El capítulo siguiente muestra una de las vértebras, la dedicada a la Inteligencia Tecnológica.

La primera vértebra de mi módulo básico será **El Cráneo del Gólgota**, una secuencia didáctica cuyo objetivo es la construcción del concepto de autómatas tecnológicos. Para ello parto de un relato antiguo, pseudocientífico, cuya sintetización permite ver las analogías orgánico funcionales entre el sistema nervioso humano y un sistema que recibe, procesa, decide y actúa a partir de interacciones con el medio.

La secuencia continúa a la construcción del concepto general de un sistema de transmisión, almacenaje y procesamiento de información, a partir de la complejización del sistema de información y/o el estudio de ciertas funciones del sistema nervioso central.

Dadas las analogías orgánico-funcionales, es fácil tender un puente hacia la robótica, con el que podemos construir el concepto general de autómatas digitales, de donde particularizamos a cualquier sistema tecnológico o tecnología específica. Una vez que podemos reconocer cualquier tecnología o sistema como un autómatas digital, vamos a iniciar el estudio de sus partes funcionales.

Como segunda vertebra de la estructura curricular propongo la secuencia **La Cabeza Tecnológica**, donde se construyen los conocimientos básicos necesarios para comprender funcionalmente y poder usar un procesador electrónico, o su equivalente en cualquier tecnología.

En esta secuencia interaccionamos con *firmware* variado que nos conducirá a la construcción de los conceptos funcionales fundamentales del procesador de cualquier autómeta tecnológica. Hablamos de conceptos como traductor, procesador, ejecutor, memoria y tiempo de ejecución, estrategia para la acción tecnológica, etcétera.

La cabeza tecnológica es armada y desarmada bajo la lógica de la secuencia constructivista **Viaje por las Neuronas**, donde se persigue la información recibida por sentidos robóticos, a lo largo de todo el proceso que cierta funcionalidad implique.

Conociendo la cabeza, procederemos a ubicar las formas de comunicación y/o las acciones externas a la cabeza tecnológica, o sea los sentidos tecnológicos. Aquí visitamos los conceptos de sentido tecnológico, sus tipos y su instrumentación, las fuentes de energía alternativa y la transformación de señales analógicas a digitales y viceversa.

Una vez ubicados el cuerpo y la mente tecnológicos, se procede a la cuarta vértebra, **Merlín II**, o **La Inteligencia Tecnológica**. La parte troncal de esta secuencia, **El Torneo de Coltham**, está contenida en el capítulo siguiente y es la única secuencia que se analiza en este trabajo.

Con el bagaje anterior, procederemos a utilizar tecnología, *firmware* gráfico y sus respectiva literatura para construir los principios teórico-funcionales de la transmisión y los procesos digitales. Esto constituye mi secuencia **Imágenes Punto y Cuadro**, donde se hacen experimentos con cámaras fotográficas y de video, *scanners* y procesadores gráficos de imágenes para llegar a la apropiación de los fenómenos de transmisión de señales entre la cabeza y los sentidos tecnológicos, así como la apropiación y registro de señales externas por medio de los sentidos robóticos.

Por último, vamos a desviar nuestro interés hacia los conceptos y tecnología presentes en el mundo de las telecomunicaciones con la

secuencia **El Teléfono**, donde terminamos con la construcción de un prototipo robótico de comunicación de fibra óptica. El proceso se compone de la construcción de un prototipo de comunicación elemental que va complejizándose a medida que son requeridas nuevas funciones.

Este tipo de construcción, siguiendo el proceso histórico de las necesidades sociales que van dando las ideas para la innovación tecnológica parece ser muy recomendable, ya que los nuevos requerimientos constituyen los obstáculos de nuestro proceso.

Si bien hemos presentado la estructura vertebral del currículum, no hay que perder de vista que este orden será atravesado por objetivos que persiguen la inmersión completa del participante al mundo tecnológico, en específico, durante todas las secuencias habrá interacción con la tecnología y se insistirá en la construcción de lenguajes estructurantes que nos permitan optimizar todas las acciones tecnológicas que llevemos a cabo.

Se utilizará tecnología consistente en computadoras y *firmware*, donde se contará con todos los programas disponibles en el mercado, componentes robóticos modulares que puedan ser estudiados en forma individual y que permitan diseñar y construir robots como simple ensamble de partes. También algunos robots pedagógicos conocidos: El Tren de Nonnon (Nonnon 1987) El Elevador de Ruiz-Velasco (Ruiz-Velasco 1990), El Tablero de Merlín (Papacostas, 1992b) y la Tortuga de Papert (Papert 1980).

También durante las secuencias, se contemplará continuamente el análisis reflexivo sobre la teoría y práctica pedagógicas a que están siendo sometidos los participantes, como una forma adicional de integración al currículum y a las secuencias mismas: el conocer como pretendo enseñar es clave para el mejor saber aprender.

Se ha previsto llevar a cabo la formación básica en cuatro meses.

Observación

Después de su formación básica, regresarán los participantes por dos meses, a su trabajo cotidiano, o a otros mundos o puestos tecnologizados o en vías a tecnologizarse. Aquí, a partir de un conjunto de preguntas en relación con los puestos de trabajo específicos, los participantes observarán y extraerán de su entorno

profesional las necesidades específicas de capacitación, harán un análisis y reconsideración modernizada de sus intereses o puestos de trabajo. y por qué no, si conocen la razón de ser de la tecnología y sus posibilidades, surgirán también las ideas para la modernización o innovación de sus puestos de trabajo.

Este módulo, permitirá una formación de base que tenderá un puente para reubicar y/o resignificar a los participantes en sus puestos de trabajo o áreas de interés, ya con las herramientas necesarias para relacionarse profesionalmente con la tecnología disponible y/o proponer caminos hacia la modernización de sus puestos de trabajo.

Por otro lado, ubicará al trabajador claramente en sus necesidades de capacitación, pues habrá desarrollado la posibilidad de elegir o solicitar cursos dentro del plan de capacitación existente, cubriendo así parte de la especialización requerida.

Especialización

Posteriormente, cuando los alumnos regresen al laboratorio, habrá que cubrir las últimas metas propuestas, en específico: la formación de profesores o asesores para llevar a cabo la masificación progresiva de la tecnología educativa desarrollada, la especialización en técnicos modernizadores de puestos de trabajo específicos, la formación de técnicos que participen en el desarrollo de ideas de donde podrá surgir cierta capacidad de innovación tecnológica, y la especialización de técnicos con capacidad de reparación.

El período de especialización implica una partición del grupo piloto según las aptitudes y necesidades de los participantes/empresa. Las propuestas curriculares específicas no han sido elaboradas, se contempla un período de tres meses para concluirla.

Al terminar la investigación con el grupo piloto, vendrá un período de análisis de resultados para diseñar la propuesta final para llevar a cabo una Alfabetización Tecnológica e implantarse progresivamente a toda la planta productiva de la empresa.

El producto final se presentará tres meses después de haber terminado la experiencia piloto.

4. EL LABORATORIO DE ROBOTICA PEDAGOGICA.

Una propuesta moderna que busque hacer formación tecnológica tiene que utilizar tecnología en algún momento. En efecto, nuestra propuesta implica contar con tecnología de punta y disponer de un espacio, comúnmente llamado Laboratorio de Robótica Pedagógica.

La Robótica Pedagógica, como propuesta educativa, no es más que la inmersión al mundo de la tecnología desde lo más práctico y concreto posible, el diseño, la construcción y el manejo de prototipos robóticos a través de controladores computarizados y/o computadoras. En efecto, al disponer de una forma concreta, el prototipo robótico o la tecnología de la aplicación específica, el participante en un Laboratorio de Robótica tiene al alcance de sus sentidos, sin necesidades de representación, un material concreto para interaccionar sin riesgo y autovalidar su proceder. Esto no es sino la extensión de la propuesta de Papert (Papert, S. 1980).

Por supuesto, ninguna presencia tecnológica, ni el laboratorio en sí, resuelven nuestros problemas educativos, es preciso generar una perspectiva educativa que funcione. En específico, conduciremos nuestro laboratorio como un centro experimental con fenómenos controlados, donde se busca la construcción de conceptos bajo secuencias constructivistas.

Debido a la naturaleza de muchos de los conceptos tecnológicos, estos no requieren de un esfuerzo adicional para recuperar su funcionalidad, sin embargo, mi propuesta curricular incluye conceptos abstractos que ocurren en los fundamentos de la tecnología y son tan abstractos como los mismos conceptos matemáticos. Tal es el caso de la Inteligencia Artificial.

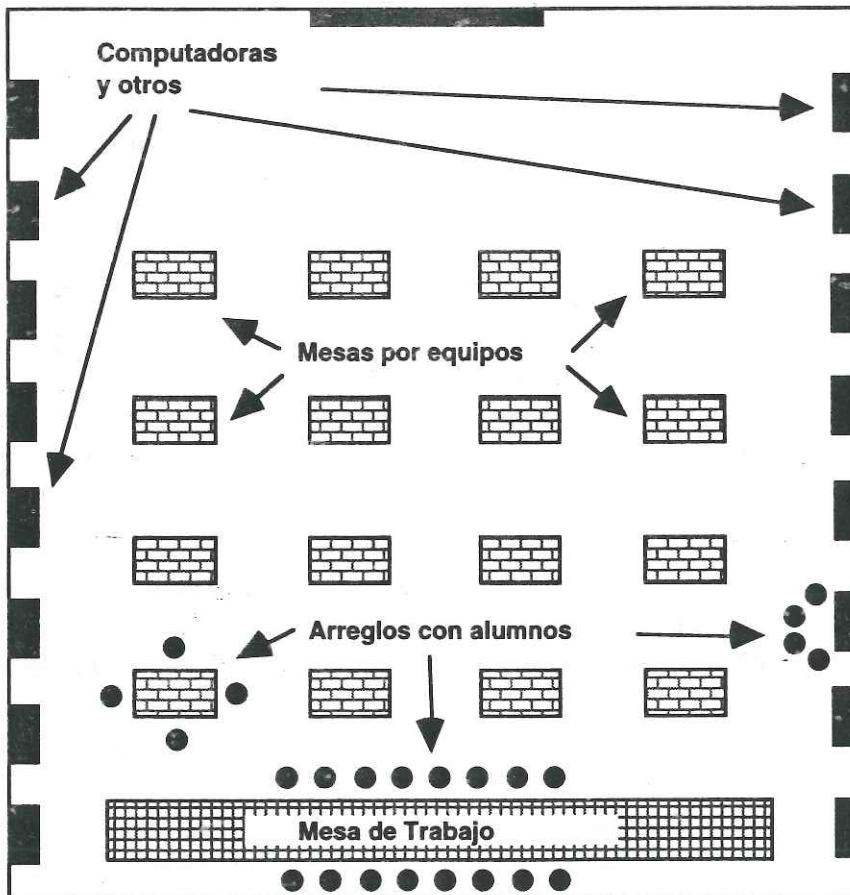
El laboratorio de robótica pedagógica nos da muchas posibilidades, todas controladas por la lógica de secuencias constructivistas:

- la interacción con prototipos robóticos o tecnología ya construida permite la posibilidad de diseñar secuencias didácticas desde los inicios de manipulación por ensayo y error hasta el desarrollo de lenguajes para representar algoritmos para su utilización óptima. Además, la autovalidación viene inmediatamente después de la manipulación,

- el diseño y construcción de prototipos robóticos con elementos modulares y *firmware* para su manipulación a través de computadoras nos permite adentrarnos al conocimiento de módulos tecnológicos funcionales que podemos analizar e ir interconectando hasta construir prototipos robóticos que desarrollen cierta función. Un prototipo tiene componentes mecánicas, eléctricas, electrónicas y se controla por medio de *hardware* y *software*.

- el desarmado y armado conducido de tecnología nos proporciona un amplio camino de posibilidades didácticas. El hecho de poder manipular componentes permite conocer sus funciones, sus problemas y su ubicación estructural, nos conduce a leer diagramas, nos desarrolla habilidades en el uso de herramientas para reparación, etcétera. Estas actividades vienen a ser como los cementerios humanos fueron a Andreas Vesalius.

Un Laboratorio deberá ser diseñado para poder llevar a cabo las experiencias mencionadas. Se ha previsto un espacio que permita diferentes formas de trabajo y agrupaciones por equipos.



Para el trabajo con computadoras o prototipos robóticos, hemos previsto la instalación de mesas fijas de trabajo alrededor del área del laboratorio, contando con una computadora para cada equipo de cuatro alumnos. Cuando el trabajo no implique el uso de tecnología, habrá mesas de trabajo movibles para que se puedan llevar a cabo distintas agrupaciones por equipos, según le convenga al proceso constructivo.

Si el trabajo consiste en uso de herramientas para armar, desarmar, soldar, etcétera, habrá también un espacio especialmente adecuado para esto, una mesa de trabajo.

Al frente del salón, y al lado de cada una de las mesas fijas, habrá pizarrones blancos, donde cada equipo tendrá un espacio para diagramar, ordenar y construir sus propuestas.

5. EL GRUPO PILOTO.

Con la intención de llevar a cabo una experiencia que nos permita conocer, a través del manejo de variables controladas, muchas de las preguntas en relación con la viabilidad de la propuesta, en el sentido de su posibilidad de implantación con éxito en casi todos los espacios educativos. Para ello voy a escoger a los elementos del grupo piloto de forma que refleje la heterogeneidad de los participantes:

- estando la empresa dividida en secciones geográficas y áreas de trabajo específicas, me fue solicitada una distribución que refleje un reparto proporcional,
- en relación al sexo, al considerar que la empresa tiene un gran número de mujeres, se tomará un grupo equilibrado de hombres y mujeres para poder proponer arreglos variados para hacer comparaciones entre arreglos mono y bisexuales interactuando con equipos del mismo o diferente sexo,
- la escolaridad es una de las variables fundamentales, se escogerán representantes de todos los niveles educativos y se valorará sus niveles de participación y éxito durante la experiencia piloto,

- la edad también es considerada, ya que se quiere indagar más acerca del fenómeno que permite que las nuevas generaciones reaccionen mejor a cuestiones de uso de tecnología.

Teniendo en consideración estos requisitos y considerando una población de solicitudes extremadamente grande, procedimos a efectuar un sorteo. La lógica de selección fue sorteo secuencial, quedando en el grupo piloto aquellos individuos que, ya seleccionados, pudieran añadirse a la lista de afortunados sin exceder los porcentajes requisito.

El grupo quedó constituido por 40 participantes (diez equipos de cuatro elementos) que serán conducidos por medio de un maestro y cuatro ayudantes. Información relevante será recogida a través de dos cámaras de video, una fija y otra móvil, para adentrarse a los equipos.

Paso ahora, en el capítulo cuatro, a la presentación de El Torneo de Coltham, contenida en una de las vértebras de la columna vertebral de mi propuesta.

CAPITULO 4

UNA SECUENCIA DIDACTICA

EL TORNEO DE COLTHAM

Objetivo

El propósito de incluir una secuencia didáctica troncal es ejemplificar la forma en que he descendido de las consideraciones teóricas a la práctica. He escogido una secuencia, El Torneo de Coltham, una secuencia didáctica enmarcada en un macromundo de frontera producto de un torneo donde Merlín dió a conocer el problema de los ocho aprendices: el que lo resolviera mejor sería su nuevo discípulo.

El objetivo principal de esta secuencia, es construir los principios básicos de la inteligencia tecnológica en un intento por atrapar el concepto más general, abstracto y contundente de las ciencias informáticas, la Inteligencia Artificial, (Barr 1981, Rich 1983). Este concepto incluye y por lo tanto se pueden deducir de él todos los procesos informáticos de un procesador.

Comprender algunos métodos de la Inteligencia Artificial y sentir su fuerza y sus limitaciones tiene ventajas adicionales, especialmente cuando pretendo desmitificar y lograr una actitud positiva hacia el uso de la tecnología en el trabajo. De tajo le quito la parte que más preocupa, la incomprensible parte mágica, e incluso la convierto en herramienta auxiliar para lograr acciones tecnológicas óptimas, es decir una mejor capacidad de mando.

El problema es tratado de forma tal que se utiliza tecnología desde la construcción del material didáctico con el que se inicia la primera búsqueda de la solución. Durante la secuencia se utiliza un robot pedagógico, El Tablero de Merlín (Papacostas, 1992b).

Dado un problema combinatorio de búsqueda y un algoritmo general de búsqueda, la explotación perceptual y matemática del problema fundamental, permite la construcción del concepto

general de proceso de búsqueda ordenado y eficiente, una de las herramientas fuertes contenidas en el concepto informático cumbre, la Inteligencia Artificial.

La lógica del diseño de la secuencia didáctica esta basada en construcción de lenguajes estructurantes que expliquen y modelen maneras inteligentes de pensar, planear, buscar y deducir en archivos inteligentemente estructurados. Conceptos como orden, rapidez, eficiencia y optimización de procesos son ampliamente trabajados.

Durante la secuencia, las actividades de comunicación continúan con la construcción de lenguajes estructurantes, ya que esto viene haciéndose desde las primeras vértebras, para análisis y comunicación de problemas y estrategias. Se trabaja continuamente con el análisis de estrategias de acción óptimas como posibles estructurantes artificiales de la inteligencia.

El proceso contribuirá a incrementar la capacidad de reconocimiento ya que, al poder entender los principios funcionales que fundamentan la inteligencia tecnológica, el participante tendrá mayor posibilidad de comprender el funcionamiento del procesador central de aplicaciones específicas; de comunicación, al construir lenguajes para hablar de estrategias y de problemas e interactuar en el mundo tecnológico con los demás participantes; de mando, al construir lenguajes e insistir en la optimización de estrategias; de operación. al estar en continua interacción con la tecnología y *firmware*; y de reconocimiento de la estructura de los problemas, al apoyarse fuertemente en lenguajes estructurantes para multirepresentar problemas, algoritmos y estrategias de acción, incidiendo directamente en los dominios perceptuales y matemáticos de la variabilidad del concepto de búsqueda.

Descripción

Un relato, **El Torneo de Coltham**, donde se enuncia el **problema de los ocho aprendices** (problema fundamental), nos genera el macromundo de frontera. (apartado 1).

El primer trabajo consiste en resolver el **problema de El Jardinero** vía la utilización de *software* de graficación (que incide en las capacidades de reconocimiento, comunicación y operación) y

de la reflexión sobre la acción tecnológica para incidir en la capacidad de mando (apartado 2).

El producto final de El Jardinero es un tablero de ajedrez, instrumento necesario para dar inicio, al proporcionar unas fichas, al primer intento de solución al problema de los ocho aprendices. Esta primera ocasión se lleva a cabo por medio de una búsqueda aleatoria, donde iniciamos a construir los principios básicos de un algoritmo o proceso de búsqueda (apartado 3).

Durante la búsqueda utilizamos una actividad oracular: **El Pergamino de Merlín**, que nos puede proveer de una solución si ésta no se encuentra pronto. Al mismo tiempo provee de una forma estructural de percibir el problema y representar una solución.

Otras actividades oraculares como **Pinta el Pato** (Papacostas, 1992a), fueron necesarias cuando se trabajó con niños de tercer y cuarto año de primaria. Esta es una actividad que permite identificar la relación entre la estructura combinatoria utilizada en el pergamino de Merlín, una gráfica bipartita donde cada arista representa un aprendiz colocado en la columna y el renglón respectivos, y el tablero de ajedrez (Bondy, J. y U. Murty 1976).

En seguida, en el apartado 4, se propone trabajar con el **Tablero de Merlín**, un robot pedagógico que permite percibir un método ordenado de búsqueda de soluciones a través de ver su funcionamiento por medio de un computador que lleva a cabo el algoritmo programado en un tablero luminoso. El tablero tendrá varias opciones de interacción y nos proporcionará todas las soluciones del problema fundamental, así mismo, incidirá en la variabilidad perceptual del algoritmo de búsqueda al manejar varias formas de representación.

Un nuevo problema, **El Laberinto de Knosos**, se plantea en el apartado 5 para internarnos en la variabilidad matemática de los procesos de búsqueda. **El oráculo de Ariadne** nos lleva a la construcción de estrategias de recorrido en los laberintos y nos invita a la construcción de **El hilo de Ariadne**, es decir, la estrategia de salida. **El oráculo de Teseo** es introducido, esta vez representado el proceso como un recorrido en un árbol de soluciones, donde incidimos en la variabilidad perceptual del problema general de búsqueda.

Debido a nuestro interés en la construcción y el uso de lenguajes para hablar de algoritmos, la secuencia continua hacia la elaboración de mensajes tipo diagramas de flujo (actividad ya iniciada en las vértebras anteriores) con el propósito de discutir y hacer mejoras al proceso, incidiendo directamente en la capacidad de mando.

El objetivo siguiente es hacer una representación del problema fundamental en un árbol de búsqueda, proceso que puede aplicarse a todos los problemas combinatorios, así mismo se pretende penetrar en la variabilidad matemática y perceptual del problema.

El oráculo de **El árbol y el gorrión** nos proporciona, en el apartado 6, el reconocimiento perceptual del problema fundamental como un proceso de búsqueda en un árbol de soluciones y el oráculo de **Cuatro aprendices en paz** hace un reforzamiento del algoritmo visualizado en el tablero.

En **El anillo de Kamira** (apartado 7), se hace la búsqueda de soluciones ya ordenada y se hace un análisis completo del problema para exponer la razón del triunfo de Arturo, de donde derivó la construcción general del concepto de algoritmo de búsqueda y problema combinatorio.

A continuación se pasa nuevamente al uso de *software* de graficación para planear estrategias eficientes para la acción tecnológica. En este momento se lleva a cabo la elaboración de mosaicos que permiten comprender la simetría en los procesos de búsqueda y en las soluciones, como medios de mejorar la eficiencia de nuestros algoritmos,

Una vez hecha la generalización, procedo a explicar varios casos de inteligencia artificial que pueden ser contemplados como casos particulares de problemas de búsqueda (apartado 8).

Paso finalmente, en el apartado 9, al juego de la **Combinatoria de la fantasía**, donde se construyen los conceptos básicos que permiten comprender otra de las fuentes artificiales de inteligencia, los sistemas expertos, cubriendo otra gran parte de las aplicaciones de la inteligencia artificial.

Al igual que en las demás vértebras del módulo troncal, como una actividad final, se hace una reflexión sobre la forma en que se lleva

a cabo el trabajo, se analiza la secuencia didáctica y se observan los videos producto de la experiencia. La actividad reflexiva en torno al trabajo realizado proporciona un medio ideal para reforzamiento de conceptos, mayor institucionalización y, por lo tanto, seguridad.

La implementación de una vertebra de esta naturaleza implica tomar muchas decisiones en tanto a la profundidad a la que se puede llegar en cada una de las subsecuencias. Esto no es más que una variable del tiempo disponible y de los objetivos centrales que den sentido al curso.

Enseguida se muestra la secuencia fundamental, posteriormente se incluye una descripción completa de cada una de las subsecuencias.

La secuencia fundamental

1.

1.a. El problema del jardinero (problema tecnológico para elaborar el material didáctico).

1.b. El problema de los ocho Aprendices (problema fundamental y primer intento de solución vía una búsqueda aleatoria).

1.c. El pergamino de Merlín (oráculo que funcionaliza la aparición de por lo menos una solución al problema fundamental).

1.d. El Tablero de Merlín (interacción ordenada con un algoritmo programado que resuelve el problema fundamental).

2. El laberinto de Knossos. Oráculos de Ariadne y del Minotauro. (Segundo problema de búsqueda que permite penetrar en la variabilidad matemática y perceptual del concepto de búsqueda).

2a. El árbol y el gorrión (oráculo que incide en la variabilidad perceptual del problema fundamental, como recorrido en árboles) y Cuatro Aprendices en paz y búsqueda ordenada de soluciones (oráculo que presenta el orden del algoritmo para un problema reducido. Reforzamiento perceptual).

3. El anillo de Kamira. (Búsqueda ordenada de soluciones del problema fundamental, ya comprendido el algoritmo y análisis completo del problema y sus beneficios para la eficiencia del proceso).

4. **Métodos de búsqueda y la Inteligencia Artificial.** (Institucionalización de los procesos de búsqueda para la solución de problemas combinatorios).
5. **Combinatoria de la Fantasía.** (Visita a la comprensión de los aspectos centrales de un sistema experto, concepto que explica muchas otras de las técnicas de la Inteligencia Artificial. Institucionalización de reforzamiento).

1. EL TORNEO DE COLTHAM.

Entre los manuscritos antiguos que almacena la biblioteca de Oxford, encontré un documento antiquísimo que habla de un problema combinatorio, tal vez la primera alusión a un problema combinatorio en la historia (Mitago, 1230).

El documento, bellamente elaborado por Mitago, un monje del castillo de Coltham, relata la historia de un torneo en el que ocho participantes, siete instruídos en algún seminario de la isla y un irlandés, contendieron con el fin de ganar la enorme distinción de pasar a ser discípulo del monje más famoso de la región: Merlín, el Mago. ¿Te imaginas llegar a tener un maestro como Merlín?

El torneo de Coltham fue una contienda intelectual y física diseñada por Merlín. Fue en ese torneo donde Arturo se volvió su discípulo. En aquél entonces Arturo era un chamaco de 12 años. En el torneo no se utilizarían espadas, escudos, cascos y caballos, se trataba más bien de un problema combinatorio conocido posteriormente como **El Problema de los ocho aprendices**.

El problema es el siguiente: cómo colocar ocho aprendices en el observatorio de la torre del Castillo de Coltham de forma tal que puedan todos observar, sin estorbarse, hacia los ocho puntos cardinales básicos. El observatorio de la torre es una superficie cuadrada tipo tablero de ajedrez es decir, un arreglo de ocho por ocho mosaicos cuadrados, de un metro de lado cada uno, y orientado de forma que los puntos cardinales coinciden con las diagonales del cuadrado. El problema es entonces seleccionar aquellos cuadros para ubicar a cada aprendiz sin que otro pueda estorbar su visión, es decir, asignado un aprendiz a un cuadro, no podrá haber aprendices en su renglón, ni en su columna, ni en sus dos diagonales, en ninguna dirección.

Los jugadores de ajedrez podrán identificar una forma posterior de ver el problema: cómo colocar ocho reinas en un tablero de ajedrez sin que se ataquen.

El torneo se desarrolló en los jardines del castillo. Para ganar, habría que exhibir la estrategia y llegar a una solución en el menor tiempo posible. Cada participante tuvo una oportunidad. La participación consistió en conocer el problema al atardecer, pasar la tarde y la noche trabajando en su resolución y, al amanecer del día siguiente, exhibir su respuesta ante el público.

La exhibición de la estrategia se haría colocando a los siete aprendices restantes en sacos. Cada participante, al momento de su exhibición, tenía que cargar los sacos y colocarlos en los lugares correspondientes del arreglo tipo observatorio trazado en el pasto del jardín principal del castillo. El octavo aprendiz sería Merlín, que gentilmente se desplazaba por el arreglo según le indicara el participante en turno. El esfuerzo físico en el cargado de sacos sugiere la necesidad de manejar un criterio de optimización de movimientos e incide en el equilibrio mente-cuerpo, elemento muy considerado por Merlín y posteriormente olvidado.

Una vez situados en el contexto, los alumnos pasan a resolver un problema tecnológico previo: como elaborar un tablero de ajedrez por medio de un instrumento tecnológico, *software* para gráficos.

Si no se cuenta con tecnología adecuada, esta secuencia se puede omitir, sin embargo se recomienda visitarla con el propósito de incidir en una capacidad de mando más eficiente.

1.a. EL PROBLEMA DEL JARDINERO.

El problema del jardinero es cómo trazar en una superficie plana el tablero de ajedrez de 64 metros cuadrados que se requiere para el torneo.

El jardinero del castillo, un tipo llamado John Forry, debía producir un arreglo de ocho por ocho cuadrados en el jardín principal del palacio utilizando solamente las palabras mágicas que Merlín le proporcionó.

En el caso de los participantes, producir un tablero por medio de un procesador de gráficos es necesario para continuar con las actividades de la secuencia.

El problema del Jardinero es fácil de comprender y un procesador elemental de gráficos proporciona varias alternativas para hacerlo sin exigir al participante conocimientos previos, basta un breve reconocimiento de las funciones o herramientas que el paquete presenta, mismas que equivalen a las palabras mágicas que podría utilizar Forry, el jardinero, para hacer su trabajo.

Para lograr hacer una figura utilizando un paquete gráfico podemos seguir varias estrategias. Por supuesto habrá algunas mejores que otras en el sentido de calidad y tiempo de procesamiento. Habrá estrategias que no funcionen.

En general, un paquete gráfico presenta un conjunto de funciones que pueden ser utilizadas a través de un teclado o un ratón. Cada función tiene una definición precisa y ciertas posibilidades de uso. Cada gráfico puede hacerse de muchas formas, cada forma utiliza ciertas funciones bajo una secuencia implícita.

Para resolver El problema del Jardinero, se planea la forma en la que se va a elaborar dadas las herramientas que nos presente el paquete gráfico, que por supuesto requieren ser comprendidas como el lenguaje de comunicación con el procesador gráfico.

Se procede al primer intento de elaboración de un tablero de ajedrez. El primer paso es lograr hacer el dibujo y hacer la explicitación de la estrategia utilizada.

Se utilizará un paquete gráfico elemental, el del procesador de textos *Microsoft Word versión 5.0*. Este paquete tiene las instrucciones siguientes:

LINEA. Para hacer líneas entre dos puntos que se eligen con el ratón. Puede tener varios grosores, cabezas de flecha y color.

CUADRILATERO. Para hacer cualquier cuadrilátero, con grosores diferentes, pantallas y color en su superficie. La instrucción cuenta con indicadores de medidas de ancho y largo.

COPIA. Para hacer una copia de lo que esté seleccionado.

SELECTOR. Selecciona partes cuadriláteras del gráfico.

ACOMODADOR. Acomoda lo seleccionado con el uso del ratón.

OTRAS INSTRUCCIONES. No nos interesan por ahora.

Hacer un tablero de ajedrez requiere de un arreglo de 8x8 cuadros, fácilmente transferible al participante por medio de un dibujo, o un tablero.

¿De que forma podemos hacer el arreglo? A continuación mostramos varias formas de hacerlo, iniciando por la que primero aparece y, posteriormente, mostrando cómo se fue mejorando a medida que el proceso avanza. Los resultados experimentales fueron obtenidos de la observación de nueve niños y tres niñas de 10 a 12 años que fueron invitados al laboratorio participando en equipos de cuatro.

1. Hacer 64 cuadriláteros iguales, cada uno en la posición que le corresponde. Para esto utilizamos CUADRILATERO.

La primera forma en que los participantes lo hacen es la que se muestra en la figura uno, aquí ya dibujada como si en cada aplicación de cuadrilátero logran hacer los cuadriláteros iguales y colocarlos exactamente. Esto no es lo común, el proceso se inicia sin precisión alguna, y se va corrigiendo a medida que se va logrando un uso más preciso del ratón (ver figura 1).

Posteriormente, se van seleccionando los cuadros que correspondan a la parte sombreada del tablero y se le pone una pantalla gris. En total se requieren 32 operaciones de selección y sombreado (ver figura 2).

Una vez elaborado el tablero de ajedrez, pero no muy eficientemente se inicia la explicitación de la secuencia de instrucciones o funciones utilizadas. Basta que aparezcan dos estrategias diferentes en dos equipos para que exista el motor didáctico de la explicitación bajo una forma de comunicación, por ejemplo, exposición oral de las dos estrategias. En la situación experimental apareció también una estrategia que no funcionó. En efecto, se puede tratar de hacer más rápido el tablero dibujando 16 rectángulos con la instrucción cuadrilátero (ver figura tres).

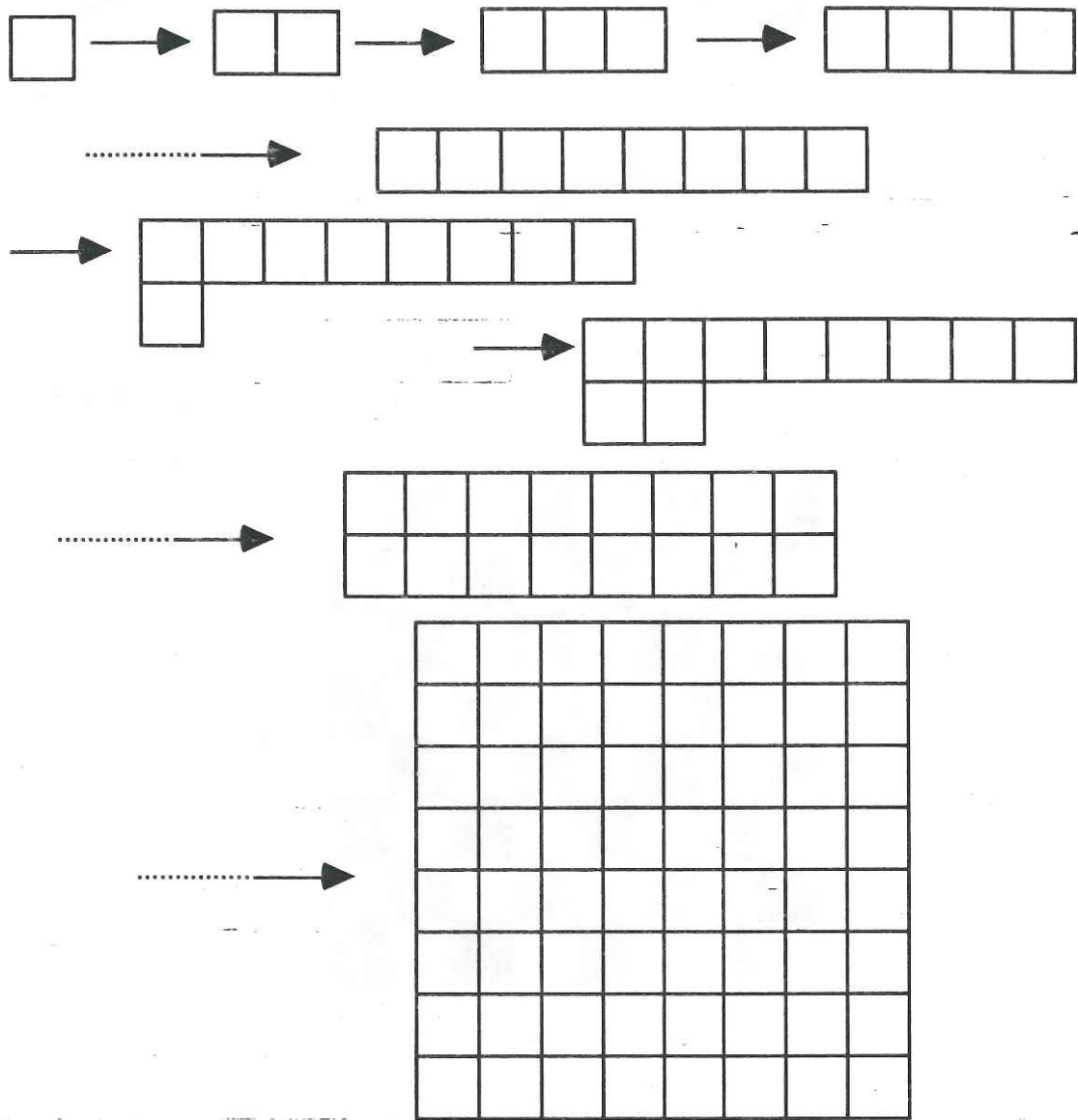


Figura 1.

El arreglo está terminado, falta sombreado. Veamos que pasa (ver figura cuatro).

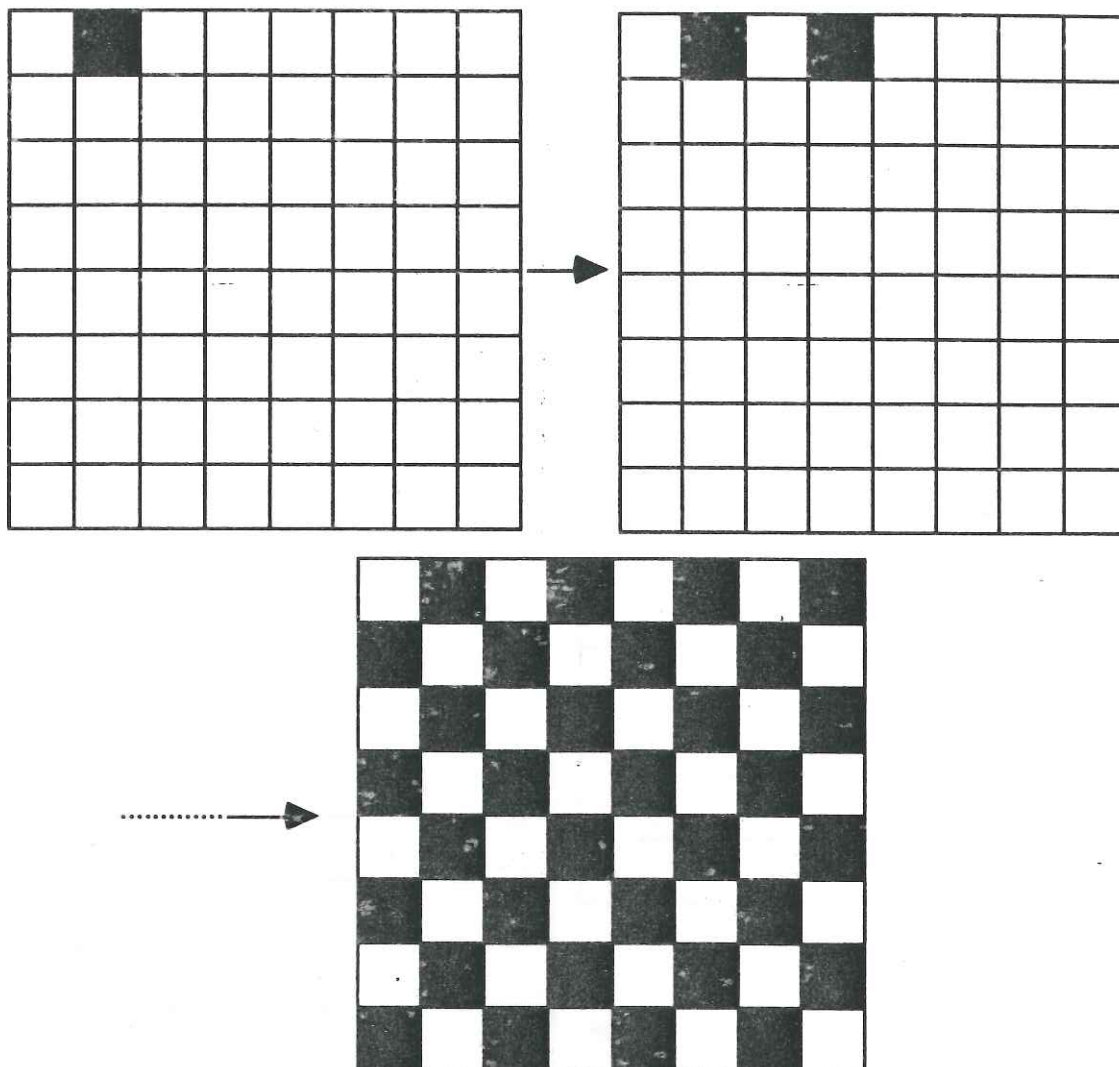


Figura 2.

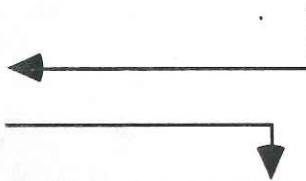
¡No se puede sombrear! La filosofía de sombreado por medio de pantallas considera las formas originales, no las delimitaciones producto de los cruces de las áreas involucradas. La estrategia no sirve y muestra también que no se puede trazar un cuadrado del tamaño del tablero y luego hacer la cuadrícula con líneas pues al escoger un cuadrado e intentar sombrearlo queda cubierto todo el tablero (ver figura cinco).

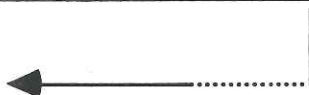
--











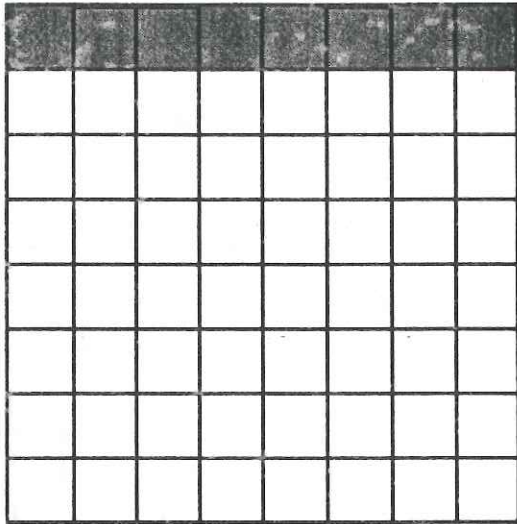


Figura 4.

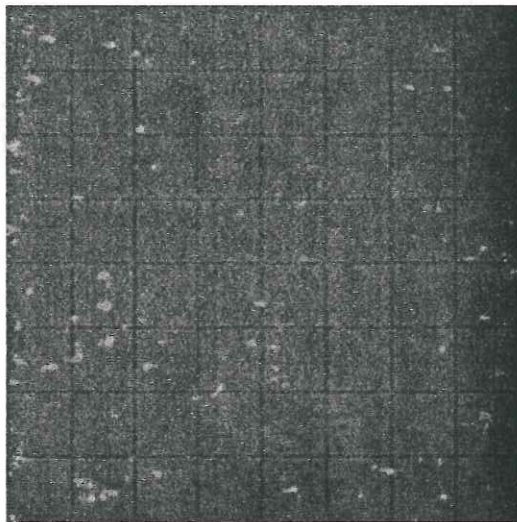


Figura 5.

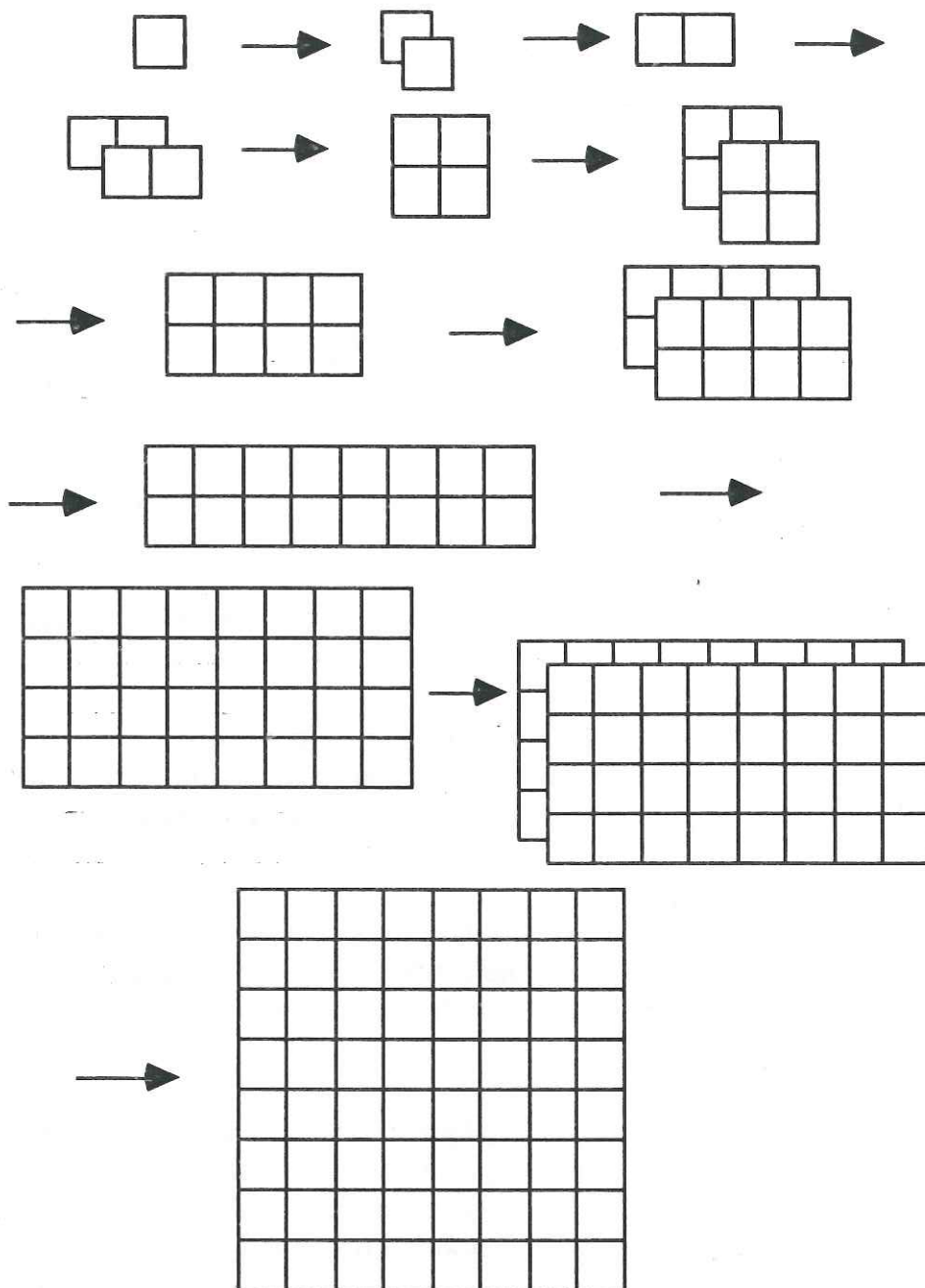


Figura 6.

Es normal que la instrucción copiar no se utilice hasta que el profesor la recuerde y pida su utilización para mejorar la estrategia de acción en el sentido de la optimización de recursos.

Veamos algunas formas de mejorar las estrategias con el uso de esta instrucción. En estos momentos actividades de comunicación

seguidas de la elaboración de mensajes que busquen la necesidad de explicitar estrategias de acción, son los motores didácticos.

Por ejemplo, la primera estrategia puede mejorarse si solamente se hace un cuadradito y se copia 64 veces para después acomodarlos en forma de un tablero, ya que esta estrategia produce cuadritos iguales y no depende tanto de la habilidad con el ratón. El sombreado lo haríamos igual, es decir seleccionar y sombrear 32 cuadritos.

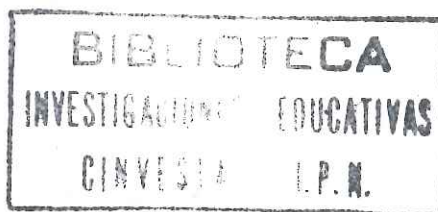
Otra estrategia mejor es usando la instrucción copia (ver figura seis). Posteriormente se haría el sombreado.

Una propuesta donde el sombreado se hace desde un principio y el tablero se hace con pocas instrucciones se observa en la figura siete.

Esta secuencia última es bastante buena, aún se puede mejorar y es fácil encontrar cómo. En este momento, en donde se ha agotado el proceso hacia la explicitación o formulación de una estrategia óptima para la acción tecnológica, pasamos al procesador *Word Perfect versión 5.0*, donde se puede gravar la secuencia como un macro y posteriormente analizar el lenguaje necesario para llevarlo a cabo.

Para culminar con la serie de consignas que permiten elaborar el tablero de ajedrez se plantea: construir un tablero de ajedrez que pueda ser coloreado rápidamente y donde se puedan modificar los dos colores.

Aquí se introduce un parámetro complejo. La solución trivial sería modificar cualquier tablero construido, por ejemplo el último. Sin embargo, se observa que el problema está mal resuelto y que es necesario prever la estrategia de elaboración a partir del nuevo objetivo.



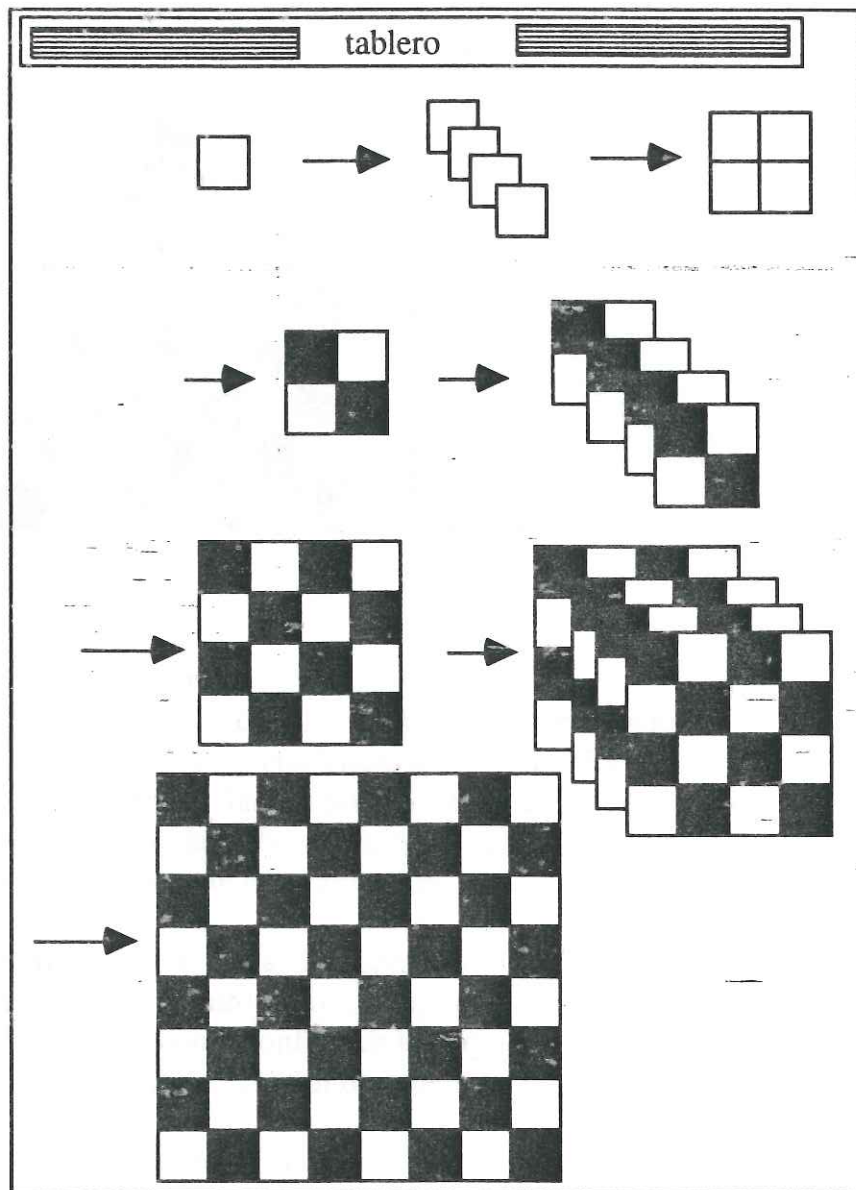
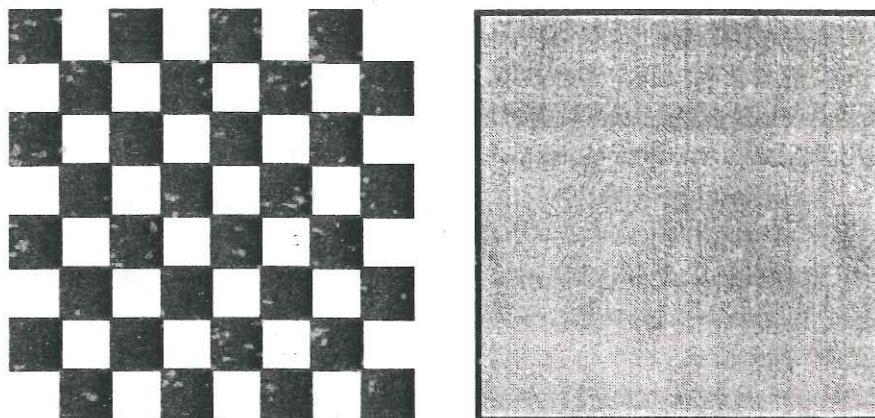


Figura 7.

El problema es introducir el segundo color, ¡sólo se puede hacer a pata!, cada blanco a otro color. Un procedimiento que permite hacerlo más rápido es concebir el tablero en dos planos, como pegando cuadritos a un cuadrado grande, uno corresponde a los cuadritos y, el plano de abajo, a un cuadro del tamaño del tablero. (ver figura ocho). Esta estrategia ha aparecido sólo una vez en el aula, pues normalmente termina este proceso con una intervención

de institucionalización, por parte del profesor, de un saber próximo a los saberes de los alumnos.



Fifura 8.

Así, para cambiar el color del fondo basta señalar al cuadro exterior y cambiar color. Para modificar los cuadritos, retirar el cuadro exterior, seleccionar todos los cuadritos, modificar color y volver a colocar el cuadro exterior. Hasta aquí el análisis de varias estrategias posibles para la elaboración de un tablero de ajedrez con el recurso de un paquete de graficación.

A continuación se enlistan las actividades involucradas en la secuencia didáctica de El Jardinero. Cualquier tratamiento sobre cómo llevarlas a cabo, cómo conformar los equipos y las etapas de comunicación no son objeto central de este trabajo.

- i.. El problema del Jardinero.
- ii. Presentación del paquete gráfico y sus instrucciones. Etapa de familiarización con cualquier dibujo que el equipo desee.
- iii. Primer intento de solución. Interacción con la computadora por equipos. Impresión de resultados.
- iv. Formulación de estrategias, análisis de estrategias y problemas encontrados por medio de la elaboración de mensajes gráficos.
- v. Intercambio de mensajes y prueba de nuevas estrategias en la computadora.
- vi. Comparación de alternativas. Inicio de construcción de un lenguaje gráfico para hablar de las estrategias: diagramas de flujo.

- vii. Búsqueda por equipos de una mejor estrategia. Elaboración de un mensaje utilizando el lenguaje gráfico.
- viii. Intercambio de mensajes y prueba de nuevas estrategias.
- ix. Elementos para la mejor estrategia. Los conceptos de optimalidad y eficiencia. Comparación de estrategias.
- x. Elaboración de la mejor estrategia y seguimiento para obtener cada equipo sus cuatro tableros.
- xi. Análisis de un macro generado por la computadora.
- xii. La experiencia de coloración. El abandono de estrategias que no funcionan. Los planos en gráficos. -
- xiii. Reflexiones pedagógicas e institucionalización de saberes.

1.b. EL PROBLEMA DE LOS OCHO APRENDICES:

Primer intento de solución. Búsqueda aleatoria.

Una vez construido el tablero en la computadora, se procede a particionar el grupo en equipos de trabajo que busquen una solución a El problema de los ocho Aprendices por medio de manipulación de fichas que se proporcionan en el momento.

Esta actividad siempre se inicia utilizando un método aleatorio de búsqueda que puede o no dar una solución en un tiempo razonable.

El problema ha sido llevado al aula en diversos niveles educativos, en el laboratorio con los niños, en la Facultad de Ciencias de la UNAM y en la División de Sociología de la UAM-X. En todas las implementaciones he visto aparecer hipótesis en los equipos de trabajo que se utilizan como motores didácticos hacia la construcción de los principios fundamentales de cualquier estrategia de búsqueda.

El profesor tiene que organizar situaciones de comunicación entre los equipos para comunicar y cuestionar las hipótesis y descubrimientos que los equipos vayan produciendo. El proceso es rico por sí mismo, mientras no aparezca el cansancio o aburrimiento derivado de no poder encontrar una de las 92 soluciones de El problema de los ocho Aprendices. Las hipótesis más comunes son:

- Hay que diferenciar columnas y renglones, hay que darle nombre a las posiciones del tablero.

- Ningún aprendiz puede ocupar el renglón o la columna de otro.
- Cada aprendiz ocupa un renglón y una columna. No puede haber aprendices en las diagonales que salen de cada aprendiz.
- Existen formas de acomodar menos de ocho aprendices en el tablero de forma que ya no se puede poner más (esto se reconoce como una solución parcial no extendible, o bloqueada).
- No se puede tener una solución con nueve aprendices.
- Puede haber muchas soluciones (de donde desprendemos hacia el concepto de universo de soluciones).
- No hay solución.

Con estas hipótesis se trabaja. Al final de esta secuencia podemos contar con cero, una o varias soluciones al problema.

El problema es una situación didáctica de acción, búsqueda aleatoria de soluciones, que interactúa en momentos oportunos con situaciones de formulación a través de actividades de comunicación entre equipos, en la que se socializan hipótesis y/o estrategias para realizar la búsqueda. En ocasiones algún equipo muestra una solución, en cuyo caso debe ser verificada por los otros equipos.

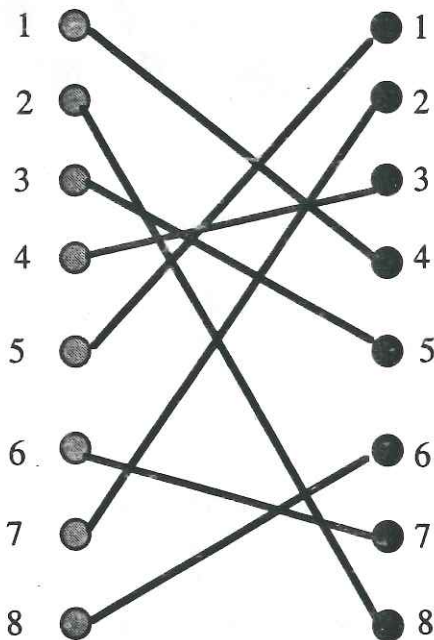
Haya o no aparecido una solución al problema, la secuencia didáctica continúa con el oráculo llamado **El Pergamino de Merlín**, que permite analizar una estructura combinatoria donde está representada (escondida) una solución. El problema de los ocho Aprendices.

1.c. EL PERGAMINO DE MERLIN: Oráculo que representa una solución.

Recordemos que para que se dé un proceso de construcción de conocimiento, el profesor no puede participar brindando las ideas básicas a construir por los alumnos porque esto sería antagónico a la postura constructivista. En este orden de ideas, un oráculo es una sugerencia metafórica, una analogía estructural, un símbolo. En efecto, un proceso de construcción no se afecta si la sugerencia para continuar deriva del análisis de una frase en cierto metalenguaje,

es decir, si se trata de una frase sintética, abstracta, que no diga nada a quién no trate de descifrarla.

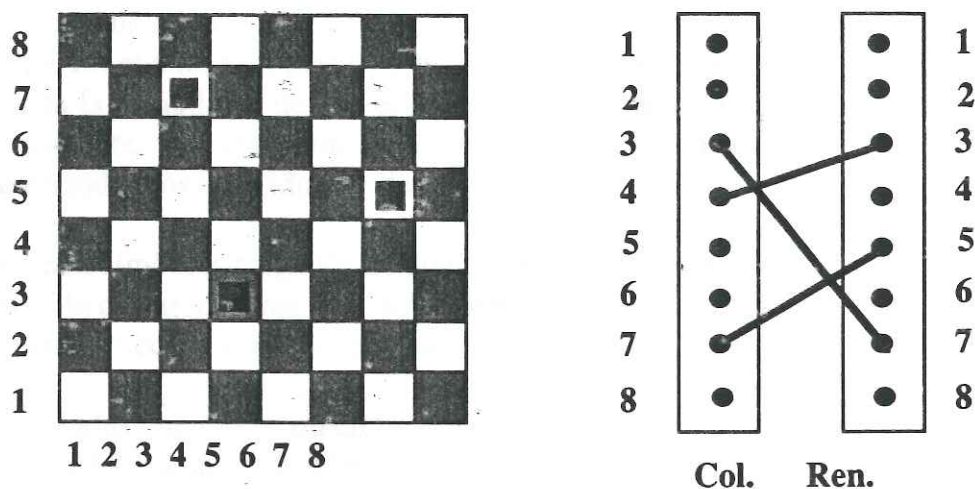
Encontrar una solución a El problema de los ocho Aprendices implica más o menos de diez a quince minutos de búsqueda, puede incluso encontrarse una solución por ensayo y error. Sin embargo a veces pasa el tiempo y no se encuentra solución alguna, en este caso y a fin de mantener el compromiso de búsqueda de solución por parte de los participantes, puede recurrirse a una metafrase que hemos utilizado como oráculo, El Pergamino de Merlín, es el siguiente:



Un análisis de esta estructura permite dar con una solución y, al contener una estructura característica sugiere ideas que se pueden llevar hacia los principios de construcción de un método de búsqueda, e incide en la comprensión más amplia del problema.

El análisis se inicia simplemente con el objetivo de descubrir lo que en el oráculo se encuentra: una solución al problema.

El proceso se da fácilmente en un trabajo por equipos, con periodos para que los equipos participen verbalmente dando sus hipótesis que conduzcan a encontrar la forma de ver la solución. Aquí se descubre que los vértices, o conjuntos de elementos numerados representan a los renglones y columnas del tablero y que una línea uniendo dos vértices significa que hay un aprendiz en la posición que los vértices unidos representan.



Aprendices en 3,7, 4,3 y 7,5

Con los niños de tercer y cuarto año, fue necesario que los participantes pasaran por una actividad previa para comprender esta forma de representación. De esta actividad surgió **Pinta al Pato** (Papacostas 1992a).

Posteriormente, se analiza la estructura para observar la diferencia estructural entre soluciones y no soluciones; en específico, una solución no puede contener más de una línea en cada uno de los elementos o vértices que representan a los renglones y columnas, es decir, debe ser una asignación (Bondy, J. y U. Murty-1976). Una última observación es la irrelevancia si en el torneo de Coltham confundimos columnas y renglones.

Una solución, puede ser representada de ocho maneras diferentes al ver el tablero desde las ocho formas posibles, a saber, cuatro lados por la cara superior y otros cuatro por la contraria. Esta propiedad la tienen todas las soluciones excepto una, que es simétrica bajo rotación, por lo que sólo podemos encontrar cuatro

elementos para representar esta familia. Una vez con una o más soluciones se pasa a encontrar formas de escribirlas.

La forma más condensada de una solución se da al escribir diez dígitos ordenados. El orden que ocupa un dígito nos dirá la columna y, el dígito en sí, el renglón.

Al contrario de lo que algunos educadores creíamos con anterioridad, la riqueza en representaciones estructurales no causa confusión, al contrario, proporciona un sentido adicional para los participantes, una forma más de aproximarse al problema y su estructura. En efecto, el contar con varias representaciones incrementa la posibilidad de que el problema sea entendido mejor y por más gente, ya que tenemos más elementos para lograr un sentido en todos los individuos y despertar su curiosidad.

Trabajar con símbolos cargados de significado, con frases y oraciones de cierto lenguaje abstracto-estructural permite avanzar hacia la construcción y uso de lenguajes estructurantes.

Las actividades que subyacen en la secuencia didáctica que permite interpretar El Pergamino de Merlín y su relación con El problema de los ocho Aprendices son:

- i. Interpretación del Pergamino de Merlín.
- ii. Análisis por equipos.
- iii. Participación por equipos en discusión global sobre las hipótesis generadas.
- iv. Establecimiento de analogías.
- v. Análisis de soluciones y no soluciones. La familia de soluciones del oráculo.
- vi. Enseñanza del oráculo.

Al institucionalizar el aprendizaje proporcionado por el oráculo del Pergamino de Merlín se propone nuevamente el problema original pero ahora los participantes cuentan con un nuevo recurso.

1.d. EL TABLERO DE MERLIN.

Una vez que se cuenta con al menos una familia de soluciones a El problema de los ocho Aprendices, es decir, con las ocho maneras en que puede verse una solución, se presenta **El Tablero de Merlín**,

mi robot pedagógico (Papacostas, 1992b), que posibilita un espacio de reflexión para los alumnos sobre los principios de orden en la búsqueda.

Se trata de un tablero luminoso controlado por un computador en donde los participantes pueden percibir y aprender al interactuar con el procedimiento de búsqueda programado, en este caso un algoritmo de paso atrás o *backtrack* (Aho, Hopcroft y Ullman 1983), en distintas modalidades.

El interés y uso de la vista como forma posible de capturar el sentido geométrico de movimiento en que se desenvuelve un algoritmo de paso atrás está derivado de un interés en educar el sentido humano para capturar procesos en movimiento, habilidad que se despierta en la danza.

El menú que presenta la pantalla contiene varias formas de contemplar el proceso para llegar a encontrar una solución.

En primer lugar, la opción 1 presenta un tablero en donde se pueden ir poniendo aprendices como poner fichas sobre el tablero dibujado. La ventaja es que cuando se intente poner un aprendiz en una posición inválida, el programa mostrará con luces intermitentes rojas a él o los aprendices ya colocados que entren en conflicto con la posición elegida. En esta opción se captura la forma de representación que exhibe el proceso y se adopta por medio de la pantalla y en sucesivas explicaciones una forma de llamar a cada uno de los cuadros del arreglo, para posteriormente poder alimentar la posición de varios aprendices al mismo tiempo, por el teclado, con lo que se provee de una forma para checar posibles soluciones.

La opción 2, permite seguir paso a paso el algoritmo de búsqueda programado, distinguiendo claramente y haciendo una explicación del paso atrás, cada vez que haya necesidad de éste. En cada paso habrá que oprimir una tecla para continuar. Esta opción puede ser utilizada desde cualquier solución parcial o total. En la pantalla se exhibe el proceso como un árbol de búsqueda.

En las opciones 3 y 4, se pasa a velocidades de proceso más rápidas para que los participantes puedan captar el orden y la lógica del algoritmo a través de su observación. Esta opción permite captar la

idea de inteligencia artificial como rapidez y orden en la búsqueda de soluciones.

Estas opciones permiten parar el proceso al encontrar una solución (y en cada paso atrás). Además permite guardar soluciones.

Las opciones siguientes serán utilizadas posteriormente. La opción de manipulación de soluciones permitirá encontrar la familia completa de una solución y su mosaico asociado. Cada solución podrá ser representada en un tablero, por un número o en una gráfica bipartita.

Por último, la opción 5 permite analizar al algoritmo programado y entrar en él a partir de la necesidad de optimización de la búsqueda. Esta opción, por sí sola, proporciona una fuente inmensa de posibilidades hacia el aprendizaje del análisis y programación de algoritmos.

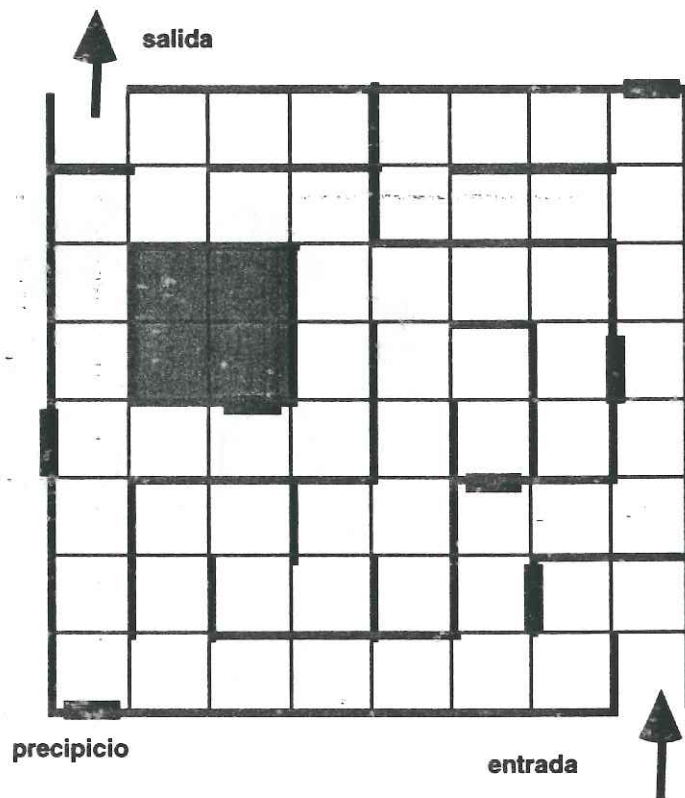
2. EL LABERINTO DE KNOSOS

Una vez que se ha trabajado el problema de los ocho aprendices desde el punto de vista estructural, se espera que los participantes manejen los principios básicos de un algoritmo de búsqueda representado en un tablero.

El Laberinto de Knossos provee un segundo problema de búsqueda y una variable matemática de El problema de los ocho Aprendices. Es un problema fácil de entender y fácil de atacar que permite su resolución con el mismo algoritmo, al igual que todos los problemas combinatorios.

Al construir las analogías se introduce una visión estructural alternativa para el proceso de búsqueda y se deriva, posteriormente, hacia la generalización de los métodos de búsqueda y sus aplicaciones en la inteligencia artificial.

Partamos hacia Creta, tiempos de Ariadne y Teseo. El Laberinto del Palacio de Knossos es el macromundo de frontera. Los personajes son Teseo y Ariadne, ambos luchan por resolver los enigmas del laberinto y matar al Minotauro, por sobrevivencia y por amor.



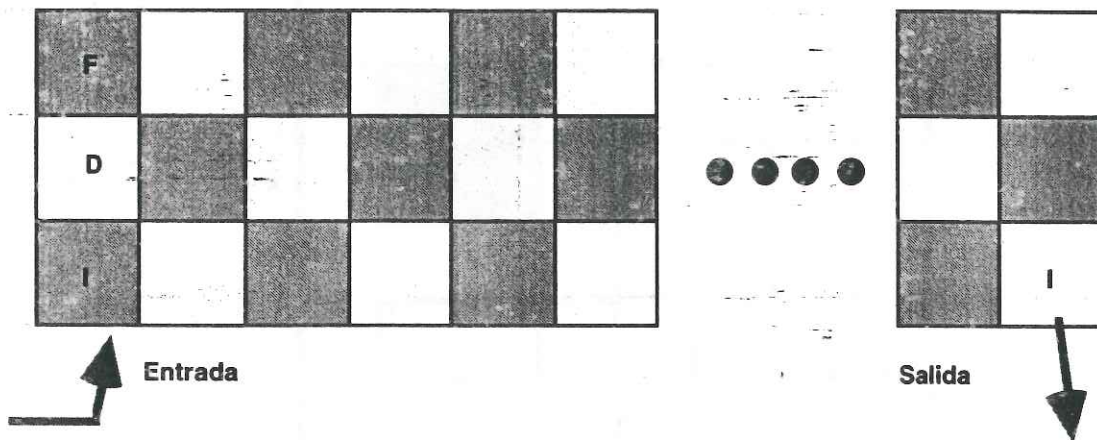
No se trata de un laberinto común, también hay trampas y/o precipicios, basta elegir una opción incorrecta para caer en ellos. El problema es encontrar al Minotauro, matarlo, y después salir. Ariadne provee a Teseo de ayuda a través de su oráculo. Teseo conoce el problema de los ocho aprendices.

La primera actividad es la construcción de laberintos. En esta actividad se derivan los principios de un laberinto al tiempo que se trabaja nuevamente los conceptos de estrategias óptimas para realizar dibujos de laberintos con la ayuda de un paquete gráfico, problema similar al de El Jardinero.

Un intercambio de laberintos en los equipos inicia la búsqueda de formas inteligentes que aseguren encontrar la salida, si ésta existe. Se introducen los precipicios, que son opciones de avance que se castigan con la caída al precipicio y la pérdida de la vida.

El Oráculo de Ariadne se introduce en algún momento de esta actividad. En principio es una metafrase en términos de un proceso de búsqueda planteado en un tablero que representa las opciones

de avance. Este oráculo introduce un orden donde se selecciona *al frente* como ultima opción de avance, regla con la que se evita caer en los precipicios. Además, Ariadne regala a Teseo su famosa madeja de hilo, que no es sino la estrategia de regreso.

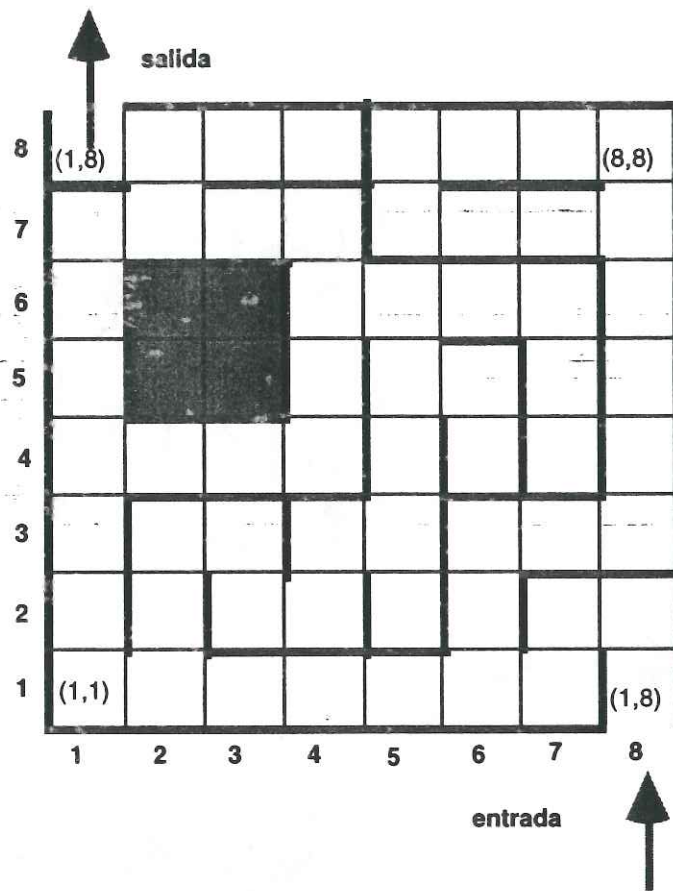


**Al frente sólo como última opción.
Sin mi hilo no hay salida.**

ORACULO DE ARIADNE

El análisis del oráculo de Ariadne conduce a construir analogías con El problema de los ocho Aprendices. Al reconocer al laberinto como un problema de búsqueda se procede a la elaboración de estrategias de solución en los equipos; las estrategias son comunicadas a través de mensajes escritos que puedan ser transmitidos por teléfono, es decir, sólo se permite lengua escrita.

Un intercambio de mensajes permite la actividad de seguir instrucciones en laberintos. La actividad misma es rica en errores y discusiones. El análisis del oráculo de Ariadne permite observar que lo que salva a Teseo es darle la regla de los precipicios y el hilo, que conduce a la construcción de una estrategia para la salida. En principio basta darle nombre a los cuadros del laberinto y asignarle un registro a cada uno. Aquí depositaremos la información que necesitemos para poder regresar por donde entramos sin caer en precipicios.



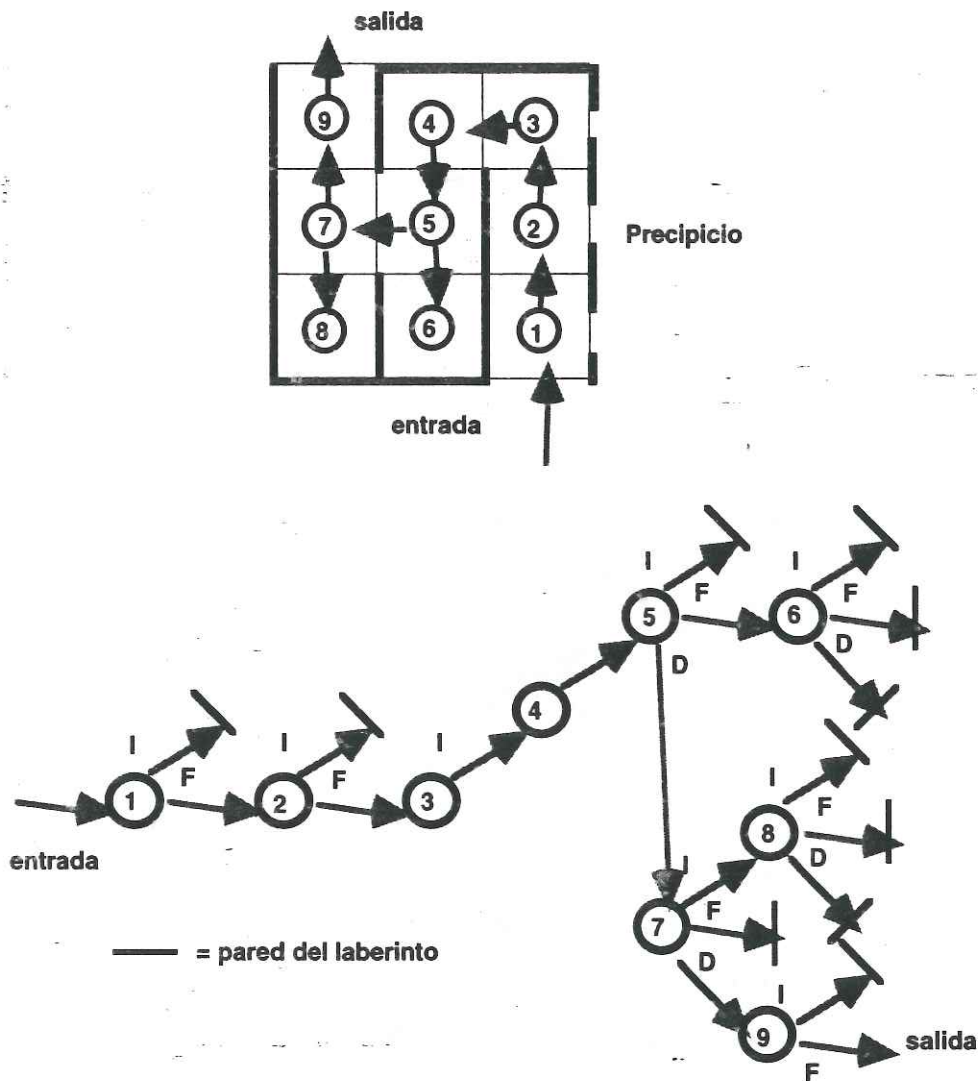
El registro para cada cuadro (x,y)



donde: i = izquierda
 f = frente
 d = derecha
 e = orientación de entrada

i, f y d son variables 0,1; 0 = opción no tomada, 1 = opción tomada o imposible.
 e = N,S,E,O.

Al salir Teseo del Laberinto, regala a Ariadne el oráculo del Minotauro, metafrase que nos permite abundar en la variabilidad matemática y perceptual del problema del laberinto. La actividad es analizar el Oráculo para introducir la visión estructural del algoritmo de búsqueda como recorrido en un árbol.



ORACULO DEL MINOTAURO: El árbol de un laberinto, precipicios a la derecha

Una vez hecha la analogía, cada equipo elabora mensajes donde se transmite la estrategia para recorrer un laberinto; en esta ocasión, al final de la actividad tendremos un diagrama de flujo como el siguiente:

CADA CUADRO DEL LABERINTO TENDRA UN REGISTRO

D F I E

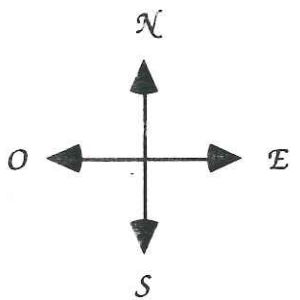
D=Derecha
F=Frente
I=Izquierda
E=Entrada

INICIA

COLOCATE DE FRENTE A LA ENTRADA DEL LABERINTO

AVANZA UN CUADRO

SI NO ESTA E MARCADO, PON N,S,E u O SEGUN SEA POR DONDE ENTRES AL CUADRO



Φ

¿SE PUEDE A LA DERECHA?

¿SE PUEDE AL FRENTE?

¿SE PUEDE A LA IZQUIERDA?

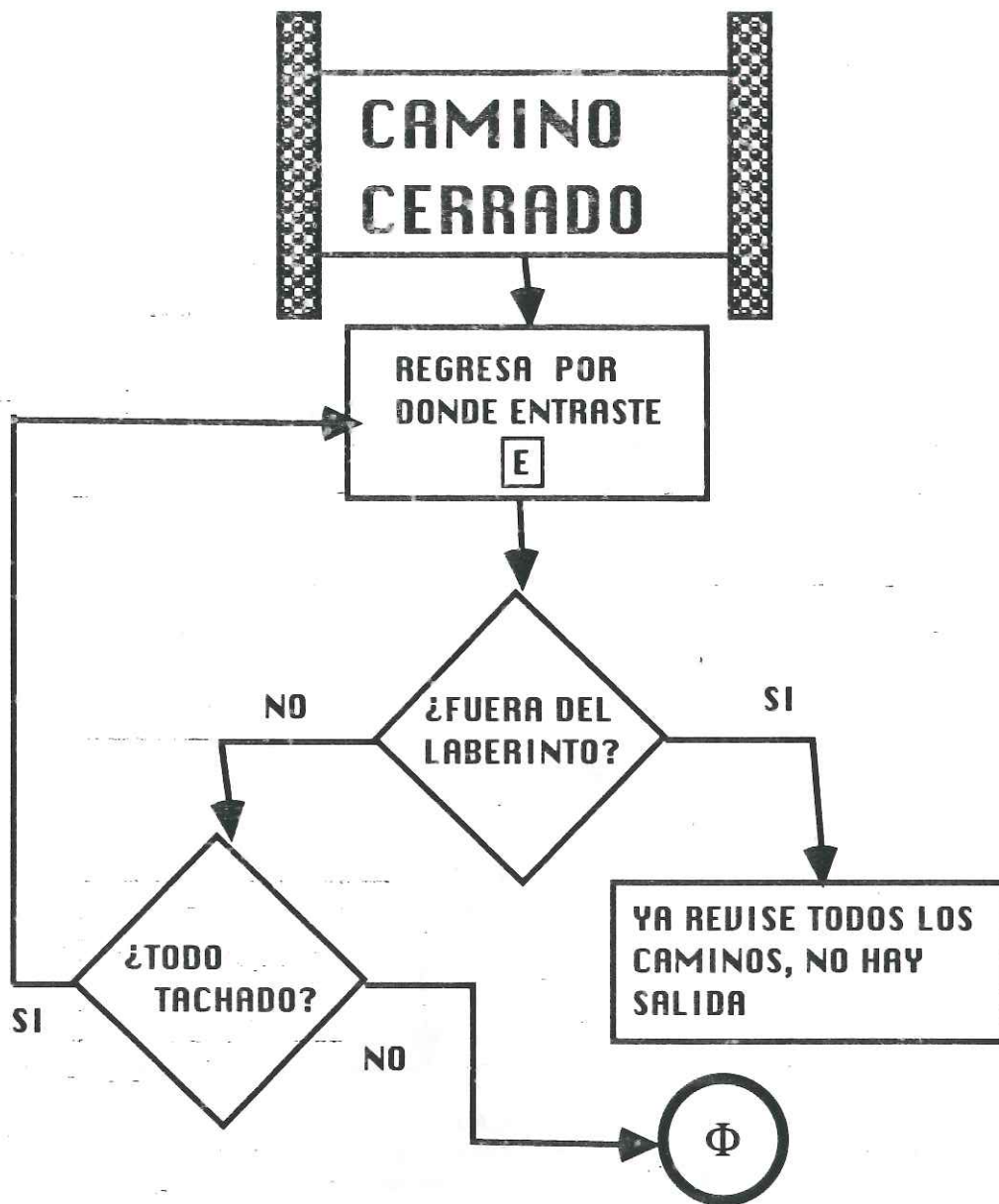
TACHA D

TACHA F

TACHA I

CAMINO CERRADO

Diagrama siguiente



Por último se discuten algunas mejoras del algoritmo:

CAMBIAR

AVANZA UN CUADRO

POR

AVANZA EN LA MISMA DIRECCION
MIENTRAS PUEDES

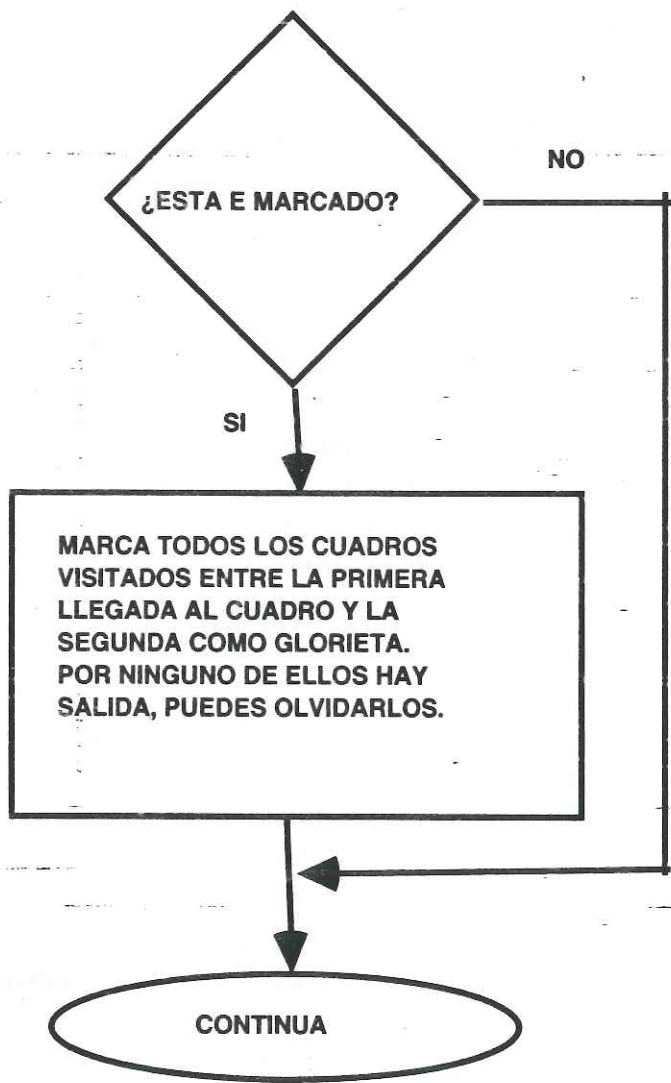
¿ES UNA VENTAJA?

Después de involucrarse en la discusión de mejoras al algoritmo, se plantea el concepto de glorieta, o región del laberinto no recorrida pero que no contiene partes exteriores. Si la salida del laberinto es por la orilla, no tiene caso recorrerla.

CAMBIAR

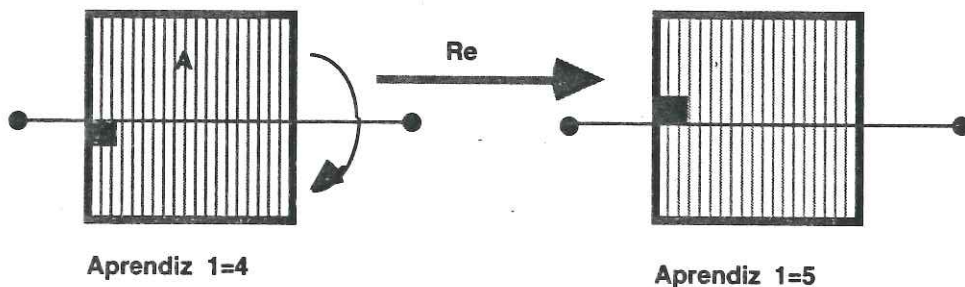
**SI NO ESTA E MARCADO PON N,,S,E u O
SEGUN POR DONDE ENTRES AL CUADRO**

POR



Posteriormente se proporciona cierto tiempo para que los equipos puedan encontrar posibles mejoras al algoritmo en su aplicación al problema de los ocho aprendices. El recurso de mejorar el algoritmo por razones de simetría en el tablero aparece frecuentemente.

Por ejemplo, una hipótesis común es la derivada de observar que, cuando el primer aprendiz termina la búsqueda ubicado en la cuarta posición, no tiene sentido continuar, ya que al pasar a la posición quinta, se está entrando a una rama del árbol que es simétrica bajo una simple reflexión del tablero.



Aquí se termina el Laberinto de Knosos. La secuencia de El Torneo de Coltham continua hacia la construcción del objetivo central: la comprensión del concepto de la inteligencia artificial producto de métodos de búsqueda eficientes y bien podados, es decir, que no buscan en ramas que ya han sido exploradas, por simetría, por ejemplo.

2.a. EL ARBOL Y EL GORRIÓN.

Es preciso continuar en la formulación del proceso. Para ello se plantea la necesidad de analizar el oráculo de **El Arbol y el Gorrión**, en donde se encuentra representado el proceso de búsqueda ya conocido para un problema restringido a cuatro aprendices. El gorrión muestra la solución al problema.

El oráculo es presentado para hacer un análisis al interior de los equipos, con períodos de comunicación cada cierto tiempo. La

consigna es encontrar la solución al problema restringido a cuatro aprendices. Se aclara que el gorrión está parado en la solución.

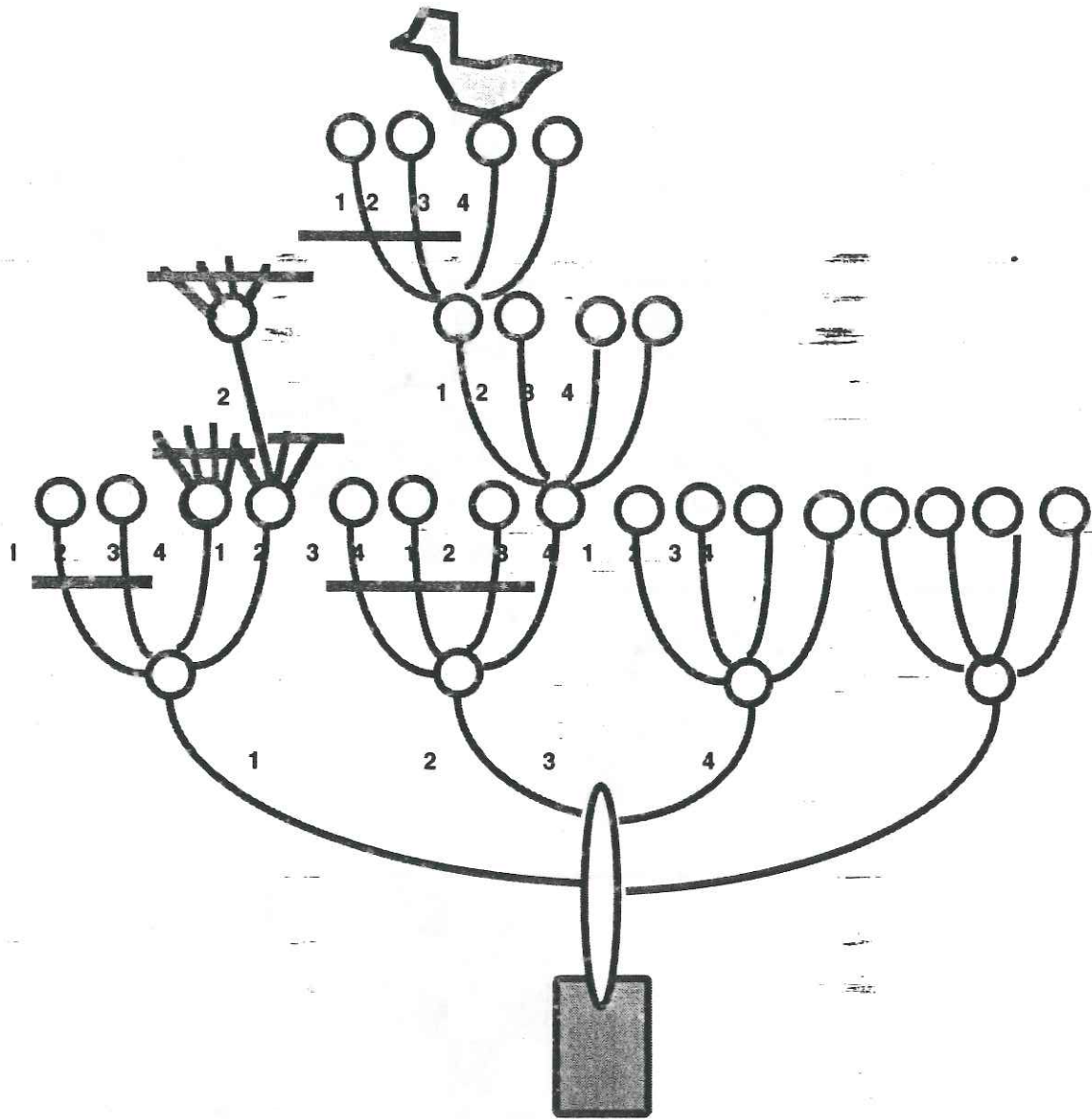
Las hipótesis más comunes son:

- Cada bola indica una posición en el tablero.
- Al principio del árbol están las posiciones del primer aprendiz.
- El camino para llegar al gorrión es 2, 4, 1, 3 y cada número representa la posición de un aprendiz.
- Las rayas obstáculo impiden tratar posiciones inválidas.

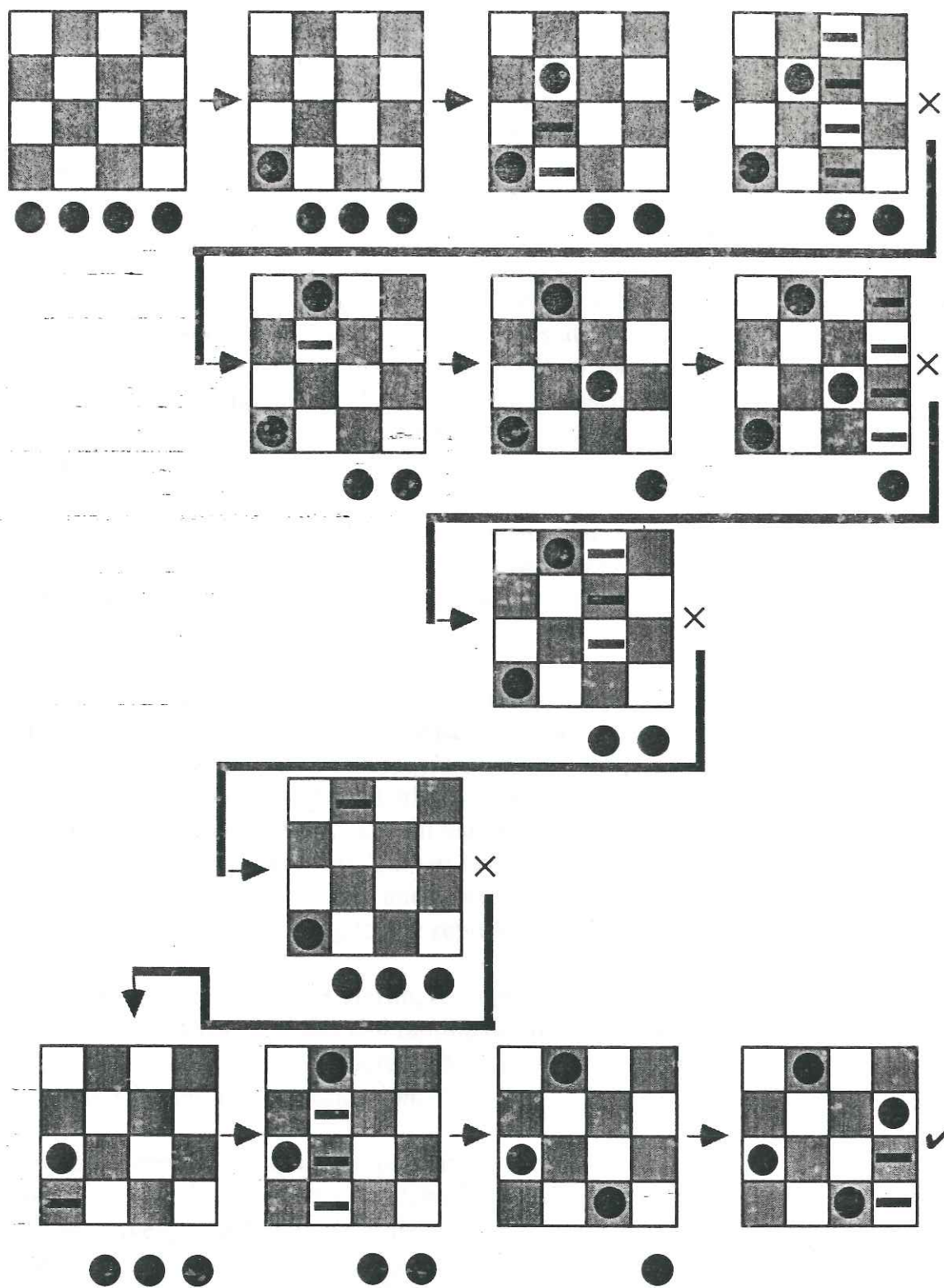
Con estas hipótesis, o las que surjan, se hace una actividad de comunicación en donde se observa que el árbol y el gorrión es una representación estructural del proceso de búsqueda analógica al proceso representado en la computadora durante la secuencia anterior. Se regresa al Tablero de Merlín a seguir el recorrido en árboles, en la pantalla de la computadora.

Una vez formalizado e institucionalizado el aprendizaje proporcionado por el oráculo del Arbol y el Gorrión, se retorna al problema fundamental.

Nuevamente utilizamos el análisis de un gráfico, el oráculo de Arturo, **Cuatro aprendices en paz**, como una forma de reforzar e institucionalizar el proceso de búsqueda que se encuentra programado en la computadora, y además, la analogía estructural con el Arbol y el Gorrión.



Oráculo del árbol y el gorrión



ORACULO DE LOS CUATRO APRENDICES EN PAZ

La forma de trabajo es como en los anteriores oráculos y se deja

libertad para que el profesor empiece a concebir sus propias secuencias, con particiones y formas de comunicación adecuadas.

Es muy importante que al finalizar el trabajo con este oráculo, los participantes puedan llevar a cabo el algoritmo en un tablero y en un árbol.

3. EL ANILLO DE KAMIRA.

La actividad siguiente, es pasar a los tableros elaborados en el jardinero y proceder a la búsqueda de soluciones utilizando el algoritmo. Se pedirá a cada equipo que inicie con el aprendizaje de la primera columna en distintas posiciones y que se descubra una forma de representar soluciones, para que cada vez que se encuentre una, la registre.

En el proceso de registro se pide que se hagan registros considerando los cuatro lados del tablero, y considerando la posibilidad de ver el tablero desde abajo para registrar otras cuatro soluciones más.

El registro de soluciones debe ser considerado como un proceso de construcción de alguna forma concisa para representar una solución. Por la misma secuencia tenemos ya tres formas gráficas: el tablero dibujado con sus fichas, el árbol y el gorrión, y la gráfica bipartita del oráculo de Merlín. De ahí tenemos material de partida para llegar a formas no gráficas. Tal vez la forma más concisa es con ocho dígitos ordenados, cada uno representando la columna por su lugar y el renglón por el dígito que representa.

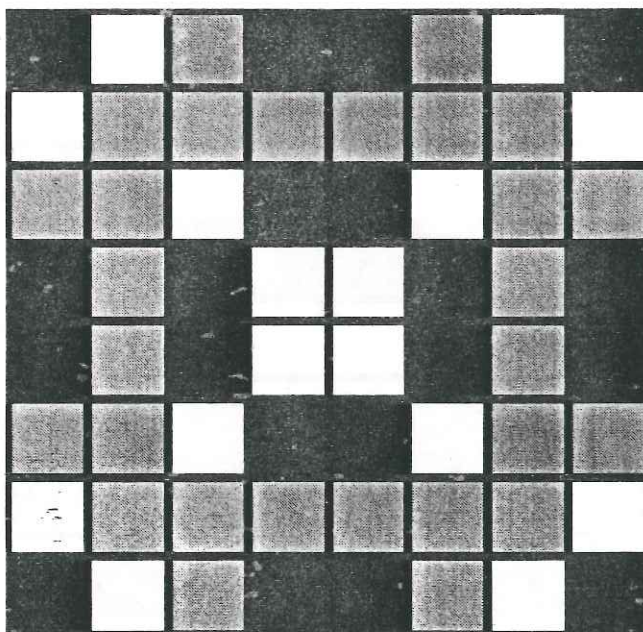
Aquí se regresa al Tablero de Merlín, es importante que se observe la solución simétrica, aquella cuya familia de soluciones se restringa a sólo cuatro elementos. El Tablero de Merlín puede mostrar el algoritmo y permitir su modificación.

Como una derivación natural del registro de soluciones, se hacen observaciones sobre la simetría del tablero para empezar a podar el árbol (o universo) de soluciones y llegar a un algoritmo óptimo para el torneo de Coltham. Durante estas actividades se privilegia la aparición de elementos del lenguaje de diagramas de flujo para hablar sobre las estrategias.

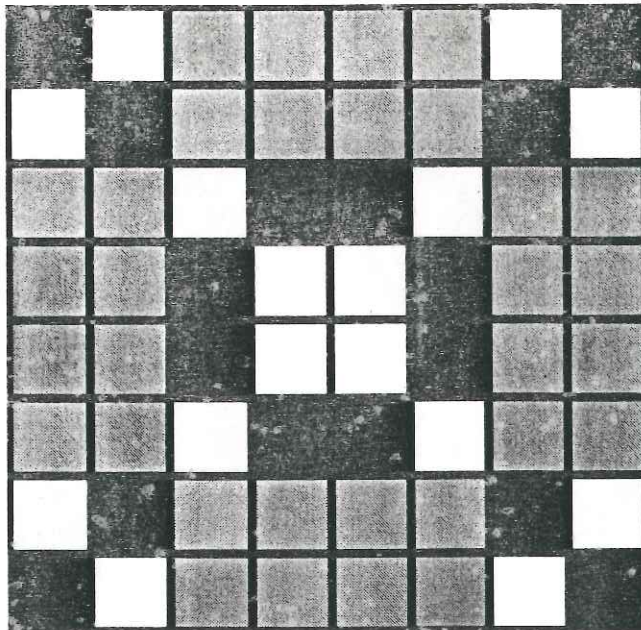
Una vez que los alumnos conocen varias soluciones, que han identificado familias de soluciones y que han discutido sobre las simetrías del tablero y su utilización para el podado del proceso de búsqueda, se pasa a estudiar las regiones del tablero donde se encuentra cada grupo de soluciones. De este análisis se continúa con la elaboración de los 12 mosaicos derivados.

En la representación de la región de cada solución, lograda al considerar desde un solo lado todas las soluciones de su grupo, se representa de gris claro aquellos espacios donde solamente cae una vez un aprendiz, de gris oscuro los espacios donde caen dos veces, y de negro donde caen tres.

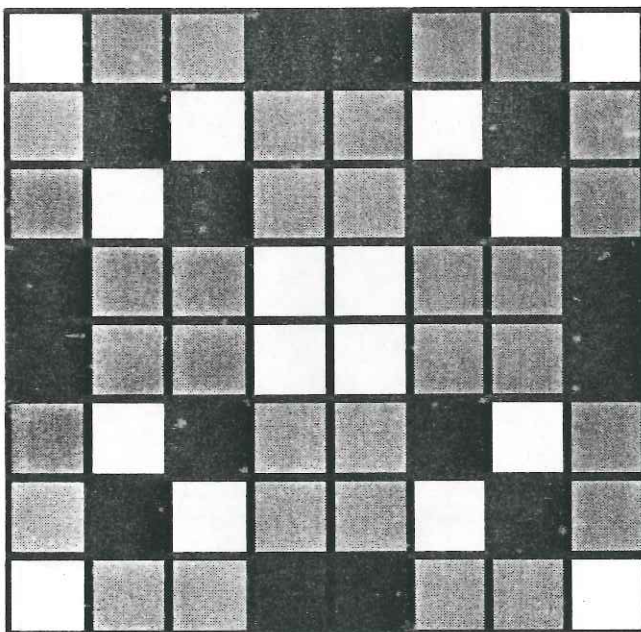
Desde aquí se estudian los posibles podados del árbol de soluciones y se analiza el Anillo de Kamira, el mosaico de la solución simétrica, región que estableció Arturo como factible de búsqueda y que lo llevó en pocas iteraciones al triunfo en el torneo. Aquí se recurre nuevamente a El Tablero de Merlín. A continuación se presentan los 12 mosaicos.



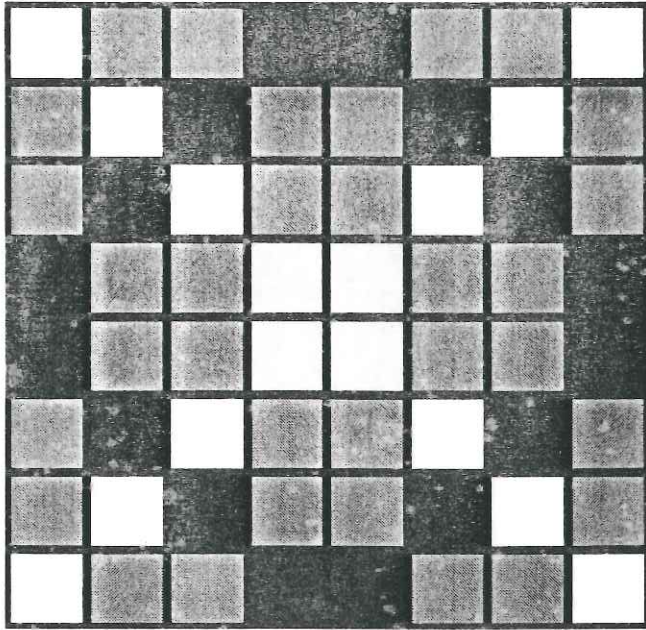
Mosaico de 15863724
(aprendices en 1,1; 2,5; 3,8; etcétera)



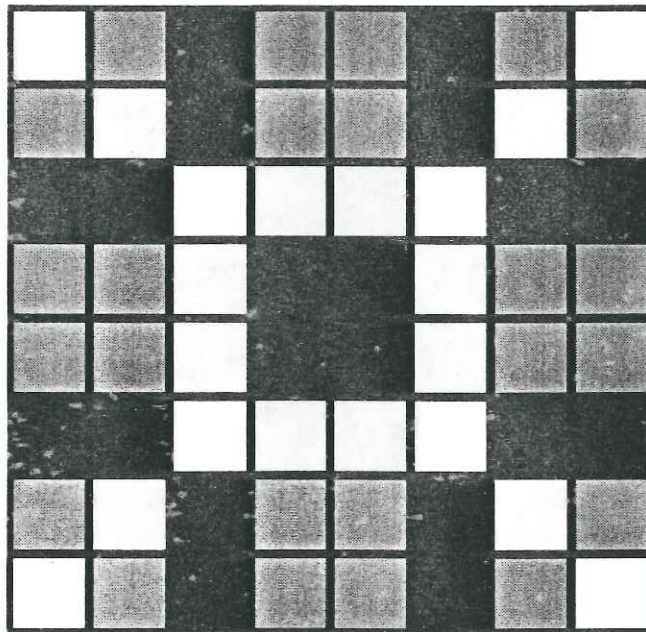
Mosaico de 16837425



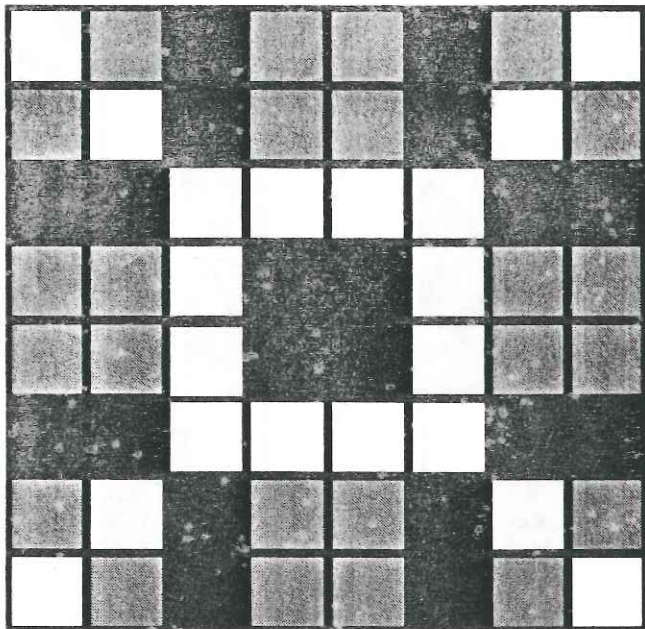
Mosaico de 24683175



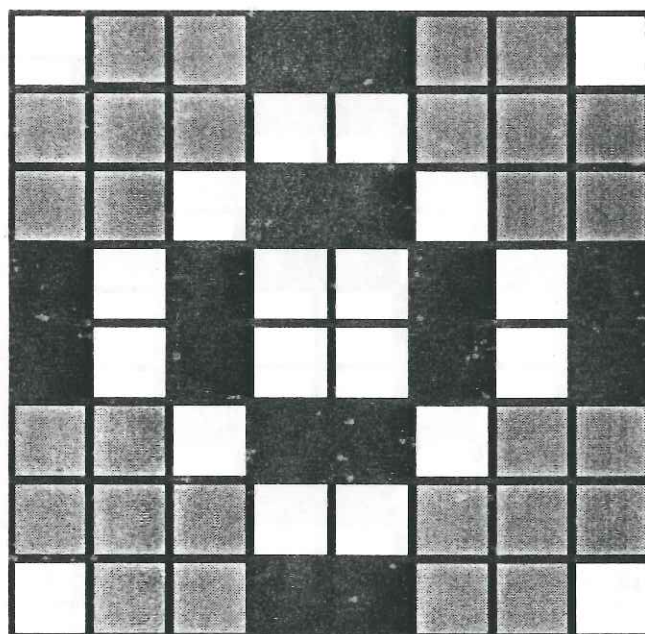
Mosaico de 25713864



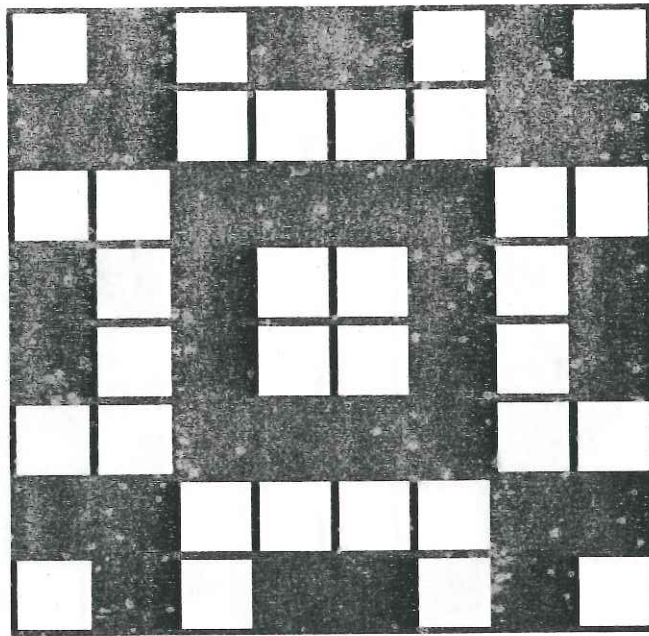
Mosaico de 25741863



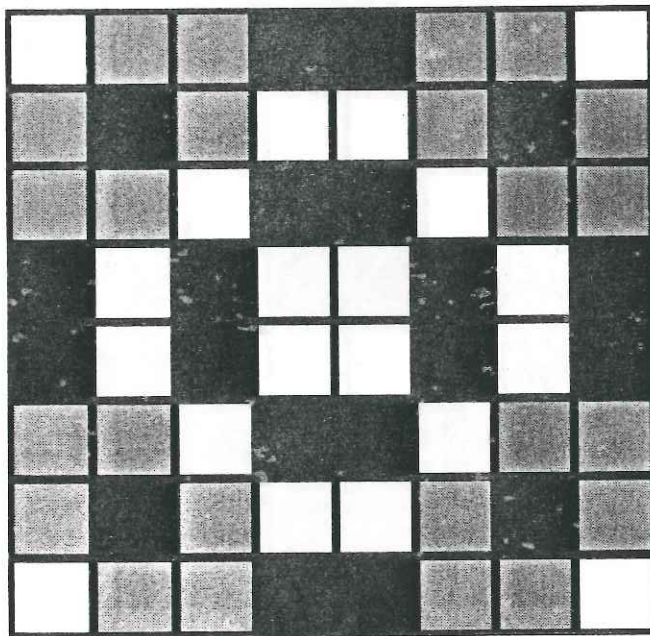
Mosaico de 26174835



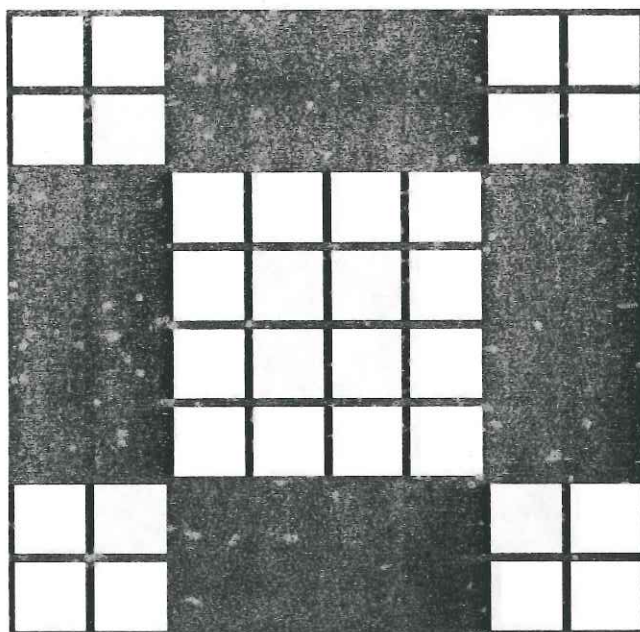
Mosaico de 26831475



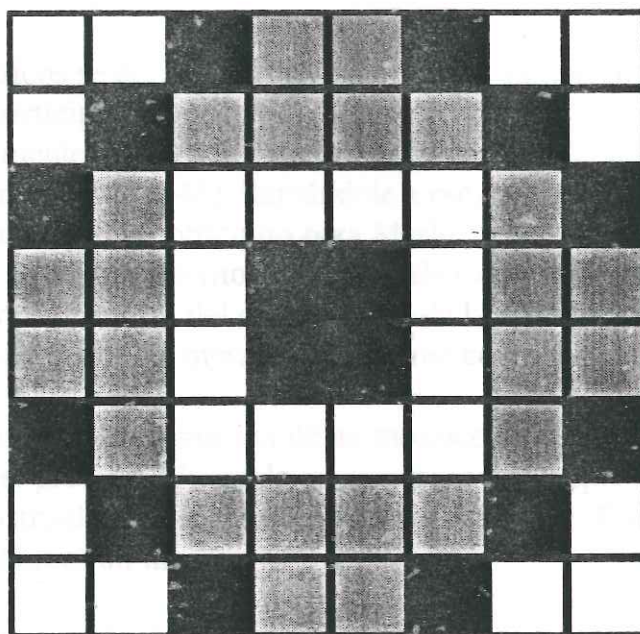
Mosaico de 27368514



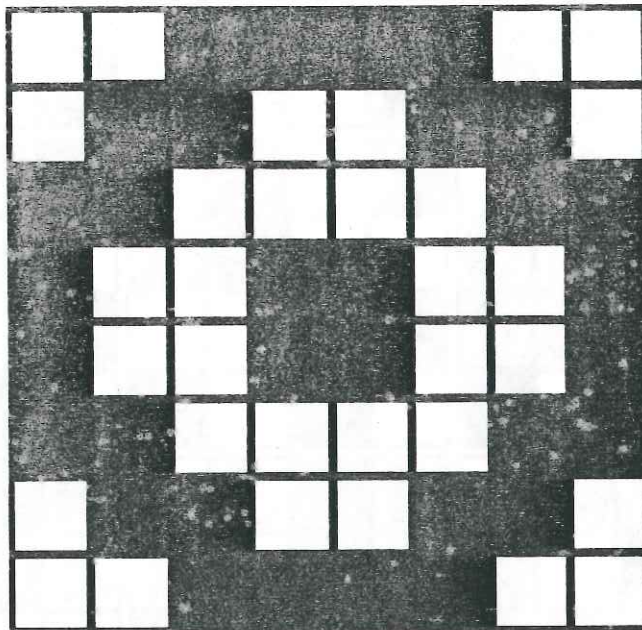
Mosaico de 27581463



Mosaico de 35281746 (solución simétrica)



Mosaico de 35841726

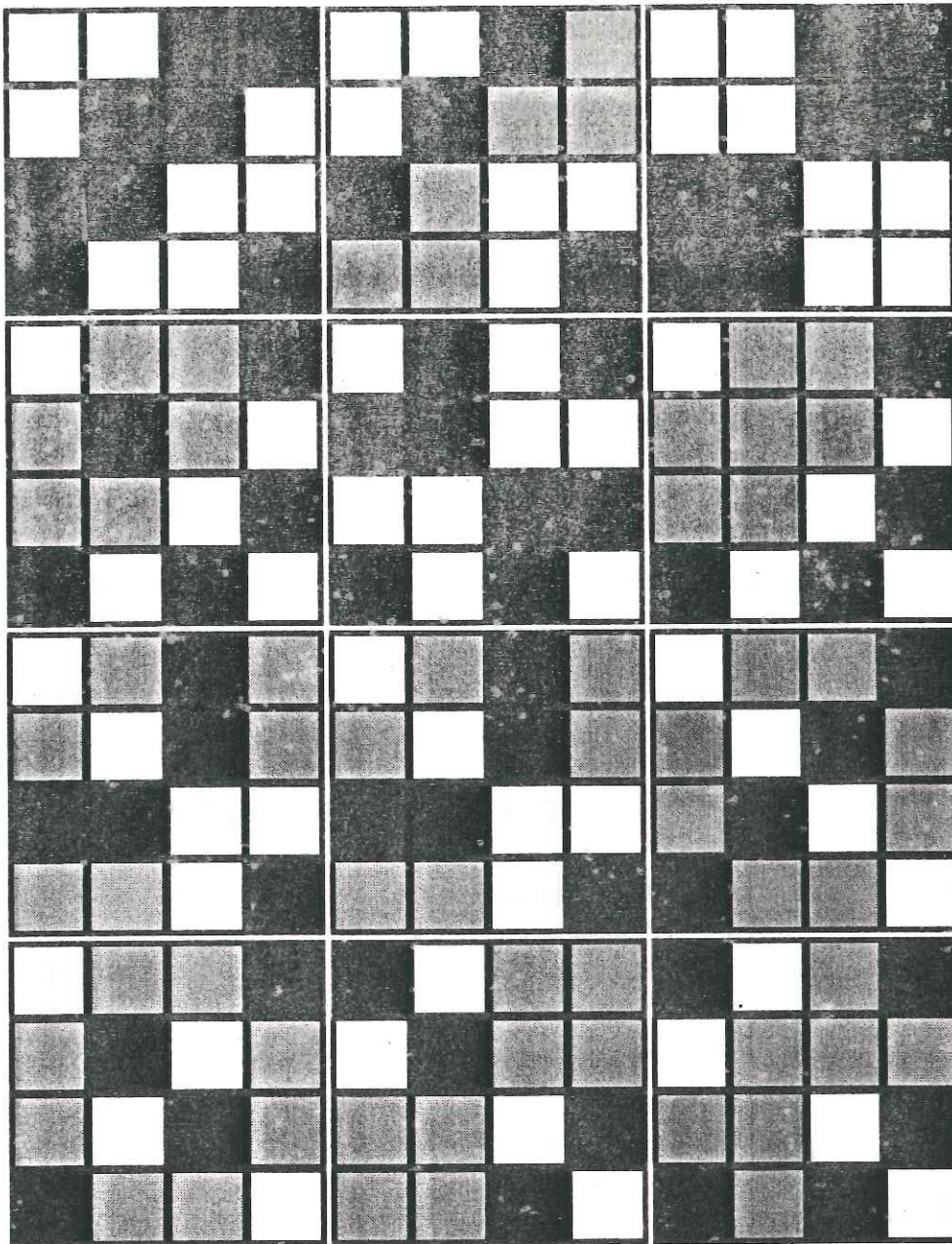


Mosaico de 36258174

De los 12 mosaicos se deriva el triunfo de Arturo, ya que en la forma en que participó para ganar el torneo de Coltham fue utilizando solamente los espacios de la región donde se encuentra la solución simétrica (35281746), llamándole a ese gráfico el anillo de Kamira. Ese fue el primer obsequio para Merlín, su nuevo maestro. Curiosamente, aquel manuscrito de donde sale toda esta historia, habla de que en las paredes del observatorio de la torre había divinamente elaborados 12 mosaicos, cada uno como los anteriores.

La secuencia implica la formación de un mosaico por equipo para que entiendan el proceso y luego la presentación de los que no hayan sido construídos por medio del Tablero de Merlín. Cada equipo debe elaborar un mosaico.

Finalmente se trabaja la simetría de los mosaicos para llegar a la forma gráfica más concisa del universo.



4. METODOS DE BUSQUEDA Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Construida la herramienta la secuencia continua en el uso de ésta para resolver otros problemas de búsqueda. En específico, si disponemos del tiempo suficiente para esperar la salida, cualquier problema combinatorio es factible de resolverse por el algoritmo construido.

En esta parte se hace la Instucionalización de todo lo visto para que claramente se conciba cómo, a partir de algoritmos de búsqueda podemos simular inteligencia, lo que nos lleva a concebir una de las ramas fundamentales del concepto de Inteligencia Artificial y la Teoría Combinatoria, de donde se generaliza el concepto y se ubican las teorías en su orden correspondiente.

Se presentan algunas acciones tecnológicas inteligentes y su solución por medio de algoritmos de búsqueda.

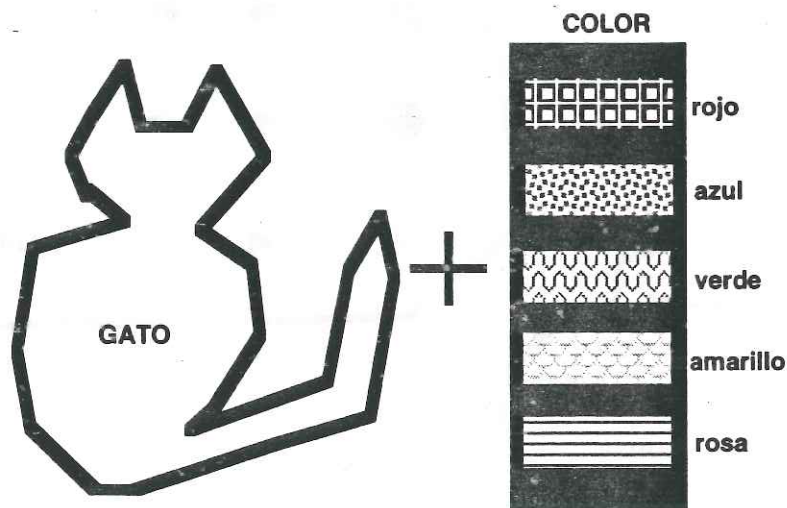
- El problema del agente viajero o cómo encontrar un camino que me lleve a todas las ciudades que debo visitar, solo una vez a cada una y además que el recorrido sea mínimo (Garey y Johnson 1979).

- Como jugar gato. Se analiza la estrategia del gato y se construye un mensaje que contenga la estrategia a seguir por la máquina.

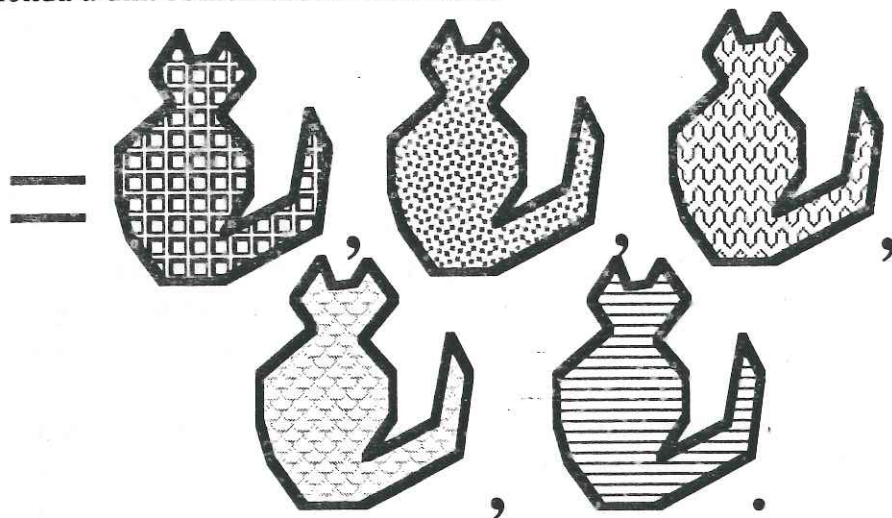
Se explican procesos que los alumnos quieran comprender, si hay quién los explique.

5. COMBINATORIA DE LA FANTASIA

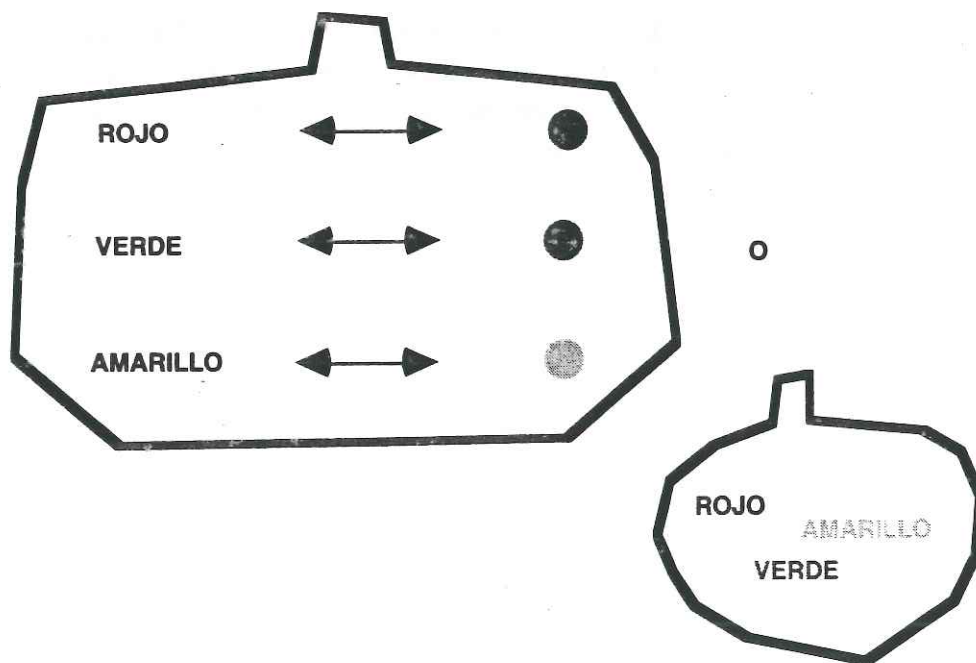
Esta experiencia didáctica comprende otro de los terrenos más desconocidos y mitificados de la Inteligencia Artificial: los sistemas expertos. La secuencia parte de la concepción filosófica de Hume de la fantasía como una combinatoria exhaustiva de elementos reales (Stroud 1986). Con estas ideas se construye un sistema experto que puede saber si algo es realidad o fantasía.



Los sistemas expertos pueden modelarse de forma muy sencilla una vez que se conoce la combinatoria de Hume. Hume deriva la fantasía a partir de lo real. Por ejemplo, una vez que hemos conocido a un animal (el gato), y hemos conocido 5 colores distintos (rojo, azul claro, azul oscuro, amarillo y verde), podemos dar rienda a una combinatoria fantástica.



Para comprender más a fondo el proceso de producción fantástica, se requiere de un análisis de las formas de almacenamiento de la información. Nuestra experiencia ha permitido construir el concepto de color a través de la observación, es decir, existe una bolsita virtual llamada colores que tiene en su interior experiencias visuales con colores.



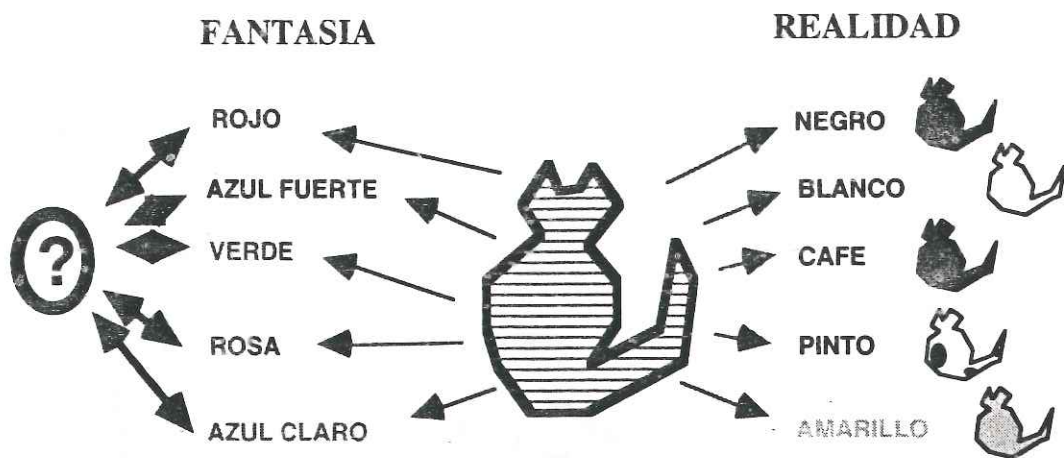
La experiencia, en nuestro ejemplo, puede ser explicada como la abstracción de la idea gato y su relación con la bolsa de los colores, indicando aquellas combinaciones color-gato que se vayan observando, es decir, que sean reales. La marca entre realidad y fantasía es, normalmente, una imagen real, o varias, de lo percibido o experimentado. Si no hay imagen almacenada, la combinación puede ser fantástica.

Por ejemplo, al pensar en un gato pinto, es fácil imaginarse un gato negro con patines (manos blancas) real; sin embargo, al pensar en un gato rosa, no podemos relacionarla con una imagen real, sino que, a lo mucho, para no caer en una imagen caricaturizada del animal, podremos tomar una imagen real y deformarla (cambiarle el color), resultando siempre una imagen que nuestra experiencia misma nos imposibilita a aceptarla como real.

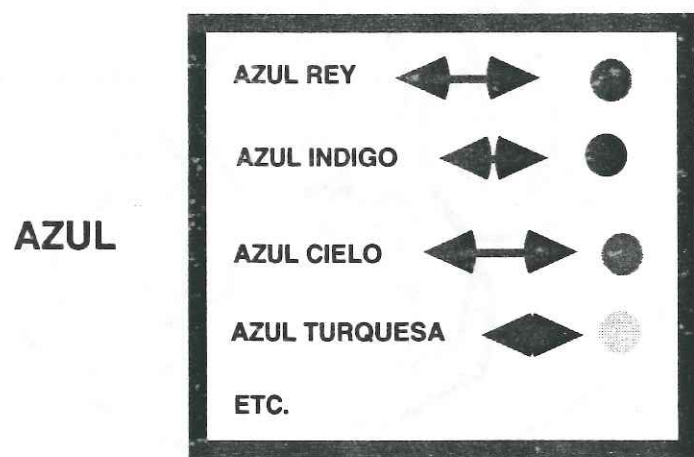
Este proceso no es siempre así. Por ejemplo, aunque nunca hayamos visto un perro café con patines, podemos traer una imagen real y deformarla sin salirnos de lo real, es decir, se puede extrapolar la realidad sin salir de ella. Sabemos que hay perros cafés con patines.

Como producto de un proceso mental, podemos jugar con ideas para producir nuevas ideas, para crear, para fantasear. El proceso es simple, el resultado puede ser real o no, depende de la deformación.

La deformación de una idea también obedece a patrones reales. Los gatos rosas son rosas porque conocemos el color rosa, nunca se nos ocurriría un color que no existe, pues no tenemos correspondencia en imagen sensorial y, por lo tanto, no significa sino una idea incompleta.



Es entonces la experiencia la que va llenando la bolsa de colores y logrando hacer categorizaciones de color más complejas a medida que se va educando la visión para distinguir, por ejemplo, distintos azules. Al mismo tiempo, la distinción significa un nombre para reconocerlos, esto implica que se vayan almacenando estos nombres en la bolsa de colores con su correspondiente imagen sensorial.

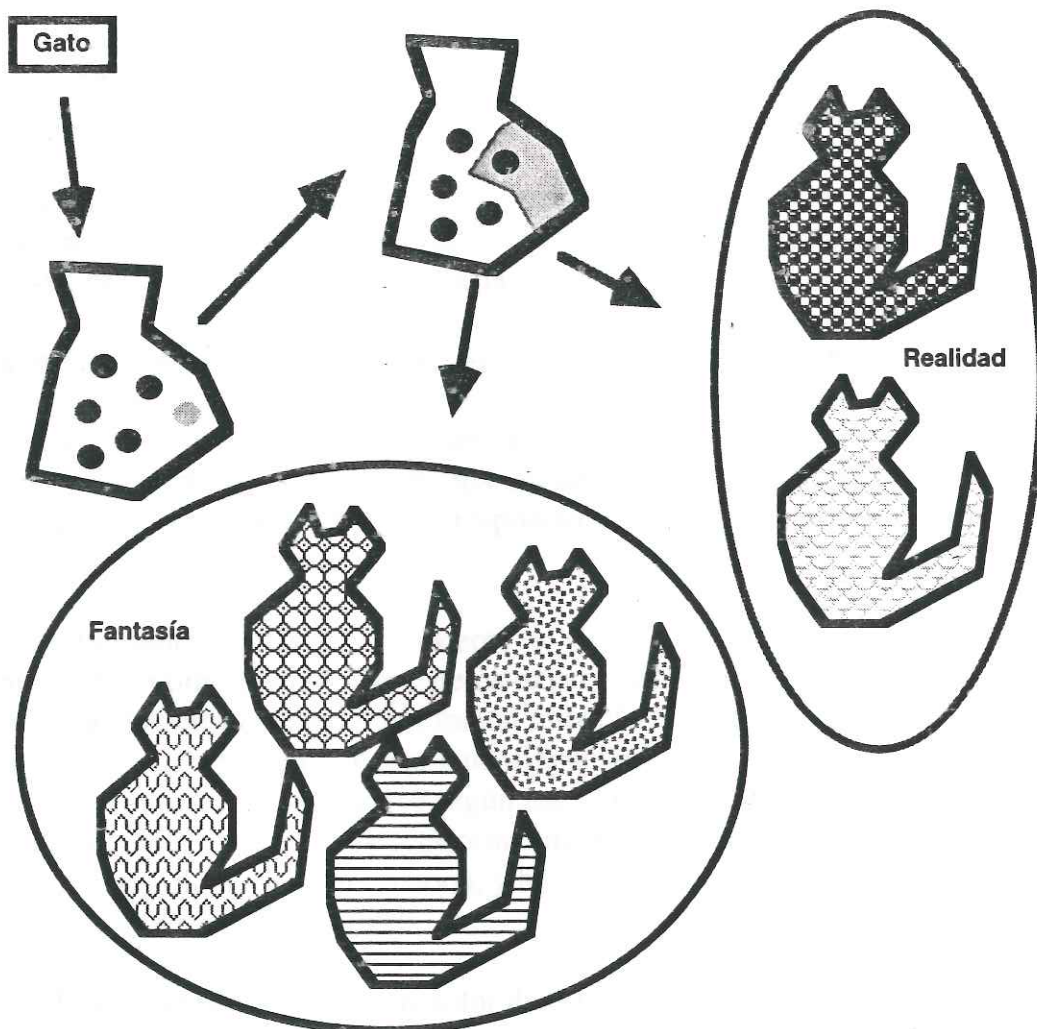


Por otro lado, es la experiencia también la que construyendo una partición de la combinatoria posible entre las bolsas de ideas, a donde pertenece gato, y la bolsa de colores, de forma que se puede distinguir entre fantasía y realidad.

La idea **gato** también se almacena en una bolsa. Al principio se guarda en la bolsa de animales, y también, a medida que se van conociendo nuevos animales y sus diversas especies, la bolsa de

animales también sufre una complejización que requiere de categorizaciones, o nuevas bolsas al interior de la bolsa de animales, como podría ser mamíferos, para nuestro gato.

Es así, como se va almacenando la información, en bolsas que contienen bolsas que pueden contener más bolsas, etcétera. A su vez, también se construye la relación combinatoria entre bolsas, distinguiendo realidad y fantasía.



Entonces, a partir de la experiencia sensorial podemos almacenar ideas y éstas aparecerán en alguna bolsa que contiene y es contenida por otras bolsas.

Esas ideas tienen características (color, tamaño, edad, etc.), orden (gato es animal, mamífero, vertebrado, etc.), y están en correspondencia con imágenes almacenadas que fueron captadas

sensorialmente (aquellas imágenes que nos permitieron construir inductivamente la idea de gato).

De esta forma, un sistema experto en color de gatos, podría fácilmente contestar preguntas como las siguientes:

¿Hay gatos rosas? Tomo la bolsa gato, lo reconozco en la bolsa de mamíferos, que a su vez está en la bolsa de animales, extraigo la bolsa que contiene la relación gatos-color producto de la experiencia (en un sistema experto la experiencia es equivalente a la información que se le introduzca), por ejemplo, hay gatos blancos, negros, cafés, amarillos y pintos producto de las combinaciones de dos y hasta tres colores de los mencionados.

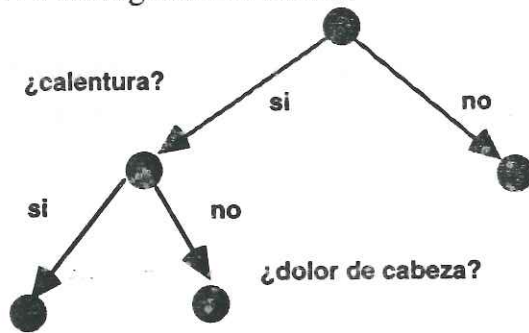
El sistema experto sólo tiene entonces que consultar la relación gatos-colores conocidos; como rosa no está en la relación, el sistema contesta: no hay gatos rosas, es fantasía.

Esta sería la forma de producir en el salón de clase un arreglo de bolsas con papelitos. Una vez elaborado, se procederá a hacer preguntas y contestarlas por medio de la consulta al arreglo de bolsas. Es importante que los participantes den cuenta que saber buscar es condición suficiente para responder preguntas que no se saben, que el experto contiene.

Por último, para generalizar el concepto de sistema experto, plantearemos como ejemplo un sistema experto médico. Este tipo de sistemas expertos, tienen una función muy clara. Dada una serie de síntomas en un paciente, llegar a un diagnóstico. Las enfermedades pueden clasificarse según los síntomas, por ejemplo, hay enfermedades que no producen aumento de la temperatura, hay otras que sólo aumentan un poco, y hay otras que pueden provocar temperaturas altísimas.

Hay enfermedades que producen dolor de estómago, dolor de cabeza, en los pulmones. Otras producen asco, mareos, sueño. Así, el sistema sólo tiene que ir eliminando aquellas enfermedades que no corresponden a los síntomas. Cuando tiene dudas, es decir, cuando los síntomas comunicados pueden pertenecer a dos o más enfermedades, el sistema pregunta eligiendo un síntoma con el que pueda eliminar la duda, es decir, un síntoma que aparece en una enfermedad, pero no en la otra. Así, se llega a un diagnóstico, el cual no pretende sustituir al médico, sino ayudarlo a hacer el diagnóstico.

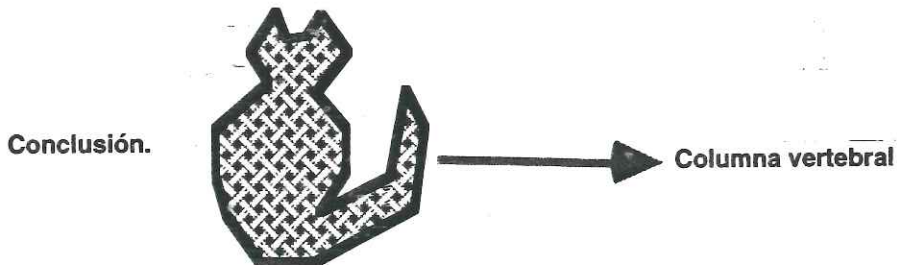
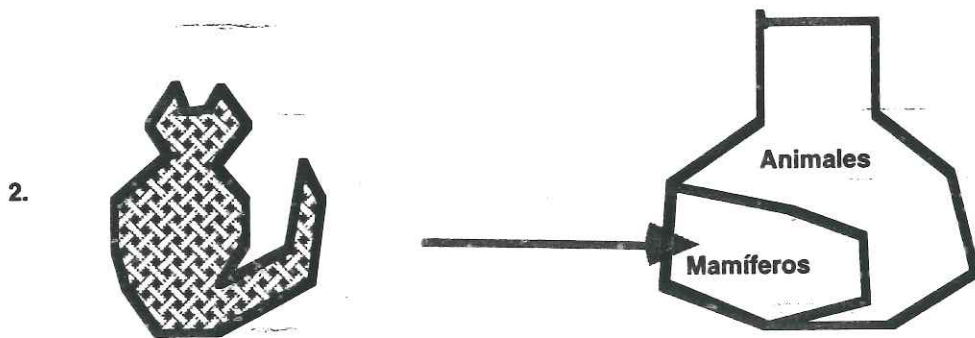
Por supuesto, la inteligencia de un sistema experto médico no está sino en la calidad de la información sobre síntomas y enfermedades, es decir, en su información. El experto programado en la computadora es, aunque técnicamente complejo, un accesorio de consulta rápida y ordenada de datos clasificados por síntomas, esto es, una bolsa que contiene bolsas, que contienen bolsas, etcétera. Esto es inteligencia artificial.



La forma de trabajar la secuencia es por medio de la introducción de juegos combinatorios en estructuras de bolsas.

Otro grado de complejización de sistemas expertos se logra cuando se inicia en la deducción de propiedades a partir de derivaciones lógicas. Por ejemplo consultar el diagrama siguiente:

1. Mamíferos → Columna vertebral



Este tipo de sistemas expertos lógicos son más complejos y se requiere de un dominio de la lógica. Sobre como implantar una secuencia de este tipo no es objetivo de este trabajo.

En este momento doy por finalizadas las actividades de El Torneo de Coltham. Por supuesto existen otras técnicas de la Inteligencia Artificial que pueden ser visitadas. Incluso existen muchas ramas de la secuencia que pueden llevarnos a otros cursos, como en algún momento El Tablero de Merlín sirvió para un curso de Robótica, ya que su diseño requiere de un conocimiento de fuentes alternas y transmisores digitales.

CAPITULO QUINTO

CONCLUSIONES

La presente investigación marca un rumbo distinto en la historia de la capacitación para el trabajo al contemplar la necesidad de una interacción que exige la funcionalidad de muchos conceptos. El camino implica más desarrollo, pero sobre todo urge experimentar el módulo en su conjunto. La situación es triste pues se requiere de un laboratorio de robótica pedagógica. Muchas de las situaciones pueden llevarse a cabo con ayuda de material didáctico, sin interacción con tecnología, aunque no se logran los mismos objetivos.

La secuencia presentada, El Torneo de Coltham, es solamente una parte de las secuencias didácticas desarrolladas. Queda por ahí mucho material que le podría interesar a alguien. Creo que se podría pensar en libros ilustrados para los maestros, donde se les presentaran secuencias didácticas enmarcadas en macromundos de frontera, aquí se daría un uso importante a la lengua escrita.

Quisiera hacer más investigación con mis situaciones didácticas, ya que hasta ahora todo va muy bien. La luz se oscurece cuando pensamos en la formación magisterial. En efecto, la propuesta presente implica la formación de un nuevo maestro, un mago en la implementación de secuencias didácticas, un experto en la conducción de los procesos de construcción, un ser comprometido que se permita redefinir su posición de maestro y permitirse actuar de acuerdo al personaje que le sea asignado. De donde saldrán maestros así, no lo sé, tal vez de experiencias como la que éste trabajo presenta.

Aún en los sueños, en la utopía, se puede pensar que poco a poco las futuras generaciones pasarán por una escuela tipo laboratorio, el camino de investigación y la meta son sin duda muy agradables para todos los participantes: diseñadores e investigadores, observadores, maestros formadores, maestros y alumnos.

Algunos conceptos comprendidos en este trabajo muestran un esfuerzo por transmitir elementos que he acuñado a través de la experiencia: el concepto de oráculo, el de macromundo de frontera y el de tronco constructivista básico.

La propuesta metodológica para extraer los saberes funcionales del mundo tecnológico a través de observaciones y otras técnicas, la forma de integrar estos conocimientos según una lógica definida por la naturaleza de la interacción y el reconocimiento del orden de aparición de estas categorías al sumergirnos en cualquier mundo pueden recuperarse para futuras investigaciones.

Esto llevaría al diseño de módulos básicos que logran introducirnos a otros mundos, llegando en algún momento a cubrir el bosque básico necesario para cubrir el universo de conocimiento. Esto implica la formación constructivista básica para poder entender, bajo simples deducciones y analogías, el universo cultural. Algunas cosas tengo al respecto de los mundos del teatro y de la danza. Esa es una de las razones de haberme sentado a elaborar este trabajo, me gustaría continuar mis investigaciones educativas en Didáctica del Arte.

El esfuerzo por concentrar los beneficios del constructivismo, la robótica pedagógica, la multirepresentación y los lenguajes estructurantes en una propuesta, marca un rumbo nuevo en el diseño del currículum y resume mi postura ante el uso de tecnología para la enseñanza. Se usará cuando los beneficios que aporte sean mayores que cualquier otro método.

Seguir cualquiera de las posibilidades que apenas se apuntan en este trabajo puede ser una agradable experiencia de investigación pues los resultados experimentales, aunque parciales, son exitosos. En particular me gustaría continuar en el diseño de situaciones didácticas constructivistas enmarcadas en macromundos de frontera para conceptos complejos que se deseen enseñar, con o sin tecnología.

BIBLIOGRAFIA

- Aho, A., J. Hopcroft y J. Ullman (1983). *Data Structures and Algorithms*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley
- Balcázar, M., J. Díaz y J. Gabarró (1988). *Structural Complexity*, vols. 1 y 2. Berlín: Springer-Verlag.
- Barr, A. y E. Fergenbaum (1981). *The Handbook of Artificial Intelligence* (Vols. 1, 2 y 3). London: William Kaufman.
- Block, D. y A. Papacostas (1986). "Didáctica Constructivista y Matemáticas: una introducción". *Cero en Conducta* 1(4), 13-23.
- Blumer, H. (1969). *Symbolic Interactionism, Perspective and Method*. New Jersey: Prentice Hall.
- Bondy, J. y U. Murty (1976). *Graph Theory with aplicaciones*. North-Holland: New York-Oxford.
- Brousseau, G. (1970). *Mathématique pour l'enseignement elementaire*. Bordeaux: IREM
- Brousseau, G. (1972). *Processus de mathématisation* (Cahier del'IREM de Bordeaux 13). Bordeaux: IREM.
- Brousseau, G. (1978). *L'etude des processus d'apprentissage en situations scolaires*. (Cahier del'IREM de Bordeaux 18). Bordeaux: IREM.
- Brousseau, G. (1983). *Les obstacles epistémologiques et les problèmes d'enseignement*. En *Recherches en didactique des mathématiques*. París: Le Seuil
- Brousseau, G. (1994). *Los diferentes roles del maestro*. En *Didáctica de las Matemáticas. Apuntes y reflexiones*. Parra, C. y I. Saiz (comps.). Buenos Aires: Editorial Paidós Educador.

Burns, W. y J. Evans (1986). *Practical Robotics*. London: Prentice Hall.

Charnay, R. (1994). *Aprender (por medio de) la resolución de problemas*. En *Didáctica de las Matemáticas. Apuntes y reflexiones*. Parra, C. y I. Saiz (comps.). Buenos Aires: Editorial Paidós Educador.

Garey, M. y D. Johnson (1979). *Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness*. San Francisco: W.H. Freeman and Company.

Geertz, C. (1973). *The Interpretation of Cultures*. New York: Basic Books.

Graves, R. (1987). *Los Mitos Griegos*, vols. 1 y 2. México: Alianza Editorial.

Diénès, Z. (1967). *Pensée et structure*. París: OCDL

Diénès, Z. (1971). *An example of the passage from the concrete to the manipulation of formal systems* (Educational Studies in Mathematics 3). Dordrecht-Holland: D. Reidel Publishing Company.

Douady, R. (1984). *Jeux de cadres et dialectique outi-objet dans l'enseignement des mathématiques*, Tesis de graduación, Universidad de París III.

Hofstadter, D. (1979). *Gödel, Escher, Bach: An eternal golden Braid*. Great Britain: Penguin Books

Klossowski, S. (1993). *Alquimia*. Madrid: Editorial Debate, S. A.

La Palme, J. (1990). *Un théâtre robotisé de marionnettes, construit et programmé par les élèves à l'aide de 2ue Pédagogique. Les Actes du IIe Congrès International*. P. Nonnon y M. Vivet (eds.). Canadá: Université de Montréal.

La Palme, J. (1992). *Robótica pedagógica y sociedad*. En *Robótica Pedagógica*, E. Ruiz-Velasco (comp.). México: Centro de Investigación y Servicios Educativos, Universidad Nacional Autónoma de México.

Llywelyn, M. (1992). *El Druída*. México: Editorial Roca, S.A.

McComb, W. y J. Evans (1986). *The Robot Builder's Bonanza*. TAB Books Inc.

Marchand, D. (1992). *Laboratorio-salón de clases: balance de un año de utilización de un salón de clases informatizado de trabajos prácticos de ciencias físicas*. En *Robótica Pedagógica*, E. Ruiz-Velasco (comp.). México: Centro de Investigación y Servicios Educativos, Universidad Nacional Autónoma de México.

Mitago, S. (1230). *El torneo de Coltham*. Oxford: Coltham Press

Nonnon, P. (1986). *Laboratoire d'initiation aux sciences assisté par ordinateur*. Montréal: Université de Montréal.

Nonnon, P. (1987). *Acquisition d'un langage graphique de codage par la modélisation en temps réel des données d'expériences*. En *Psychology of mathematics education. Proceedings of the eleventh international conference*. Montréal: Université de Montréal

Nonnon, P. y J. Theil (1992). *Formación de base de empleados con bajo nivel de cualificación*. En *Robótica Pedagógica*, E. Ruiz-Velasco (comp.). México: Centro de Investigación y Servicios Educativos, Universidad Nacional Autónoma de México.

Papacostas, A. (1986). "Microcomputadoras en la escuela primaria". *Cero en Conducta* 1(3), 43-49.

Papacostas, A. (1992a). *Pinta al Pato*. Cartel Educativo. México: Secretaría de Educación Pública.

Papacostas, A. (1992b). *Las enseñanzas de Merlín I: ¿Cómo piensan las máquinas?*. En *Robótica Pedagógica*, E. Ruiz-Velasco (comp.). México: Centro de Investigación y Servicios Educativos, Universidad Nacional Autónoma de México.

Papadimitriou, C. y K. Steiglitz (1982). *Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity*. New Jersey: Prentice Hall.

Papert, S. (1980). *Mindstorms, Children, Computers and Powerful Ideas*, Brighton: Harvester Press.

Pawson, R. (1987). *El libro del robot*. Barcelona: Gustavo Gili.

Rich, E. (1983). *Artificial Intelligence*. New York: McGraw-Hill

Ruiz-Velasco, E. (1990). *Un robot pédagogique pour l'apprentissage de concepts informatiques*. En *Actes du Premier Congrès Francophone de Robotique Pédagogique*. M. Vivet (comp.). France: Université du Maine

Ruiz-Velasco, E. (1992). *La robótica pedagógica vs. la pedagogía de la robótica industrial*. En *Robótica Pedagógica*, E. Ruiz-Velasco (comp.). México: Centro de Investigación y Servicios Educativos, Universidad Nacional Autónoma de México.

Sandoval, J. (1992). *Estrategias de construcción de la cualificación del trabajo: Hacia una apropiación laboral de la didáctica*. En *Robótica Pedagógica*, E. Ruiz-Velasco (comp.). México: Centro de Investigación y Servicios Educativos, Universidad Nacional Autónoma de México.

Steinbeck, J. (1977). *Los hechos del Rey Arturo y sus nobles caballeros*, Buenos Aires: Editorial Sudamericana, S. A.

Stroud, B. (1986). *Hume*. México: Universidad Nacional Autónoma de México

Tetenbaum, T. y T. Mulkeen (1984). *LOGO and the Teaching of Problem Solving: A Call for a Moratorium*. En *Educational Technology*.

Urmston, S. (1982). *The Language Socialization of Lawyers: Acquiring the "Cant"*. En *Doing the Ethnography of Schooling*. G. Spidler (ed.). New York: Holt, Rinehart and Winston.

Vygotsky, E. (1934). *Pensée e langage*. París: Messidor

Vivet, M. (1990). *Robotique Pédagogique!, soit, mais pour apprendre quoi?*. En *Actes du Premier Congrès Francophone de Robotique Pédagogique*. M. Vivet (comp.). France: Université du Maine

El jurado designado por el Departamento de Investigaciones Educativas del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, aprobó esta tesis el día 4 de julio de 1996.



Maestra en Ciencias
Irma Rosa Fuenlabrada Velázquez
Investigador Adjunto y
Jefe del Departamento de
Investigaciones Educativas



Maestro en Ciencias
David Francisco Block Sevilla
Investigador Adjunto del
Departamento de Investigaciones
Educativas



Doctor
Enrique Ruiz-Velazco Sánchez
Investigador Titular del
Centro de Investigaciones
y Servicios Educativos-UNAM