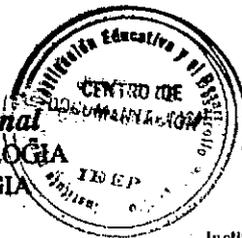


371.334  
M15a  
Ej. 1

32<sup>6</sup>

**Universidad Pedagógica Nacional**  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA



Instituto para la Investigación Educativa  
y el Desarrollo Pedagógico - IDEP



**AMBIENTE COMPUTARIZADO PARA EL  
APRENDIZAJE AUTODIRIGIDO DEL DISEÑO  
(ACA2)**

- Informe Final -

- Investigadores:

Luis Facundo Maldonado Granados, Director  
Edgar Augusto Andrade Londoño, Codirector  
Alvaro Acero Roza

- Asesor en Diseño: Rómulo Polo Flórez

- Programador:

Jaime Rodolfo Ramírez

**PROYECTO COFINANCIADO POR LA UNIVERSIDAD PEDAGOGICA  
NACIONAL Y COLCIENCIAS (Convenio Colciencias-UPN No1108-10-004-90)**

INSTITUTO PARA LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA Y EL  
DESARROLLO PEDAGÓGICO

Impreso a: \_\_\_\_\_

Clase: \_\_\_\_\_

Canje \_\_\_\_\_ Donación \_\_\_\_\_

No. Registro \_\_\_\_\_

BOGOTÁ, JULIO DE 1995

Inventario IDEP  
230

8002-10-82

912000

# TABLA DE CONTENIDO

**PRESENTACION** 6

---

**CAPITULO 1** 8

---

**CONCEPCION PEDAGOGICA DE ACA2** 8

---

- 1.1.- DEFINICIONES Y ANTECEDENTES** 8
- 1.1.1.- EL ESTUDIO AUTODIRIGIDO 8
- 1.1.2.- METACOGNICIÓN 10
- 1.1.3.- EL DISEÑO EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL EN TECNOLOGÍA 13
- 1.2- APROXIMACIONES A UNA PEDAGOGIA DEL DISEÑO** 13
- 1.2.1- LA NATURALEZA DEL DISEÑO 13
- 1.2.2.- EL "ESPACIO DE PROBLEMA" DEL DISEÑO 14
- 1.2.3.- DISEÑO Y TECNOLOGÍA 16
- 1.2.4.- CREATIVIDAD Y APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO 17
- 1.2.5.- LAS CONDICIONES PARA UNA PEDAGOGÍA DEL DISEÑO 19
- 1.2.6.- LOS ELEMENTOS DE UN AMBIENTE DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO PARA EL DESARROLLO DE LA CAPACIDAD DE DISEÑO. 21
- 1.3.- ESTRUCTURA DE UN AMBIENTE COMPUTARIZADO PARA EL APRENDIZAJE AUTODIRIGIDO DEL DISEÑO** 22
- 1.3.1.- LAS POSIBILIDADES DEL COMPUTADOR COMO MEDIO PARA EL AMBIENTE 22
- 1.3. 2.- DISEÑO GENERAL DEL AMBIENTE COMPUTARIZADO 22
- 1.4.- CONSIDERACIONES DE DISEÑO DEL SOFTWARE** 23

**CAPITULO 2** 26

---

**ESTRUCTURA DEL SISTEMA** 26

---

- 1. SESION: \* EXPERIENCIA PERCEPTIVA. (I PARTE)** 27
- 2. SESION: \* CONCEPTUALIZACIÓN ( I I I PARTE).** 28
- MODULO: EQUILIBRIO Y SIGNIFICADO.** 29
- MODULO: MENSAJE VISUAL.** 30
- MODULO: DIRECCION.** 31
- 3. SESION: \* EVALUACIÓN.** 32
- 2.1.- PRIMER NIVEL O DE EXPERIENCIA PERCEPTIVA** 33
- 2.2.- SEGUNDO NIVEL O DE VERBALIZACION DE LA EXPERIENCIA** 44
- 2.3.- TERCER NIVEL O DE INFERENCIA LOGICA** 44
- 2.4.- MODOS DE TRATAMIENTO DE TEXTOS** 44

2.5.- NIVEL METACOGNITIVO	61
2.6.- LA RETROINFORMACION SOBRE LA AUTOEVALUACION.	61
<b>CAPITULO 3.-</b>	<b>62</b>
<b>ORGANIZACION DE LAS</b>	<b>62</b>
<b>CONDICIONES EXPERIMENTALES</b>	<b>62</b>
3.1.- CONDICIONES CON RESPECTO A LA RETROINFORMACION	62
3.1.1.- CONDICIÓN 1: SE LE EXIGE AUTOEVALUACIÓN Y RECIBE RETROINFORMACIÓN SOBRE AUTOEVALUACIÓN. [CORRESPONDE A LA VERSIÓN 1]	62
3.1.2.- CONDICIÓN 2: SE LE EXIGE AUTOEVALUACIÓN Y NO RECIBE RETROINFORMACIÓN SOBRE LA AUTOEVALUACIÓN. [CORRESPONDE A LA VERSIÓN 2]	62
3.1.3.- CONDICIÓN 3: NO SE EXIGE AUTOEVALUACIÓN Y POR TANTO TAMPOCO HAY RETROINFORMACIÓN SOBRE SU AUTOEVALUACIÓN. SÍ HAY INFORMACIÓN SOBRE EL PUNTAJE OBTENIDO EN CADA PASO. [CORRESPONDE A LA VERSIÓN 3]	63
3.2.- MODULO DE EVALUACION	63
3.3.- RECOLECCION DE DATOS	68
3.3.1.- RECOLECCIÓN DE DATOS POR EL COMPUTADOR	68
3.3.2.- EXPERIMENTACIÓN	68
<b>CAPITULO 4.-</b>	<b>69</b>
<b>ANALISIS E INTERPRETACION DE DATOS</b>	<b>69</b>
4.1.- RETROINFORMACION Y APRENDIZAJE	70
4.2.- PRECISION DE LA AUTOEVALUACION Y APRENDIZAJE	72
4.3.- ESTRATEGIAS DE BUSQUEDA DE SOLUCIONES	73
4.3.1.- RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO	73
4.3.2.- RESULTADOS DE LA RECONSTRUCCIÓN DE "RUTAS DE NAVEGACIÓN"	92
4.3.3.- COMENTARIOS GENERALES SOBRE "RUTAS DE NAVEGACIÓN" Y ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE	96
4.4.- TIEMPO DE NAVEGACION	97
4.5.- ANALISIS DE PROTOCOLOS	98
4.5.1.-PROCEDIMIENTOS	98
4.5.2.- COMPARACIÓN DE INDIVIDUOS Y DE DIFERENCIAS.	101
EL AMBIENTE DE LA TAREA.	101
ANALISIS POR EPISODIOS.	104
1. PRIMER PROBLEMA: HALLAR UN AGUJERO NEGRO.	104
EL ESPACIO DEL PROBLEMA.	105
VISIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE METACONOCIMIENTO EN ESTA ETAPA	107

2. SEGUNDO PROBLEMA: HALLAR DOS AGUJEROS NEGROS. 107  
3. PROBLEMAS 3 AL 9: AUMENTA EL NÚMERO DE AGUJEROS Y SE INTRODUCEN LOS VECTORES. 116

**CAPITULO 5.-** 126

---

**RESUMEN DE CONCLUSIONES Y EVALUACION DE PROYECCIONES** 126

---

**DEL TRABAJO** 126

---

5.1.- SUMARIO DE CONCLUSIONES Y LINEAS DE DESARROLLO POSTERIOR 126

5.2.- PROYECCIONES Y ACTIVIDADES ASOCIADAS 129

5.2.1.- TRABAJOS DE TESIS DERIVADOS DE ESTE TRABAJO. 129

5.2.2.- OTRAS ACTIVIDADES ASOCIADAS. 130

**REFERENCIAS** 131

---

**ANEXOS** 138

---

FOTOCOPIA DE ACEPTACION A CONFERENCIA INTERNACIONAL DE EDUCACION EN CIENCIA Y  
TECNOLOGÍA - JISTIC'96 (JERUSALEM, ISRAEL, 8-11 ENERO DE 1996). 139

ANEXOS DE ANÁLISIS DE PROTOCOLOS: 1A, 1B, 2A, 2B. 140

## PRESENTACION

Las páginas siguientes contienen el Informe Final del proyecto de investigación orientado a diseñar y probar un AMBIENTE COMPUTARIZADO PARA EL APRENDIZAJE AUTODIRIGIDO DEL DISEÑO, sobre el cual es necesario hacer los siguientes comentarios introductorios a manera de presentación.

En primer lugar, a partir de unas hipótesis iniciales basadas en la revisión de la literatura y la propia práctica docente del equipo en el Departamento de Tecnología de la UPN, así como de la práctica profesional del asesor, se ha venido consolidando una teoría sobre la Pedagogía del Diseño. Esta teoría incluye: una aproximación a la comprensión del Diseño como una actividad de solución de problemas de carácter concreto, cuyo estado inicial es débilmente estructurado; un entendimiento de la conducta creativa, en términos de la teoría del aprendizaje significativo, como un "conocimiento supraordenado" que permite el establecimiento de relaciones nuevas entre conceptos de alto nivel aparentemente desligados entre sí; y, la importancia de los procesos metacognitivos y del estudio autodirigido en la construcción de estrategias de solución de problemas por parte de los aprendices de diseño.

La consolidación de esta teoría, que se presenta en el capítulo 1, sirvió de base para el diseño de la estructura del ambiente computarizado, de la cual se desarrolló la primera unidad temática relacionada con la expresión gráfica. Aquí, las conceptualizaciones de Rudolph Arnheim (uno de los iniciadores del enfoque de la *gestalt* y de la afamada escuela *Bauhaus* de diseño) sobre el significado del mensaje visual conforman el eje teórico del contenido del software, según se explica en el capítulo 2.

Las condiciones experimentales, centradas en determinar el papel de la retroinformación en los procesos de solución de problemas por parte de los usuarios del software, se explican en el capítulo 3. El capítulo 4 contiene una discusión de los datos obtenidos durante la experimentación, en un análisis efectuado en tres modos distintos. El primero de ellos, la

prueba de hipótesis, se realizó mediante las herramientas estadísticas de análisis de varianza y pruebas de correlación; el segundo modo se refiere a la reconstrucción de las "rutas de navegación" de los sujetos experimentales, en una mirada que podríamos denominar "gruesa" de la construcción de estrategias de solución por los usuarios, la cual se complementa con una mirada más "fina" efectuada por medio del análisis de protocolos de algunos de los sujetos experimentales.

El capítulo 5 contiene un resumen de las conclusiones extraídas del análisis anterior y expone algunas de las proyecciones que ha tenido ya el proyecto en su desarrollo, así como unas sugerencias de las principales líneas de continuación de la investigación.

Finalmente, nos parece indispensable enfatizar en la doble importancia que tiene este campo de trabajo. Por una parte, en sus implicaciones educativas, tiende a mejorar nuestra comprensión acerca de las condiciones y las metodologías necesarias para la formación de innovadores de la tecnología en nuestro país. Por otra parte, y derivada de la anterior, podremos de esta manera contribuir a que el sistema educativo en su conjunto pueda desempeñar una labor social indispensable en las actuales coyunturas, cual es la de fortalecer la capacidad nacional de generación de ciencia y tecnología.

## **CAPITULO 1**

### **CONCEPCION PEDAGOGICA DE ACA2**

**(Ambiente Computarizado para el Aprendizaje  
Autodirigido del Diseño)**

#### **1.1.- DEFINICIONES Y ANTECEDENTES**

##### **1.1.1.- El Estudio Autodirigido**

La instrucción puede entenderse como la disposición de una serie de eventos a través de los cuales el aprendiz logra comunicación con una fuente de información y obtiene como resultado cambios a nivel de sus estructuras conceptuales, valorativas o psicomotrices. El control de esa serie de eventos puede estar en manos de un agente externo al estudiante (por ejemplo, un instructor o un programa de computador), en manos del mismo estudiante (caso en el cual hablamos de aprendizaje autodirigido), o distribuido entre el estudiante y el agente externo (Gagné, 1984; Briggs, 1968).

El control sobre los eventos de instrucción se desarrolla mediante un proceso de decisiones en una sucesión temporal, lo cual da pie para definir el aprendizaje autodirigido en términos del conjunto de decisiones que el estudiante toma en un proceso específico de autoinstrucción (Wydra, 1980; Azbell, 1988). Este contexto permite orientar el proceso de investigación sobre estudio autodirigido como la relación entre opciones y decisiones en procesos instruccionales específicos. El desarrollo de patrones de decisión se ha venido conceptualizando como estrategias de aprendizaje (Gagné, 1985; Derry & Murphy, 1986).

El "Método de Taller" como fundamento del aprendizaje y desarrollo de habilidades conceptuales y creativas, utilizado característicamente en la formación de diseñadores, ofrece una estructura de "problemáticas" con base en casos individuales que facilita y requiere de recursos, métodos y enfoques que aseguren la calidad del proceso de autoformación.

El estado del arte de la investigación en relación con el aprendizaje autodirigido muestra resultados controvertidos. A continuación se da un resumen muy somero de resultados obtenidos.

a. El control del estudiante sobre variables como secuencia de instrucción, tiempo de práctica, nivel de dificultad, estrategias de aprendizaje y tiempo usado para completar objetivos es un tipo de habilidad que se puede perfeccionar mediante practica e instrucción (Steinberg, 1977; Campbell, Rivens & Terry; Berliner, Bivens & Campbell, 1963; Campbell & Bivens, 1963; Campbell, 1964; Jonassen & Tennyson, 1983).

b. Algunas características de los estudiantes están positivamente correlacionadas con su capacidad de dirigir su propio aprendizaje. El nivel de habilidad, el conocimiento previo en relación con la materia de estudio, y el nivel de madurez están relacionadas directamente con el éxito del aprendiz en condiciones de estudio autodirigido (Mager & Clark, 1963a; Mager & Clark, 1963b; Wijnen & Snow, 1975; Snow, 1977; Santagrossi, 1978; Greene, 1976; Fry, 1972; Carrier, Davidson & Williams, 1985; Gay, 1986; Goetzfired & Hannafin, 1985).

c. Las hipótesis que pretendieron explicar el éxito del aprendizaje autodirigido en términos de la dependencia-independencia de campo o la orientación hacia la fuente de control no han encontrado apoyo empírico (Santagrossi, 1978; Hollaway, 1978; Owie, 1983; Carrier, et al., 1984; Carrier, Davidson & Williams, 1985).

d. El aprendizaje autodirigido muestra efectos positivos sobre la reducción del nivel de ansiedad, actitudes favorables hacia la materia de estudio, dedicación al estudio y motivación (Mager & McCann, 1961; Mager & Clark, 1963a; Campbell, 1964; Fisher et al., 1975; Montanelli & Steinberg, 1976; Hansen, 1974).

e. Los estudiantes en condiciones de estudio autodirigido obtienen mejores resultados que estudiantes controlados externamente en transferencia de aprendizaje y desarrollo de operaciones intelectuales de alto nivel, pero, obtienen resultados más bajos en retención de habilidades de bajo nivel (Mayer, 1976; Atkinson, 1972a; Atkinson, 1972b; Nerwik, 1973; Mandinach, 1984).

f. Los estudiantes con deficiencias en habilidades de estudio autodirigido abandonan la tarea de aprendizaje antes de lograr un dominio de los objetivos de aprendizaje y muestran deficiencias en el uso de estrategias de aprendizaje (Reisser & Sullivan, 1977; Faust, 1974; Bundrson, 1976).

g. Los estudiantes más jóvenes tienen dificultades para valorar la calidad de su aprendizaje o en nivel de comprensión que van adquiriendo a medida que estudian (Judd, Bunderson & Bensen, 1970). Sin embargo, ellos puede hacer juicios apropiados sobre la cantidad de práctica que ellos requieren para completar el aprendizaje que se proponen. La autovaloración del nivel de comprensión del tema de estudio a lo largo del proceso de aprendizaje aparece como un factor crítico para aumentar la eficiencia del estudio autodirigido (Garhart & Hannafin, 1986; Maldonado, 1989).

h. La eficiencia de la auto instrucción y el tiempo de dedicación aumentan cuando el sistema provee expresiones de estímulo, orientaciones, o monitorea las estrategias de estudio seguidas (Carrier et al., 1986; Tennyson & Buttrey, 1980; Tennyson, 1980; Tennyson, 1981). Este nivel de eficiencia puede también incrementarse mediante el uso de retroinformación sobre el rendimiento acumulado en cada sesión de estudio (Tennyson, Welsh, Christensen, & Hajovy, 1985; Schloss, Wisniewski, & Carwright, 1988). El uso de organizadores anticipados es otro factor positivamente relacionado con la eficiencia del aprendizaje autodirigido (Mayer, 1976; Steinberg, Baskin, & Matthews, 1985). Finalmente niveles moderados de control sobre el tiempo de estudio han mostrado notorios efectos positivos en los procesos de autoinstrucción (Tennyson, Park, & Christensen, 1985; Belland, et al., 1985).

i. Al hacer uso de las opciones provistas por el sistema, los estudiantes tienden a desarrollar patrones de elección consistentes; sin embargo éstos varían de estudiante a estudiante (Siedel, 1975; Siedel et al., 1978) y como función del área de estudio (Sasser & Moore, 1984; Sasse, 1982).

j. En cuanto a la secuenciación de los eventos de instrucción se ha encontrado que existen diferencias entre las secuencias que son significativas para los instructores y las que lo son para los estudiantes (Mager, 1961; Mager & Clark, 1963a). La relación entre secuenciación de la instrucción y efectividad del aprendizaje parece discutible; en efecto, Gagné & White (1978) presentan evidencia para afirmar las denominadas relaciones de precurrencia entre los aprendizajes de habilidades intelectuales; en estudios sobre aprendizaje autodirigido, Oliver (1971) encuentra que estudiantes que siguen una secuencia predefinida en el programa obtienen mejores resultados que los estudiantes que tienen opción de seleccionar su propia secuencia, pero, otros estudios (Lahey & Coady, 1978; Lahey, 1981; Lahey, Crawford & Hurlock, 1975) no encuentran diferencias en el aprendizaje entre estudiantes adultos que siguen secuencias predefinidas y aquellos que seleccionan su propia secuencia. Maldonado (1989) concluye que en ambientes de aprendizaje donde los estudiantes pueden acceder la misma información desde diferentes lugares, como es el caso de los ambientes supertexto, la secuencia de la instrucción no es un factor crítico.

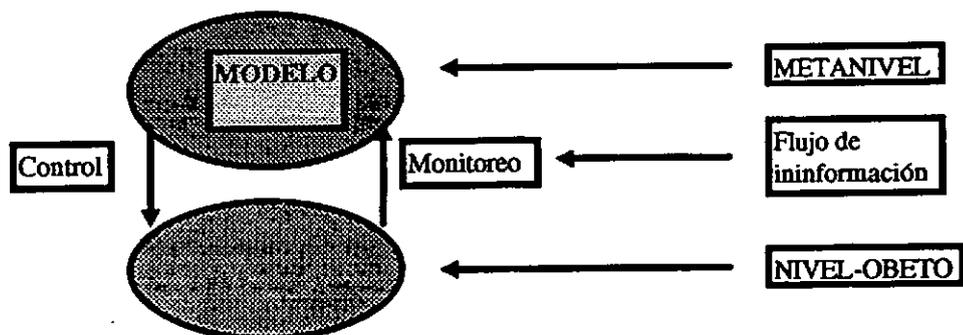
### **1.1.2.- Metacognición**

El poder de regular el propio aprendizaje es objeto de estudio actual del área de la ciencia cognitiva denominada metacognición. Entre las propiedades diferenciadoras del ser humano se puede señalar su capacidad de reflexionar sobre su propio conocimiento. Esto le permite proponerse como objetivo incidir sobre la dirección de sus propios procesos cognitivos. La metacognición es un área de investigación en ciencia cognitiva que puede describirse como aquella que toma como objeto de estudio el conocimiento que el ser humano desarrolla sobre la manera como aprende, percibe, recuerda, piensa o actúa (Metcalf & Shimamura, 1994). En otros términos, la metacognición desarrolla conocimiento sobre el proceso de conocimiento.

Inicialmente la metacognición se preocupó por la evolución en la reflexión sobre el proceso de conocimiento (Flavell & Wellman, 1977; Brown, 1978). Recientemente se enfoca al estudio de las relaciones de la metacognición con los procesos de aprendizaje, memoria y solución de problemas.

El estudio de los procesos metacognitivos se vio obstaculizado por la discusión metodológica sobre la introspección. Sin embargo, con los avances en la ciencia cognitiva, se desarrollaron acercamientos metodológicos orientados a identificar los procesos reflexivos de las personas en su actividad cognitiva y asegurar validez científica en sus aseveraciones. El análisis de protocolos de reportes verbales (Ericson, Simon, 1993), que se viene aplicando al estudio de los procesos cognitivos relacionados con la inteligencia artificial, puede considerarse como una de estas aproximaciones.

Nelson & Narens (1994) presentan un modelo de los procesos metacognitivos compuesto de dos niveles: el nivel meta y el nivel objeto, que interactúan mediante flujos de información de dos clases: control y monitoreo.



Nelson & Narens (1990). Modelo metacognitivo compuesto de dos estructuras: El metanivel contiene un modelo del Nivel-Objeto y dos relaciones de flujo de información.

El nivel objeto está constituido por el conocimiento acerca de los objetos y que se manifiesta como representaciones o modelos de esos objetos y sus interrelaciones. El meta-nivel es una representación o modelo del conocimiento que se tiene a nivel objeto.

El flujo de información en términos de control se ejerce del nivel meta al nivel objeto. Esto quiere decir que el primero puede modificar al segundo en tanto que el segundo sólo envía información sobre sus estados al primero.

Las operaciones de control están constituidas por: iniciación de acciones; continuar o terminar acciones.

El monitoreo desarrolla la representación sobre el nivel de conocimiento a nivel objeto. Nelson & Narens (1990) distinguen el monitoreo retrospectivo (el juicio sobre una

respuesta previa) y el monitoreo prospectivo (juicio a cerca de futuras respuestas). El monitoreo prospectivo lo dividen en juicios a cerca de la facilidad de aprendizaje, emitidos previamente a la adquisición de un aprendizaje (EOL=easy of learning); juicios acerca del aprendizaje y que se emiten durante o después de un aprendizaje acerca de la ejecución futura de ese aprendizaje (JOL = judgments of learning); juicios acerca de ítems que no se recuerdan en el momento y que valoran si se tienen o no aprendizajes que ya se aprendieron o se están aprendiendo (FOK = feeling-of-knowledge).

En la de solución de problemas, Davison, Deuser & Sternberg (1994) señalan como procesos metacognitivos la identificación y definición del problema; la representación mental del problema; la planeación de procedimientos a seguir y la evaluación del conocimiento a cerca del desempeño. Tanto las características del sujeto como las características del problema y del entorno influyen en el éxito en la aplicación de estos procesos metacognitivos.

Identificación del problema. El primer paso en la solución de un problema consiste en codificar los elementos críticos del problema, llevarlo a memoria de trabajo y extraer de la memoria de largo plazo la información que es relevante a estos rasgos (Newell & Simon, 1972). La representación es más fácil en el caso de problemas bien estructurados que en el caso de problemas débilmente estructurados.

La representación mental del problema ayuda a reducir las exigencias de memoria; ayuda a organizar las condiciones y reglas del problema y ayuda a determinar si ciertos pasos están permitidos y si son productivos (Kotosky, Hayes & Simon, 1985). La representación del problema es una estructura cambiante a través de la solución del problema. Los cambios de representación se llevan a cabo según tres procesos mentales: codificación selectiva, combinación selectiva y comparación selectiva (Davidson & Stenberg, 1986). Por el primero se identifican rasgos que no se habían visto como relevantes en pasos anteriores; por el segundo, se reúnen elementos de la situación problema de una manera que no había sido evidente en pasos anteriores; por el tercero, se identifican nuevas analogías, metáforas o modelos que se usan para resolver el problema.

La planeación de procedimientos. Una vez que se tiene una representación mental del problema, se requiere que el sujeto identifique los pasos a seguir y los recursos a utilizar. Generalmente se hace dividiendo el problema en subproblemas e identificando recursos (Greeno, 1980; Hayes, 1981). Las personas tienden a planear en relación inversa con la familiaridad con el problema (Pea & Hawkins, 1987). Debido a que planear requiere tiempo, los sujetos más jóvenes planean menos detalladamente que los mayores (Stenberg & Nigro, 180). La falta de planeación se asocia con un mayor número de errores (Stenberg, Rifkin, 1979). En el proceso de planeación los sujetos se apoyan muchas veces en heurísticas. Las tres siguientes son las más conocidas: 1. Análisis medio-fin que trata de reducir la distancia entre el estado actual del problema y el estado al cual uno quiere llegar; 2. Trabajo hacia adelante que parte del estado inicial del problema y trata de llegar al estado deseado; 3. Trabajo hacia atrás que parte del estado deseado y trata de regresar hacia atrás hasta hallar el estado inicial.

Evaluación de soluciones. En la medida en que una persona trabaja en la solución de un problema, requiere registrar lo que va haciendo, lo que va logrando, y lo que aún necesita hacer (Flavel, 1981).

### **1.1.3.-. El Diseño en la Formación Profesional en Tecnología**

El diseño, entendido como un proceso, refleja un fenómeno cognoscitivo que se fundamenta en el "hacer" (experiencia, habilidad), pero con un sentido crítico que orienta la capacidad del pensamiento hacia la modificación de una situación inicial (no a su repetición) para introducir ajustes o mejoras en ella.

El Diseño puede aportar un inmenso cambio dentro de los procesos formativos, permitiendo que el eje de formación profesional integral; el "aprender a hacer", se enriquezca con un enfoque complementario, el "aprender a resolver".

El concepto de Diseño cambia las relaciones de enseñanza aprendizaje, en la medida que transforma al educando en gestor de su propio proceso formativo. Así, el trabajo por proyectos permite inducir nuevos conceptos, sobre los procesos de aprendizaje productivo. Sus características, variedad de soluciones, flexibilidad de actividades, duda permanente, originalidad y motivación intrínseca, constituyen el aspecto medular de la metodología de diseño centrada en casos.

En el método de proyectos intervienen cuatro elementos interrelacionados e interdependientes que contribuyen a su ejecución, tales son: El saber, la inspiración, la experiencia y la técnica.

Los pasos básicos en la solución de un problema, utilizando como estrategia metodológica el método de proyectos son: Contexto del proyecto, campo de aplicación, identificación de necesidades, formulación de problemas, recolección de datos, análisis de datos, formulación del proyecto del trabajo, elaboración, confrontación, ajuste y sustentación.

Este método de aprendizaje desarrolla en el estudiante interés por su profesión, concentración de su atención en aspectos esenciales de su especialización y capacidad de participar en un trabajo interdisciplinario para lograr objetivos definidos.

## **1.2- APROXIMACIONES A UNA PEDAGOGIA DEL DISEÑO**

### **1.2.1- La Naturaleza del Diseño**

El Diseño ha sido llamado, con razón, "una actividad quintaesencialmente cognitiva" (Goel & Pirolli, 1992). Está relacionado con las acciones del hombre transformadoras del

ambiente en que vive y es, por tanto, de índole esencialmente práctica. Está también profundamente arraigado en las visiones del mundo que se desprenden de las culturas particulares.

Adicionalmente, el diseño evoca relaciones con creatividad, con el desarrollo de productos y formas nuevas. En suma, el diseño está relacionado tanto con aspectos de orden individual como de carácter colectivo. Los primeros son los referentes a los procesos intelectivos, internos al cerebro, de lectura comprensiva de símbolos y signos, de creación de esos mismos, de creatividad. Los segundos se derivan del hecho de que la lectura comprensiva siempre involucra convenciones culturales; es decir, los signos y símbolos tienen significado sólo dentro de un determinado contexto cultural.

Además de esas complejas relaciones, el diseño se ha asociado con actividades específicas. Se habla de "diseño de modas", "diseño gráfico", "diseño industrial", etc. ¿Hasta qué punto, entonces, es válido hablar de *diseño* como un término genérico? ¿Cuáles son sus componentes y, sobre todo, exactamente a qué nos referimos cuando utilizamos este término genérico? Justamente esta misma pregunta se hicieron Goel y Pirolli como punto de partida de un trabajo de investigación desde la psicología cognitiva, realizado en la Universidad de California- Berkeley. Los resultados más importantes, aunque, como los mismos autores lo reconocen, tentativos, apuntan en la dirección de que efectivamente existe una estructura de un "espacio de problema" definida, que daría sentido a afirmar la existencia de algo denominado genéricamente *diseño*.

### 1.2.2.- El "Espacio de Problema" del Diseño

A partir de establecer que el diseño no es una actividad que debe caracterizarse por una disciplina específica, como tampoco es una actividad *ubicua*, Goel y Pirolli enfatizan en la importancia de diferenciar entre problemas estructurados (o completamente formulados), tales como los problemas matemáticos o los presentados en los libros de texto, y los problemas débilmente estructurados (*ill-structured*) a los que pertenecen los problemas asociados con el diseño.

Esta diferenciación es crucial, desde el punto de vista de la psicología cognitiva, por cuanto los procesos de solución de los problemas de los dos tipos mencionados involucran diferencias cualitativas esenciales. Este aspecto se formula en la **Hipótesis del Espacio de Problema del Diseño**, explicitada por los autores de la siguiente manera:

Los Espacios de Problema exhiben invariantes mayores a través de situaciones de solución de problemas de diseño y variaciones grandes entre situaciones de solución de problemas de diseño y de no-diseño. (p. 399)

Es decir, se espera que las actividades de solución de problemas en las situaciones asociadas con el diseño, no obstante su gran diversidad, mostrarán características comunes importantes por encima del tema o situación particular de que se trate. Además, estas actividades se diferenciarán claramente de las situaciones de solución de problemas

estructurados (de no-diseño). Una primera gran divergencia entre los dos tipos de problema estriba en la riqueza semántica de los problemas débilmente formulados, precisamente debido a esa débil estructuración.

La prueba de la hipótesis anterior se hizo experimentalmente con varios sujetos en actividades de diseño diferentes, partiendo de un modelo en el cual el diseñador (es decir, el sujeto que soluciona el problema) es considerado un *sistema de procesamiento de información* (SPI) de baja capacidad, enfrentado a un *ambiente de tarea* complejo y de grandes dimensiones. En este ambiente se presenta la *situación problemática* (la necesidad u oportunidad) de la cual parte la labor de solución. La primera acción, de gran riqueza semántica y demandada por la débil estructuración, será precisamente la de construir el *espacio de problema*. Adicionalmente, y dada la baja capacidad del SPI comparada con la magnitud del ambiente de tarea y del espacio de problema asociado, el proceso de solución necesariamente avanzará de manera secuencial, en una sucesión de etapas a partir del *estado inicial* hasta arribar a el estado final o solución. En esas etapas se aplicarán *operadores* apropiados en pasos regulados por unas estrategias (ó *función*) de control

El modelo anterior, que los análisis de protocolos de los sujetos parecer comprobar, permite establecer la *estructura* del espacio de problema del diseño. Esa estructura tendría las siguientes características básicas:

- Los problemas de diseño están débilmente formulados. Antes que de un problema concreto, sería mejor hablar de "situaciones problemáticas" o de necesidades.
- Como resultado de esa débil definición, ocurre un proceso de negociación no técnica entre el "cliente" y el diseñador.
- Los procesos de solución efectivamente presentan ciclos recurrentes, que pueden regresar incluso hasta la misma formulación del problema. Esto, dada la baja capacidad del SPI comparado con la magnitud del ambiente de tarea.
- Dichos procesos no atacan el problema como un todo, sino que lo dividen en partes, para cada una de las cuales se buscan soluciones parciales.
- La división del problema en partes no es intrínseca a la naturaleza del problema mismo, sino que parece depender de la experiencia previa del diseñador con problemas similares o relacionados.
- La solución final aparecerá como un proceso de síntesis entre esas soluciones parciales, dentro del marco de unas restricciones externas, hasta cierto punto ajenas al problema mismo (por ejemplo, las restricciones económicas impuestas por un cliente, las regulaciones legales de seguridad, etc.)
- El diseñador emplea una estrategia de control que podría denominarse como "modo de compromiso limitado". La solución final se construye refinando las propuestas iniciales; casi nunca se abandona por completo una propuesta inicial para volver a partir de cero.
- La síntesis que conduce a la solución final no es únicamente un proceso lógico- formal. Con frecuencia aparece como resultado de lo que los autores denominan "inferencias no deductivas", es decir, de saltos en el proceso de pensamiento que no cumplen las normas lineales de la lógica formal.

De lo anterior se desprende que el diseño es , esencialmente, una actividad de solución de problemas de orden concreto, percibidos no como una formulación definida, sino como una necesidad, que ocurre en un contexto cultural y socioeconómico, este sí claramente definido, y que tiene como resultado el listado de especificaciones de un artefacto, un sistema o un servicio.

Más que una definición, lo anterior debe entenderse como un intento de precisar los componentes de la estructura del "espacio de problema" llamado "Diseño". Este ejercicio resulta necesario para efectuar una aproximación a la pedagogía del diseño, pero antes es preciso explorar la importancia de esta aproximación.

### 1.2.3.- Diseño y Tecnología

El papel decisivo de la tecnología en las perspectivas a mediano y largo plazo de los países es algo que está más allá de toda discusión. (Andrade, 1994) El consenso está tan extendido, que una de las preocupaciones educativas contemporáneas más fuertes estriba, precisamente, en cómo educar a los jóvenes tanto para el uso consciente como para la innovación de la tecnología. Según un experto de la UNESCO, estamos asistiendo al nacimiento de un área educativa completa, lo cual ha ocurrido muy poco frecuentemente en la historia moderna, denominada educación en tecnología (Layton, 1994)

Esta preocupación ha impulsado la indagación acerca de la naturaleza del conocimiento tecnológico, sobre cómo se relaciona pero cómo difiere del conocimiento científico. Uno de los estudios más brillantes y precisos sobre este tema incluye algunas valiosas definiciones en este sentido (Layton, 1993).

En primer lugar, el conocimiento tecnológico tiene como categoría fundamental lo que M. Polanyi denominó el *principio operacional*. Es este principio operacional lo que marca la diferencia entre diversas clases de artefactos, sistemas o servicios. En contraste, el conocimiento científico tiene como categoría fundamental la ley (o la hipótesis).

En segundo término, derivado de lo anterior, es que el conocimiento tecnológico es de carácter concreto, práctico, mientras que el conocimiento científico es de índole abstracta. Como resultado de ese carácter concreto, el conocimiento tecnológico, en tercer lugar, se relaciona con un contexto cultural y socioeconómico específico, hasta el punto de que algunos estudiosos del tema han llegado a afirmar que "la tecnología es un transmisor de relaciones sociales entre diversos sistemas sociales" (Goonatilake, 1984). Esto porque siempre hay un rango de posibilidades o alternativas que son delimitadas - unas seleccionadas y otras negadas- por las opciones sociales de quienes tienen el poder de tomar decisiones, opciones que reflejan sus intenciones, ideología, posición social y relaciones con otras personas en la sociedad. (Noble, 1991).

Por el contrario, el conocimiento científico es universal, desligado de contextos particulares.

Las características anteriores del conocimiento tecnológico dejan entrever una estrecha relación con los elementos de la naturaleza del diseño. Ambos son de índole concreta, dependen de un contexto, y están referidos a los artefactos, sistemas o servicios que conforman el ambiente artificial de la vida urbana contemporánea.

Esa estrecha relación no implica, empero, que diseño y tecnología sean el mismo fenómeno. Con la dificultad y dosis de arbitrariedad que toda distinción clasificatoria implica, es preciso, entonces tratar de diferenciar diseño de tecnología. Esta puede ser definida como "el estudio sistematizado del diseño, construcción y aplicación a las actividades del hombre, de máquinas y procesos que involucran el concepto de retroalimentación" (Andrade, 1989). La tecnología es un fenómeno de orden más general e involucra al diseño que, como ya se dijo, se refiere a la actividad de solución de problemas de orden concreto en un contexto dado.

Además, según se señaló también al intentar definir la naturaleza del diseño, éste es un proceso recurrente, con ciclos de retroalimentación cuyo propósito es servir de evaluación al desarrollo del proceso de solución con el fin de reducir el margen de error. Esta es la esencia, en nuestra opinión, del significado contemporáneo de tecnología. Resulta, entonces, que el diseño está en la médula misma del fenómeno tecnológico contemporáneo. Y lo está en dos sentidos importantes para el propósito del presente trabajo.

El primero de esos sentidos estriba en que los procesos de innovación en la tecnología implican el diseño. Este es central en el desarrollo de artefactos, sistemas o servicios que apuntan a resolver las nuevas y más complejas necesidades del entorno urbano de hoy. Es decir, el diseño está en la base misma del avance tecnológico.

Por otra parte, el segundo sentido reside en que el diseño, como proceso de solución de problemas, no sólo es indispensable en el avance de la tecnología con su consiguiente impacto cultural y socioeconómico, sino que también resulta un proceso fundamental en la educación en tecnología. Así, por ejemplo, el Currículo Nacional establecido en el Reino Unido en 1989 contiene Diseño y Tecnología como uno de los dos temas fundamentales de la educación en tecnología. Algo similar ocurre en muchos otros países (Layton, 1994). Esta conexión educativa se explorará con más detalle a continuación.

#### **1.2.4.- Creatividad y Aprendizaje Significativo**

El diseño está asociado con el desarrollo de objetos y formas nuevas, con la creatividad de un individuo. El problema de educar a los innovadores de la tecnología, uno de los dos objetivos esenciales de la educación en tecnología (Andrade, 1994) implica, en consecuencia, una concepción acerca de la naturaleza de la creatividad.

¿Cuál es la esencia de la creatividad? ¿Puede, y cómo, educarse a un individuo para que sea creativo? La base de la respuesta por la que se ha optado, entre muchas posibilidades,

es la teoría del aprendizaje significativo de D. Ausubel, desarrollada por J. Novak. El punto de partida lo constituye la afirmación de Novak de que :

Aunque sería un disparate ignorar el papel de las habilidades motrices o de los procedimientos utilizados en la experimentación, especialmente en algunos tipos de solución de problemas, la tarea más importante es, en mi opinión, explorar de qué manera funcionan en el proceso de resolución de problemas las estructuras cognitivas dispuestas jerárquicamente".(Novak, 1982)

El fundamento de esta aseveración se halla en la teoría del aprendizaje significativo.

Según dicha teoría, el aprendizaje significativo es un proceso por el cual se relaciona nueva información con algún aspecto ya existente en la estructura cognitiva de un individuo y que sea relevante para el material que se intenta aprender. Existiría, entonces, en el cerebro una especie de "malla de conceptos" de la que depende la posibilidad de aprendizaje de nuevos conceptos. Esta "malla" está organizada jerárquicamente y se hace más compleja y más densa en la medida en que nuevos conceptos sean aprendidos significativamente.

La clave de la inclusión de un concepto nuevo en la estructura cognitiva es la relación que pueda establecerse entre el concepto nuevo y los ya existentes en la "malla" de la estructura cognitiva.

Estos tres elementos de la teoría, la "malla de conceptos", las relaciones que se establecen para el aprendizaje significativo, y la estructuración jerárquica de los conceptos en la "malla", permiten una aproximación a la esencia de la creatividad.

Mi idea [de Novak] de la conducta creativa es que dicha conducta ocurre cuando un individuo hace asociaciones únicas entre conceptos que pertenecen a los niveles superiores de la jerarquía conceptual. La conducta creativa es una especie de aprendizaje supraordenado que permite la percepción de nuevas relaciones entre conceptos subordinados". (Novak, 1982)

Esta aproximación no sólo permite pensar en que es posible educar a un individuo para que sea creativo e intentar formas de hacerlo, sino que también es consistente con los elementos básicos de la estructura del "espacio de problema" del diseño establecidos por Goel y Pirolli.

En efecto, la densidad de la "malla conceptual" de la estructura cognitiva de un individuo está estrechamente relacionada con su experiencia en la solución de problemas de diseño. La teoría del aprendizaje significativo prestaría bases teóricas al papel de la experiencia tanto en la división del problema de diseño en sus partes componentes, como en la aproximación a la solución final.

Adicionalmente, el proceso de "inferencia no deductiva" sería el equivalente del aprendizaje supraordenado que permite el establecimiento de relaciones nuevas entre conceptos de menor jerarquía en la "malla conceptual". Un individuo creativo tendría, entonces, una "malla conceptual" extraordinariamente densa, producto de su experiencia significativa, que le posibilita establecer relaciones que otras personas, con "mallas conceptuales" menos densas, no pueden ver por sí mismas.

### **1.2.5.- Las Condiciones para una Pedagogía del Diseño**

Sobre la base de la discusión anterior puede intentarse ahora definir cuáles serían las condiciones para la pedagogía del diseño, es decir, para la educación de individuos que puedan resolver creativamente problemas de orden concreto, o mejor, cómo desarrollar lo que podríamos denominar la capacidad de diseño.

En primer término, la capacidad de diseño requiere de unas precondiciones constituidas por el desarrollo de ciertas habilidades y destrezas tanto motrices como de expresión y experimentación, así como de una "malla conceptual" inicial, una suerte de "experiencia mínima" que permita el aprendizaje significativo posterior.

La actividad de diseño, entendida como el "lenguaje de la forma" (Polo, 1993), demanda una capacidad de expresar en términos abstractos, de forma, los referentes concretos que conforman la situación problemática de la que parte la tarea de diseño. La expresión de las formas es una expresión gráfica más relacionada con el dibujo artístico que con el dibujo técnico. La claridad del mensaje gráfico depende más de conceptos como "equilibrio", "armonía", etc., estudiados sistemáticamente por la escuela de la Bauhaus en la década de los treinta. (Arnheim, 1971), que de la aplicación de las normas del dibujo técnico. Adicionalmente, la capacidad de expresarse abstractamente implica una capacidad de pensamiento abstracto, dadas las íntimas relaciones entre el pensamiento y el lenguaje (Spirkin, 1961)

El carácter concreto de los problemas de diseño implica, por otra parte, el trabajo de transformación de materiales, no tanto desde el punto de vista de las habilidades técnicas del operario, sino de la construcción de estructuras para el cumplimiento de una función determinada. Más que construcción de maquetas, que serían el equivalente tridimensional de la expresión gráfica de la forma, se requiere de la construcción de prototipos funcionales que expresen, a la vez, la forma y la función de las soluciones, parciales o finales, a los problemas de diseño.

En segundo término, la capacidad de diseño depende de la experiencia significativa del individuo. El papel de la experiencia estaría relacionado con la construcción de estrategias fuertes de solución de problemas, que es el aspecto que diferencia la labor de los especialistas de la de los novatos (Gagné, 1984). Adicionalmente, tal vez una de las maneras más eficientes y efectivas de desarrollar esta experiencia significativa en los aprendices, que siempre requiere de prolongados períodos de tiempo, sea la de exponerlos a la historia del desarrollo de los objetos. El estudio sistemático de las soluciones prácticas que se han dado a lo largo de las épocas permite condensar en un espacio de tiempo relativamente breve, toda la experiencia técnica de la humanidad.

En tercer término, Novak (1982) propone una matriz que relaciona dos continuos del aprendizaje, uno definido por el tipo de aprendizaje (memorístico y significativo) y el otro

por las formas de aprendizaje (Aprendizaje receptivo, aprendizaje por descubrimiento guiado, Aprendizaje por descubrimiento autónomo), que se muestra a continuación:

APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO			Espacio de la Conducta Creativa
APRENDIZAJE MEMORISTICO			
	APRENDIZAJE RECEPTIVO	APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO GUIADO	APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO AUTONOMO

Esta matriz sugiere que el "Espacio de la Conducta Creativa" estaría en la intersección del aprendizaje significativo con el aprendizaje por descubrimiento autónomo, lo cual refuerza otras evidencias acerca de la importancia del aprendizaje autodirigido tanto como proceso educativo general, como para el desarrollo de la capacidad de diseño. De lo anterior se desprende que una pedagogía del diseño tendiente a desarrollar la capacidad de diseño debería partir del "aprendizaje por descubrimiento guiado" para culminar en el "aprendizaje por descubrimiento autónomo".

Es importante señalar que entre los elementos del ambiente no se incluye lo que comúnmente ha dado en denominarse "metodología de diseño". Esto, por dos razones fundamentales. La primera es que existen numerosas evidencias empíricas no sistematizadas y algunas sistematizadas, que señalan fuertemente en la dirección de que los resultados educativos de la enseñanza de esa metodología son bastante magros. Ello porque los estudiantes tienden a ver, en lugar de un proceso holístico de diseño, una sucesión de tareas parciales cuyas conexiones no les son claras. (McCormick et al. 1994). La segunda es la existencia de procesos de "inferencias no deductivas", señaladas por Goel & Pirolli.

El conjunto de las condiciones de pedagogía del diseño constituyen lo que podríamos denominar un "ambiente de aprendizaje significativo para el desarrollo de la capacidad de diseño".

### **1.2.6.- Los Elementos de un Ambiente de Aprendizaje Significativo para el Desarrollo de la Capacidad de Diseño.**

Resumiendo la discusión anterior, podrían establecerse los siguientes elementos de un ambiente de aprendizaje significativo que posibilite la educación de individuos con capacidad de diseño. Estos serían:

- Desarrollo de la capacidad de expresión gráfica.
- Desarrollo de las Estrategias de Solución de Problemas.
- Desarrollo de la capacidad de construcción de prototipos funcionales.
- Fortalecimiento de la experiencia por medio de la historia del desarrollo de los objetos o artefactos, sistemas y servicios.
- Tendencia hacia el aprendizaje autodirigido.

Además, este ambiente de aprendizaje debe ser delimitado en lo que respecta a los conceptos que se exploran, estudian y aprenden significativamente; estructurado por los docentes, de tal manera que los discentes puedan abordar el aprendizaje de manera sistemática; y, flexible para permitir la tendencia hacia el aprendizaje autónomo.

### **1.3.- ESTRUCTURA DE UN AMBIENTE COMPUTARIZADO PARA EL APRENDIZAJE AUTODIRIGIDO DEL DISEÑO**

#### **1.3.1.- Las Posibilidades del Computador como Medio para el Ambiente**

El computador, como medio educativo, puede facilitar el trabajo con cuatro de los cinco elementos ( desarrollo de la capacidad de expresión gráfica; desarrollo de estrategias de solución de problemas; fortalecimiento de la experiencia por medio de la historia del desarrollo de los objetos o artefactos, sistemas y servicios; y, tendencia hacia el aprendizaje autodirigido) y las tres características (delimitado, estructurado y flexible) que se han identificado para el ambiente de aprendizaje significativo, en el diseño y desarrollo de un ambiente computarizado "inteligente" para el aprendizaje autodirigido.

Las posibilidades que ofrece el computador en cuanto a la expresión gráfica no se reducen únicamente al tipo de ayuda que significan los programas de CAD, sino que permite trabajar en una línea que integre la expresión gráfica con la aprehensión de conceptos abstractos relacionados, tales como "equilibrio", "armonía", "estructuras inducidas", "peso", "dirección", etc., desarrollados en el trabajo teórico de Arnheim.

Adicionalmente, el computador posibilita la construcción de "enciclopedias" gráficas y textuales interactivas que facilitan la "navegación" del usuario por el desarrollo histórico de un determinado objeto, a través de diferentes épocas y relacionando aspectos técnicos con diferentes entornos culturales.

Finalmente, el computador puede manejar rutinas de retroinformación y de evaluación por los docentes y de autoevaluación, así como de sugerir al usuario distintas rutas dependiendo de un "modelo de estudiante" y de las respuestas del usuario en una determinada situación. Estas posibilidades, particularmente las referidas al nivel metacognitivo, podrían contribuir al fortalecimiento de las estrategias de solución de problemas, que es uno de los aspectos centrales de lo que hemos denominado capacidad de diseño.

Todas estas posibilidades enriquecerían el ambiente de aprendizaje significativo e incrementarían su potencialidad para desarrollar la capacidad de diseño. Esta tesis ha servido de base para el diseño general e implementación del software tutorial que se desarrolló parcialmente dentro del presente proyecto.

#### **1.3. 2.- Diseño General del Ambiente Computarizado**

Con base en las consideraciones hechas antes sobre la pedagogía del diseño, un ambiente computarizado constaría de:

- Dos grandes partes de "contenidos", una referida al tema de expresión gráfica y la otra a la exploración de la historia del desarrollo de objetos; un módulo de evaluación para cada una de esas partes temáticas, y,

- Un módulo de control que efectúe las siguientes tareas: proveer al usuario de información temática adicional, de retroinformación sobre su propio proceso de "navegación" y solución de problemas, y de opciones para resolver problemas propuestos con base en los resultados previos y una base de datos de "modelos de estudiantes".

La estructura general puede representarse así:

<b>MODULO DE CONTROL</b>	<b><u>PARTE TEMATICA 1:</u></b>
Ayudas e Información Adicional	<b>EXPRESION GRAFICA</b>
Archivo de Protocolos de Trabajo/usuario	Módulo 1: Percepción Visual
Retroinformación sobre Autoevaluación	Módulo 2: Verbalización
	Módulo 3: Análisis de Textos
	Módulo de Evaluación
<b>BD: Modelos de Estudiantes</b>	<b><u>PARTE TEMATICA 2:</u></b>
	<b>EXPLORACION DE OBJETOS</b>
	Matriz de Navegación:
	¿Cómo se hace? ¿Cómo funciona?
	Matriz Contextual:
	Epoca histórica (Técnica y Cultura)
	Módulo de Evaluación

Dentro del presente Proyecto se desarrollaron completamente la Parte Temática 1 Expresión Gráfica y el Módulo de Control. La Parte Temática 2 "Exploración de Objetos" se desarrolló parcialmente en lo concerniente a las matrices de navegación y contextual para un objeto específico que es el utensilio de afeitar usado en diferentes épocas.

Finalmente, es preciso mencionar que la continuación del Proyecto, además de concluir la Parte Temática 2, incluye las posibilidades de ampliar los contenidos temáticos, flexibilizar el módulo de control enriqueciendo la base de datos de Modelos de Estudiantes, y el desarrollo de interfaces que permitan conectar el tutorial con programas de CAD, bases de datos gráficos y textuales sobre el desarrollo histórico de otros objetos, y con programas de cálculos relacionados con estructuras y resistencia de materiales.

#### **1.4.- CONSIDERACIONES DE DISEÑO DEL SOFTWARE**

El software diseñado,(Parte Temática 1 Expresión Gráfica y el Módulo de Control), pretende ayudar al estudiante a la comprensión del primer capítulo de la obra de Arnheim, Arte y Percepción Visual. Se parte de que el diseño es un arte. A diferencia del razonamiento científico, al cual le interesa juzgar el valor de verdad de expresiones, al arte

le interesa lo estético. En el caso del diseño, al valor estético está asociado el valor pragmático. Los problemas identificados deben ser susceptibles de resolverse mediante objetos artificiales. Un objeto diseñado, en este contexto, aspira a ser una solución bella a un problema. Se juzga la mayor o menor adecuación de los diseños o soluciones, pero no su verdad. Un juicio de esta naturaleza se hace con base en criterios tanto objetivos como subjetivos.

En la formación del diseñador es importante, al igual que en las disciplinas formalizadas, el análisis de concepciones sobre su objeto de estudio. En el caso del arte y del diseño, este análisis, antes que pretensiones normativas, persigue mirar posibilidades alternas de análisis y exploración. El pensamiento de un autor es pedagógicamente valioso en la medida en que se pueda mirar como un sistema explicativo, a partir del cual se pueden generar interpretaciones para un conjunto amplio de fenómenos.

La selección del material que nos sirve de tema base para la elaboración del software obedece a los siguientes criterios:

1.4.1.- Consideramos que el tema de la percepción visual es básico en los procesos de diseño gráfico e industrial. No requiere otros temas como prerequisites.

Puede incluir formas de razonamiento visual, espacial y verbal, fundamentales en la formación de un diseñador. La consideración de diferentes formas de razonamiento viene siendo discutida en trabajos de inteligencia artificial y ciencia cognitiva. Entre estas formas se distingue el razonamiento verbal, el razonamiento visual y el razonamiento espacial (Glasgow, Janice & Papadias, Dimitri,. Computational Imagery Cognitive Science

El software considera tres unidades que obedecen a una graduación de procesos de aprendizaje. En la primera unidad se propicia la percepción sensorial, en la segunda se induce una verbalización de la percepción dada en la primera unidad y en la tercera se trabaja con procesos de análisis de textos relacionados con los dos pasos anteriores.

1.4.2.- Aunque no es el objeto de la presente investigación, el software establece las condiciones para probar la hipótesis de que esta graduación puede ser la óptima, mediante la variación experimental de las tres unidades.

Podemos partir de ordenamiento de nivel más bajo a nivel más alto en el aprendizaje y suponer que una organización de los procesos pedagógicos basados en estos criterios puede dar como resultado un mejor aprendizaje en el estudio del diseño industrial, comparado con otros ordenamientos posibles.

Los estudiosos del diseño dan importancia a la educación perceptual. Sin ésta no se puede llegar a un uso eficiente de los elementos gráficos para elaborar representaciones de objetos y sistemas de objetos.

1.4.3.- Pensamos que la expresión gráfica debe estar en armonía con el desarrollo de habilidades para usar el lenguaje verbal. Esta dimensión es importante en tanto el lenguaje

verbal complementa la expresión gráfica formando una totalidad expresiva de gran valor en los procesos de comunicación en la actividad del diseño.

1.4.4.- Finalmente, el diseño da prioridad al razonamiento espacial. Esta es una forma de actividad cognocitiva que es objeto de estudio contemporáneo , pero, que a nuestro modo de ver, está entrecruzada con el razonamiento lógico. Por esta razón la estructura del software utiliza formas de análisis que combinan las dos formas de razonamiento con el propósito de analizar textos sobre diseño.

La plataforma diseñada puede abrir el camino al análisis de la relación entre el razonamiento verbal y el razonamiento espacial. Se puede preguntar si el énfasis en razonamiento espacial establece diferencias con un proceso de entrenamiento con énfasis en razonamiento verbal.

## **CAPITULO 2**

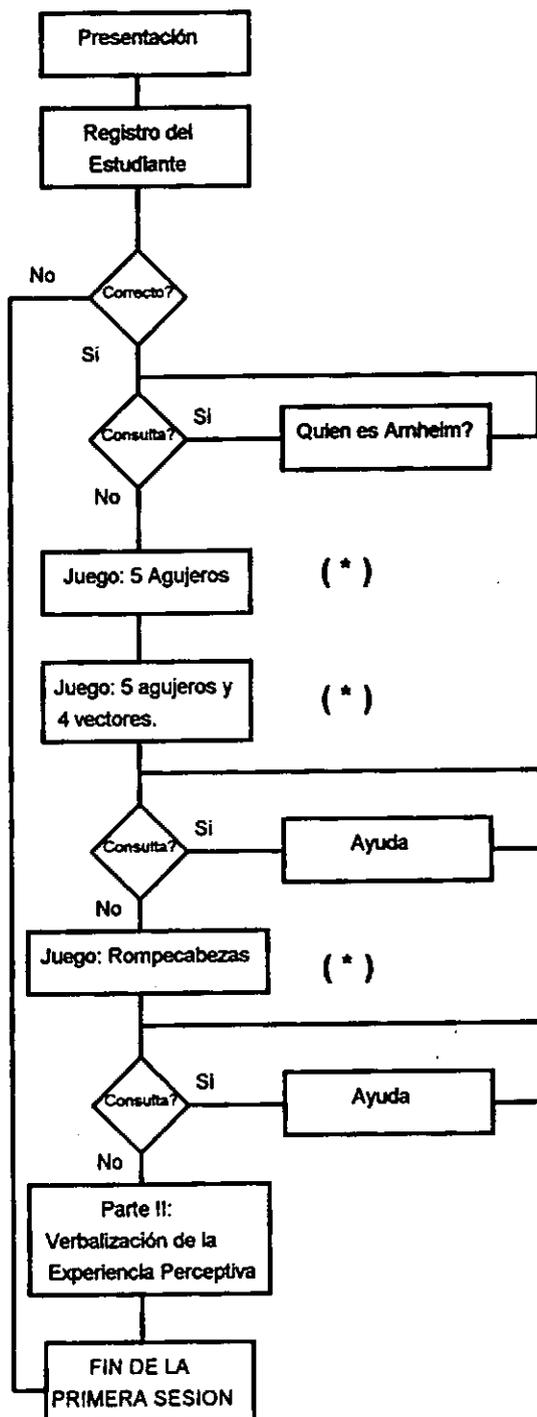
### **ESTRUCTURA DEL SISTEMA**

La estructura general del programa de software diseñado se muestra en los Gráficos 2.1 a 2.6.

**DIAGRAMA DE ESTRUCTURACION GENERAL DEL SOFTWARE  
DE ACUERDO CON LAS SESIONES DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE**

**1. SESION: \* Experiencia Perceptiva. (I PARTE)**

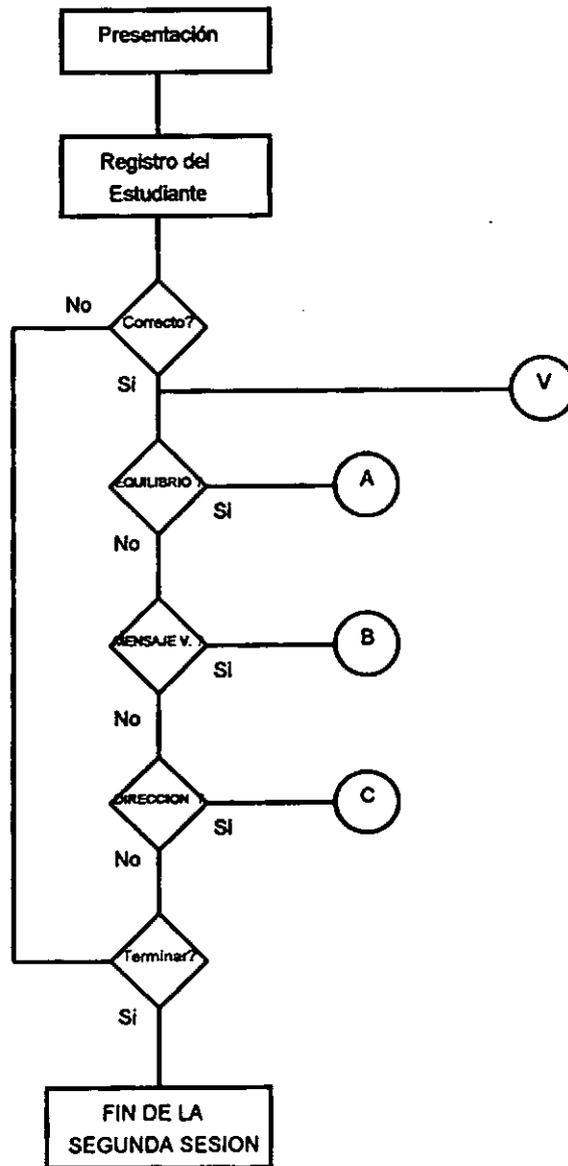
\* Verbalización de la Experiencia Perceptiva (II PARTE).



( \* ): Módulo con ciclo condicionado de acuerdo con el éxito del estudiante en la solución al

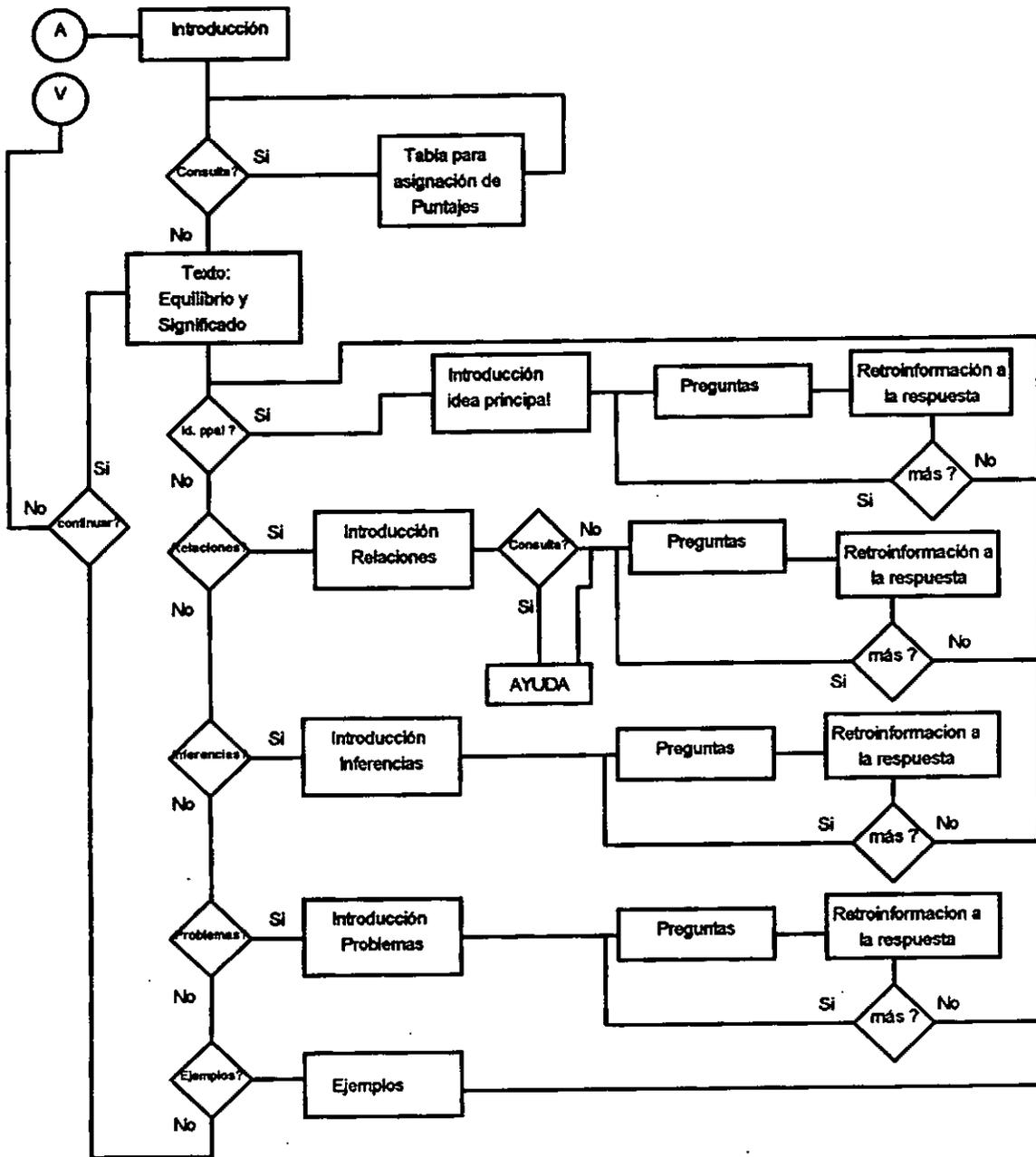
**DIAGRAMA DE ESTRUCTURACION GENERAL DEL SOFTWARE  
DE ACUERDO CON LAS SESIONES DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE.**

**2. SESION: \* Conceptualización ( I I I PARTE).**



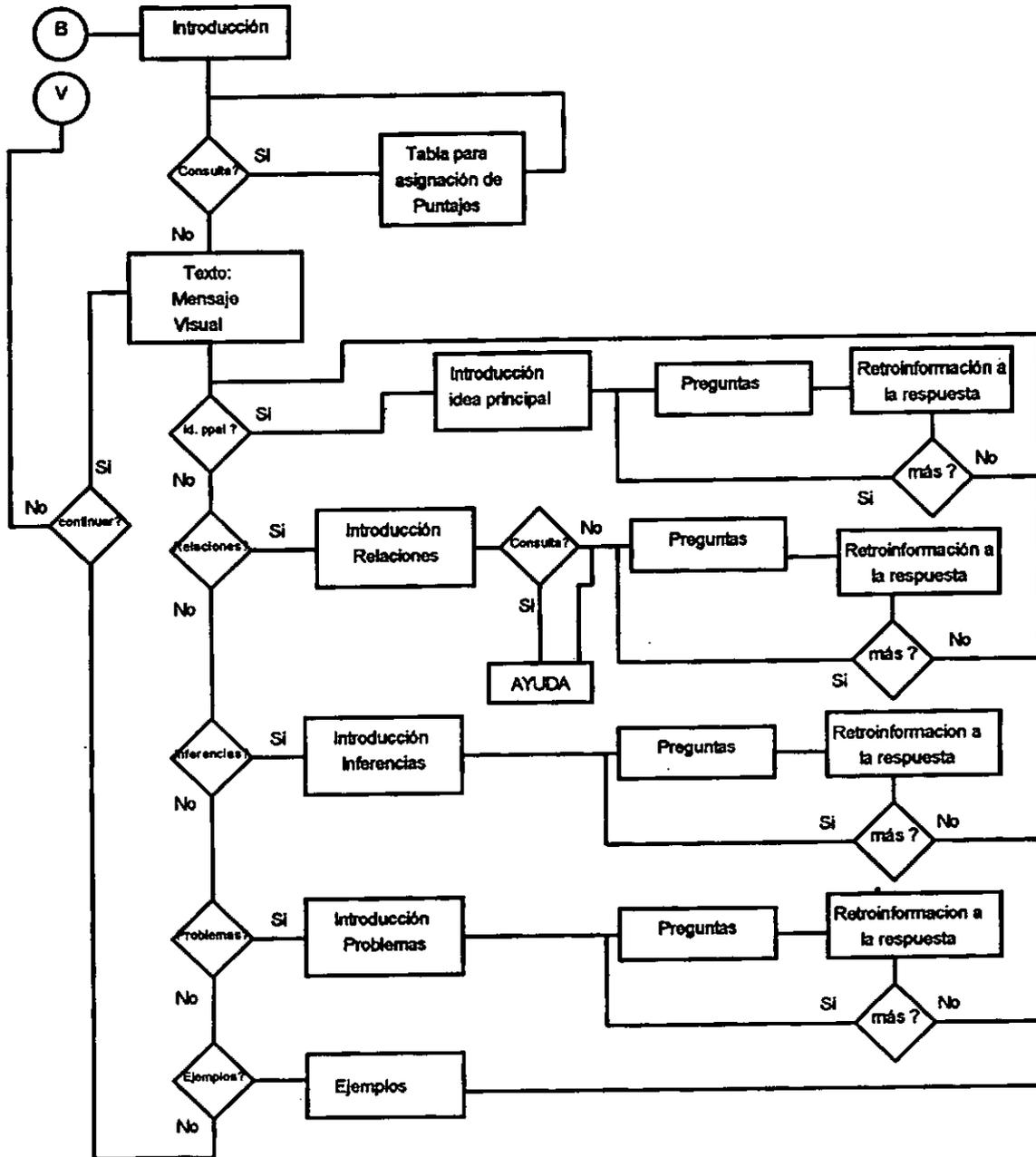
(Gráfico 2.2 )

**MODULO: EQUILIBRIO Y SIGNIFICADO.**



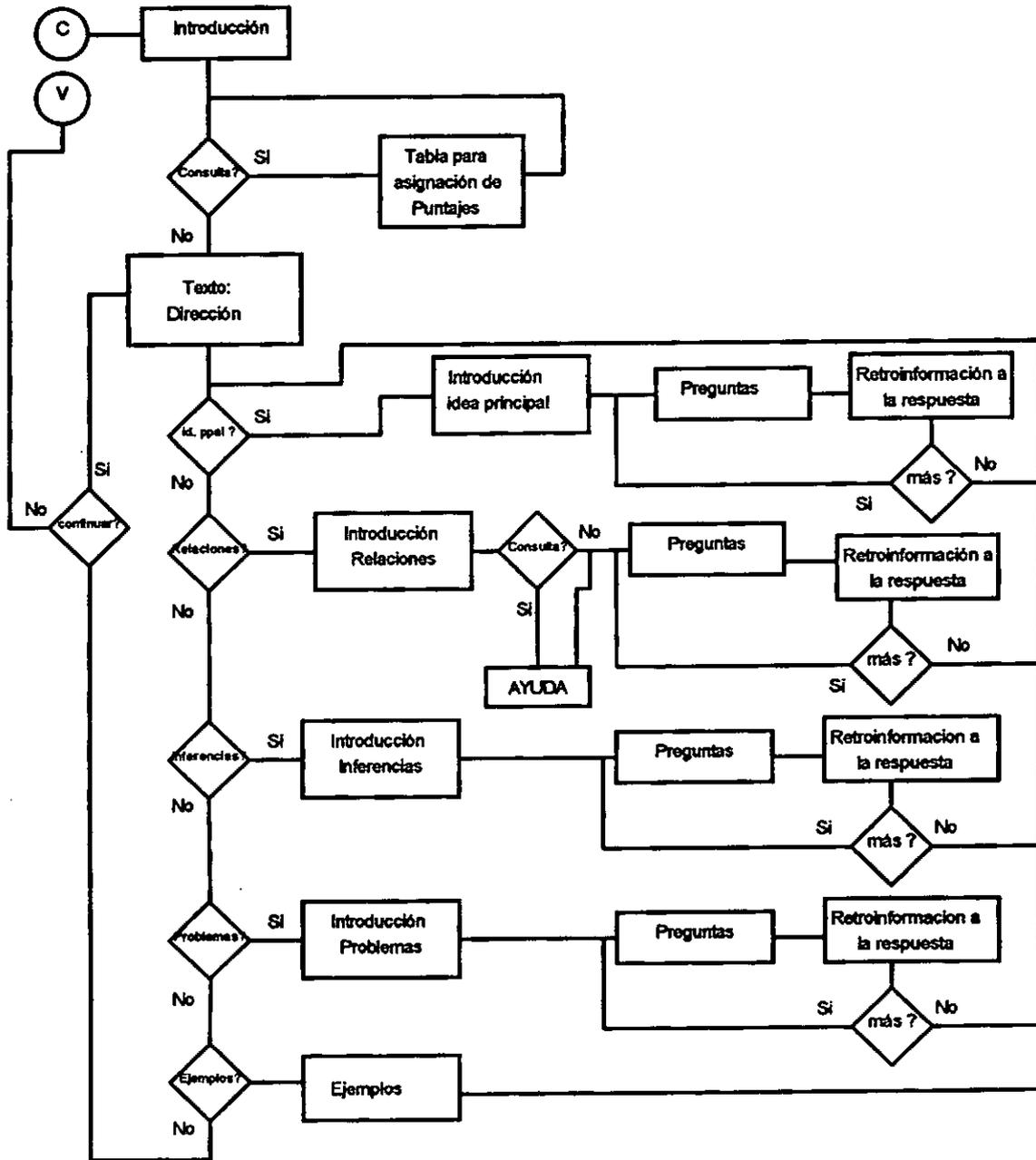
(Gráfico 2.3)

**MODULO: MENSAJE VISUAL.**



(Gráfico 2.4)

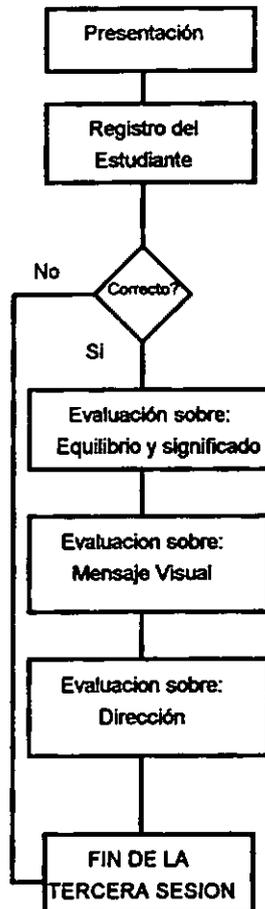
**MODULO: DIRECCION.**



(Gráfico 2.5)

**DIAGRAMA DE ESTRUCTURACION GENERAL DEL SOFTWARE  
DE ACUERDO CON LAS SESIONES DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE.**

**3. SESION: \* Evaluación.**



**(Gráfico 2.6 )**

## **2.1.- PRIMER NIVEL O DE EXPERIENCIA PERCEPTIVA**

Se programó una especie de juego de complejidad creciente con base en el concepto de Estructura Inducida planteada por Arnheim (1971). Ver Figuras 2.1 a 2.8.

Según el concepto de Estructura Inducida, el campo visual está gobernado por polos de atracción que generan "campos de fuerza" que atraen los componentes de una figura y determinan la percepción de equilibrio. Este, a su vez, es un concepto fundamental en la representación gráfica y, en consecuencia, en el diseño gráfico.

La experiencia perceptiva inducida por el programa hace que el estudiante centre su atención en tres categorías de polos de atracción en un cuadrado vacío: el centro del cuadrado, sus cuatro vértices y las líneas vertical, horizontal y diagonales.

El juego utiliza el nombre de "agujero negro" por analogía con el concepto físico (Hawkins, 1988) para el centro y los vértices y el de vector para las líneas. (Figuras 2.9 y 2.10)

El sujeto debe encontrar los agujeros negros y los vectores (Figuras 2.12 y 2.13). El proceso es de complejidad creciente: en el primer paso debe hallar un agujero, en el segundo dos y así sucesivamente hasta encontrar todo el conjunto. Cuando termina el proceso de identificación se le presenta un rompecabezas del gráfico de la estructura inducida del cuadrado presentada por Arnheim (Figuras 2.15 y 2.16).



UNIVERSIDAD PEDAGOGICA  
NACIONAL

(Figura 2.1)



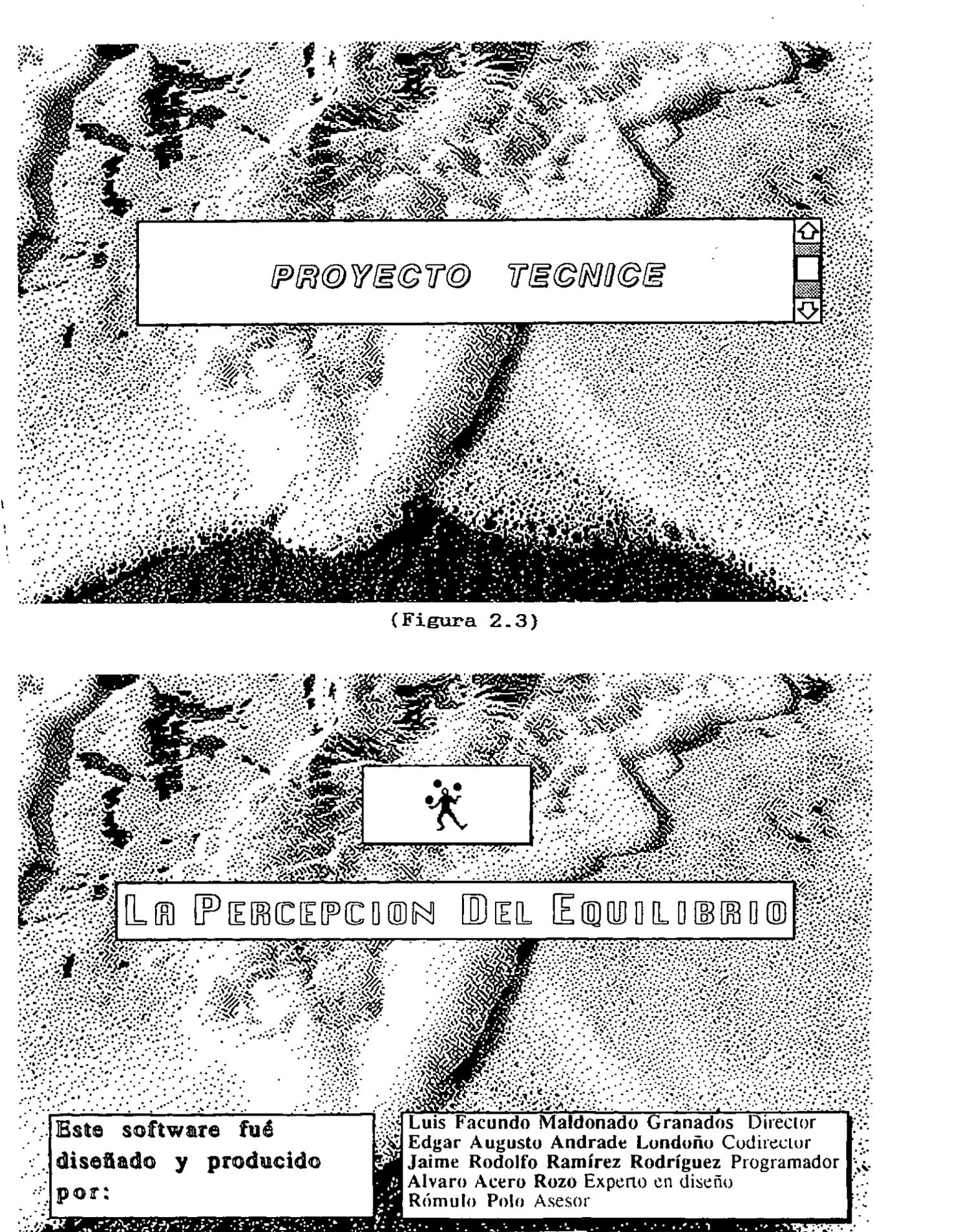
CON EL COPATROCINIO DE  
COLCIENCIAS

(Figura 2.2)



PROYECTO TECNICE

(Figura 2.3)

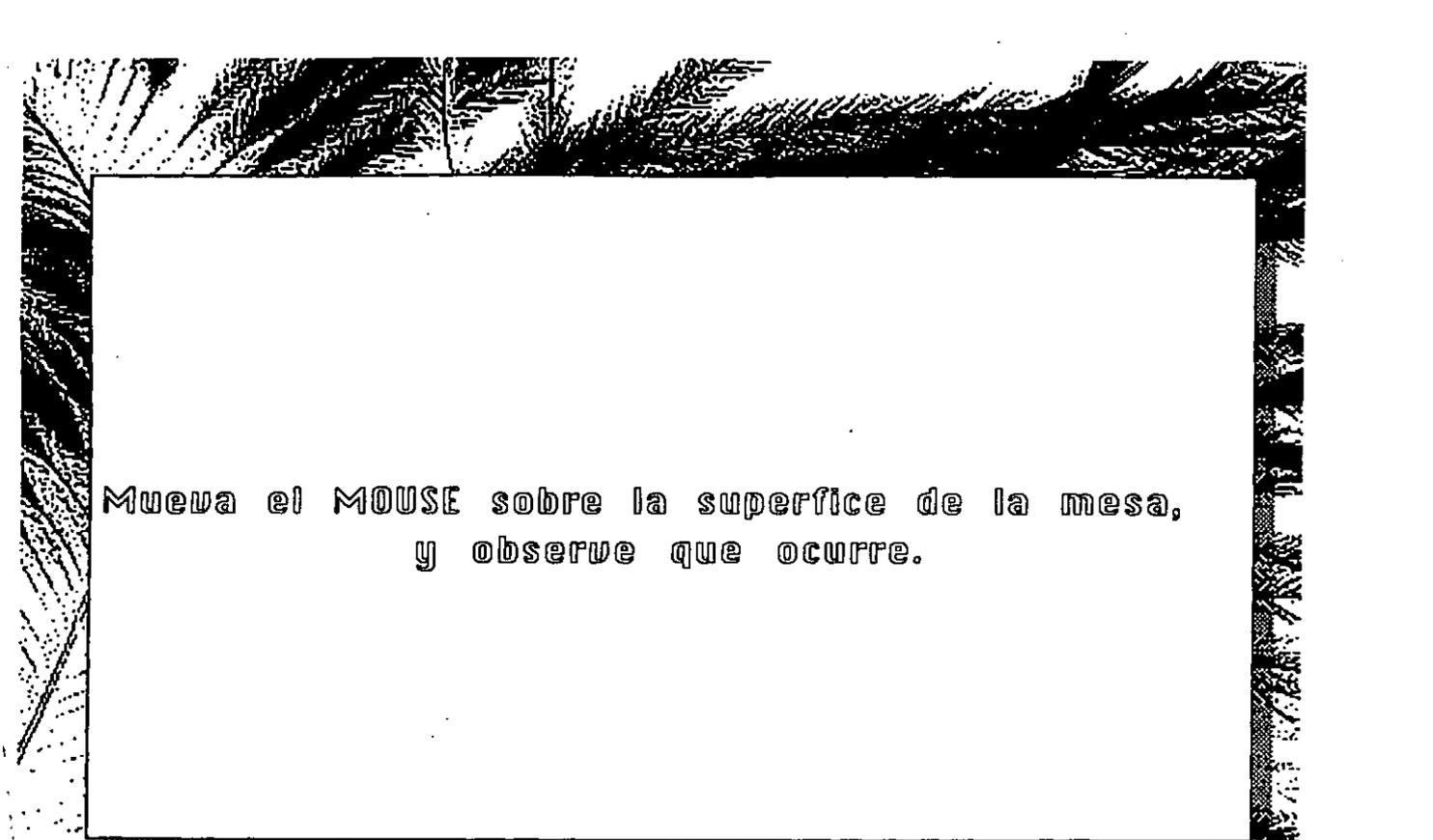


LA PERCEPCION DEL EQUILIBRIO

Este software fué  
diseñado y producido  
por:

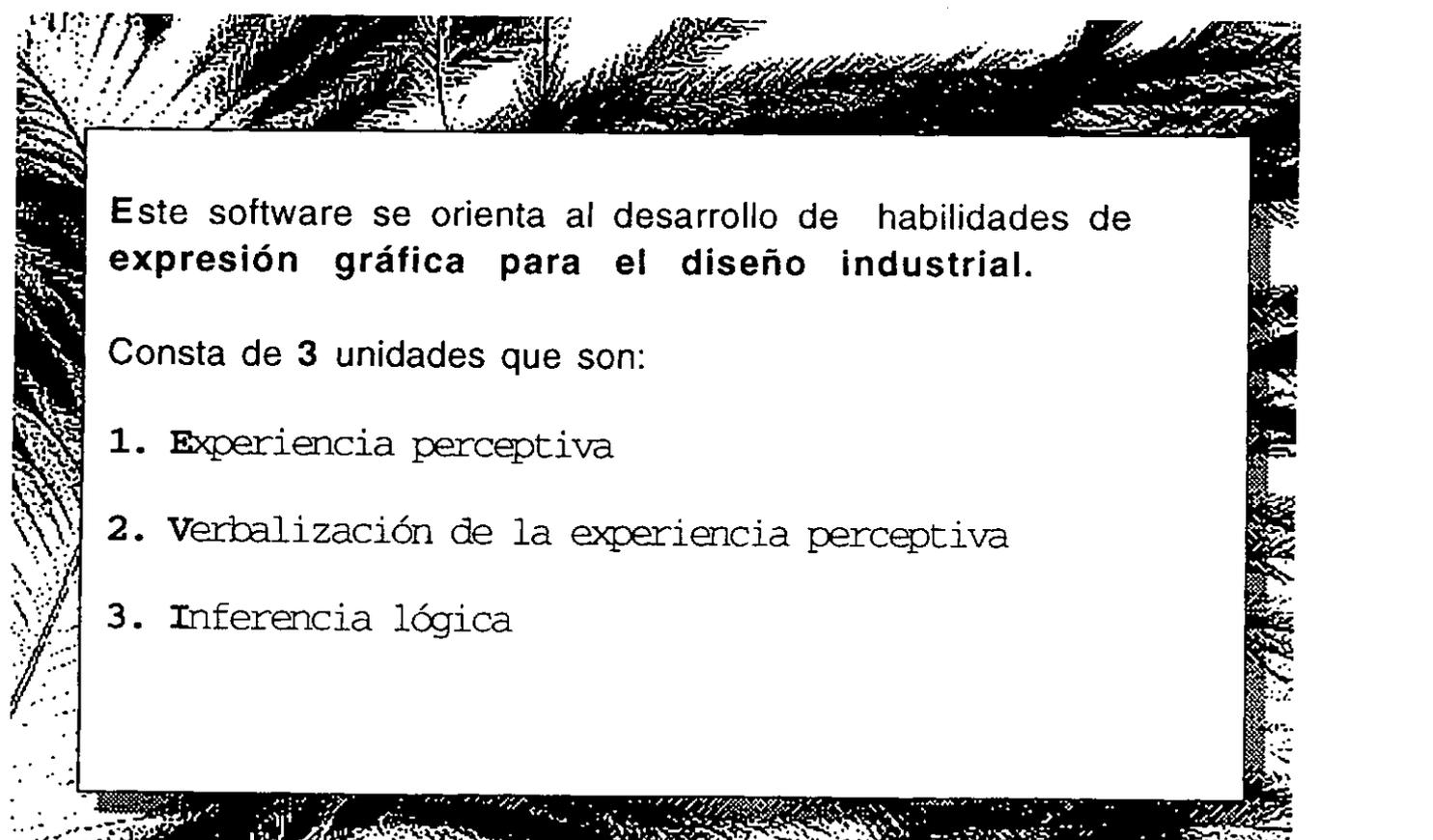
Luis Facundo Maldonado Granados Director  
Edgar Augusto Andrade Londoño Codirector  
Jaime Rodolfo Ramírez Rodríguez Programador  
Alvaro Acero Rozo Experto en diseño  
Rómulo Polo Asesor

(Figura 2.4)



Mueva el MOUSE sobre la superficie de la mesa,  
y observe que ocurre.

(Figura 2.5)



Este software se orienta al desarrollo de habilidades de  
expresión gráfica para el diseño industrial.

Consta de 3 unidades que son:

1. Experiencia perceptiva
2. Verbalización de la experiencia perceptiva
3. Inferencia lógica

(Figura 2.6)

## Exploremos el universo de Arnheim



¿Quién es Arnheim?



CLICK aquí para continuar

(Figura 2.7)

Rudolph Arnheim Nació en Berlín 1904. Profesor de Psicología del Arte de la Universidad de Harvard. Sus estudios contribuyen a la comprensión del pensamiento visual. Intenta la aplicación de las doctrinas de la psicología de la Gestalt a las artes visuales.

Algunas de sus publicaciones son "El arte y la percepción visual", "El pensamiento visual", "El Guernica", "Hacia una psicología del arte", "Arte y percepción visual", "Arte y entropía"



click para volver

(Figura 2.8)

## JUEGO

### BUSQUE UN AGUJERO NEGRO

PARA UBICARLO DEBE DESPLAZAR EL CURSOR HASTA COLOCARLO EN EL LUGAR EN DONDE CREA QUE SE ENCUENTRA EL AGUJERO NEGRO Y LUEGO HACER CLICK.

(Figura 2.9)

## REGLA

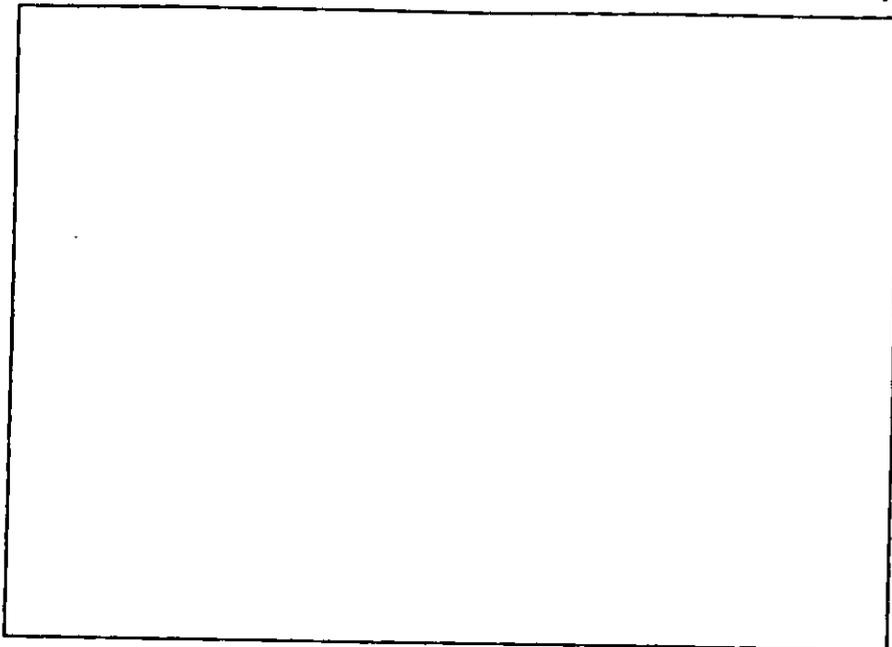
Ud. se encuentra ante un problema. Piense cuántos intentos requiere para resolverlo.

SE OBTIENE UN PUNTAJE MAXIMO CUANDO EL NUMERO DE INTENTOS ESTIMADO CORRESPONDE CON EL NUMERO DE INTENTOS EFECTUADOS PARA LOGRAR LA SOLUCION.

(Figura 2.10)

Acercamiento:

PUNTAJE:



*Agujeros  
hallados:*



(Figura 2.13 c)

## PUNTAJE

En este nivel obtuvo un puntaje de:

El puntaje acumulado es de :

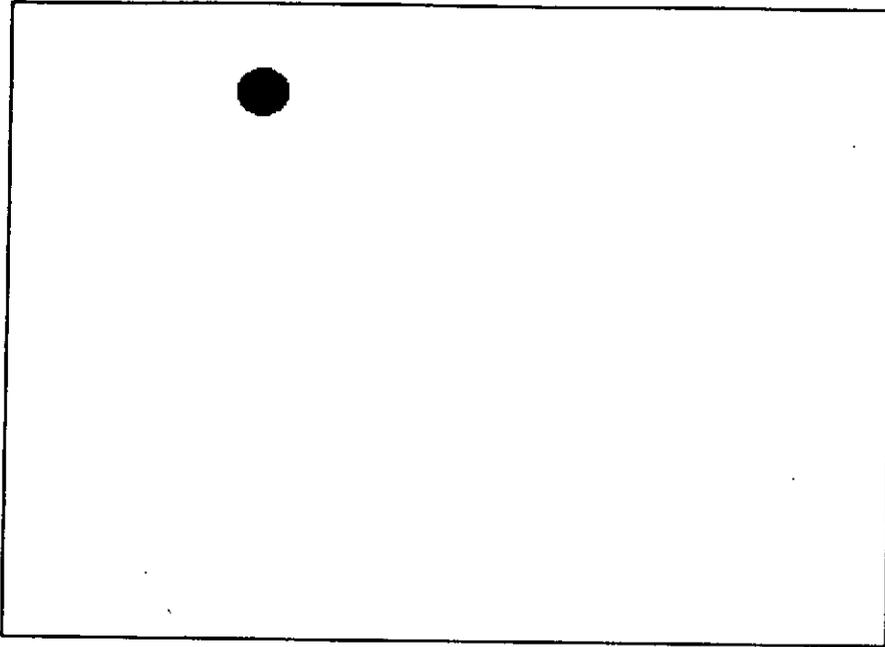
CLICK PARA CONTINUAR

(Figura 2.14)

Acercamiento:

Intentos realizados:  
Intentos estimados: 10

PUNTAJE:



*Agujeros  
hallados:*

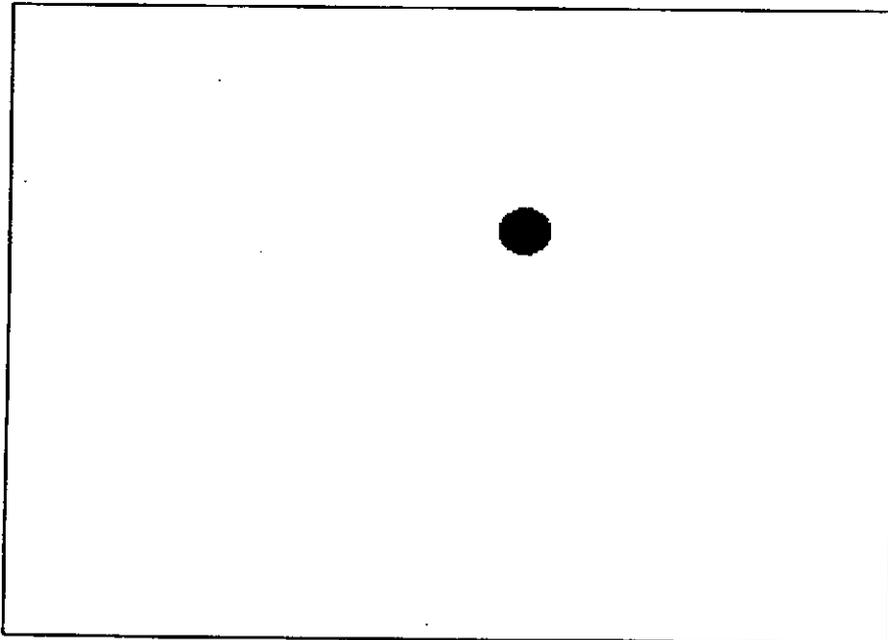
0

(Figura 2.13 a)

Acercamiento:

Intentos realizados:  
Intentos estimados: 1

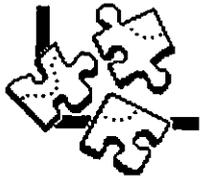
PUNTAJE:



*Agujeros  
hallados:*

0

(Figura 2.13 b)



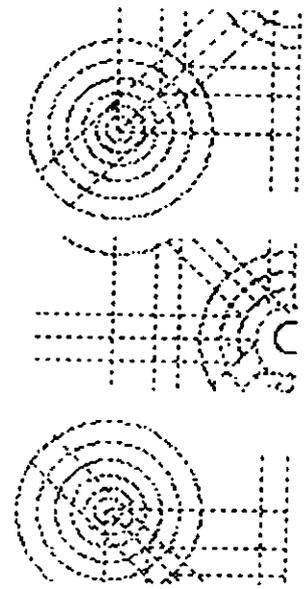
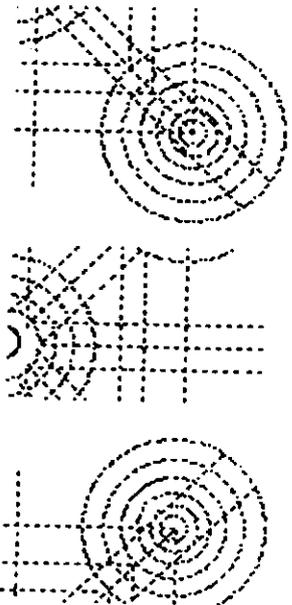
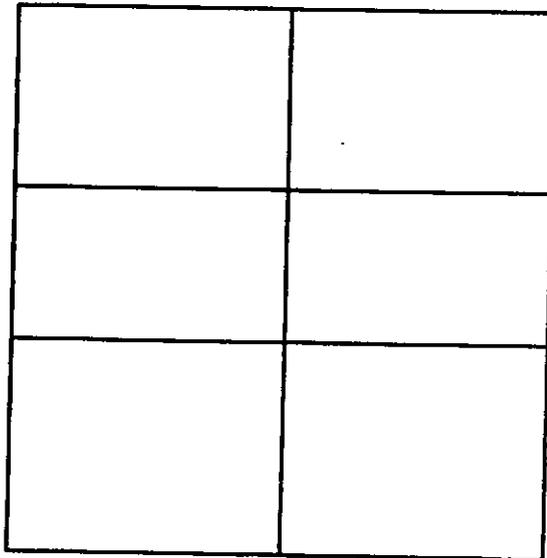
RUDOLPH ARNHEIM le propone el rompecabezas de la ESTRUCTURA INDUCIDA, su misión es tratar de armarlo.

ARNHEIM, LE DIRA QUE DEBE SEGUIR HACIENDO



CLICK aquí para continuar

(Figura 2.15)



(Figura 2.16)

## **2.2.- SEGUNDO NIVEL O DE VERBALIZACION DE LA EXPERIENCIA**

El segundo nivel se presenta como un juego de asociación de proposiciones extraídas del texto de Arnheim con los polos de atracción visual del cuadrado. El sistema presenta aleatoriamente las proposiciones y el estudiante debe indicar la región del cuadrado al cual se le puede asociar, siendo consistentes con el texto de Arnheim. (Figuras 2.17 a 2.20)

## **2.3.- TERCER NIVEL O DE INFERENCIA LOGICA**

El tercer nivel se presenta como un bloque de análisis de textos. Para ello se establecen algunas estrategias que estimulan este proceso. Las lecturas de textos de Arnheim corresponden a tres temas: Equilibrio y Significado, Mensaje Visual y Dirección (Figuras 2.21 y 2.22). Los textos fueron escogidos intencionalmente como documentos que expresan un razonamiento completo y que pueden considerarse como ejemplos de textos de lectura para nivel universitario. Nuestro interés es evaluar el proceso de comprensión de este tipo de texto relacionado con las variables que se manejan en esta plataforma.

## **2.4.- MODOS DE TRATAMIENTO DE TEXTOS**

En coherencia con el marco conceptual de esta investigación se diseñaron cuatro procedimientos para el tratamiento de los textos: Idea principal, Relaciones, Inferencias, Problemas y Ejemplos. Un modelo similar fue diseñado previamente en el cual se utilizaba la idea de síntesis, ejemplos, contexto y preguntas. El software como está diseñado puede servir de plataforma para evaluar el efecto de cada uno de los componentes con miras a validar un modelo de procesamiento de texto basado en computador.

El computador puede servir de ambiente que estimula la comprensión efectiva de un documento.

+ **Idea Principal:** los diferentes párrafos del texto se analizan previamente, considerando si expresan la idea principal o ideas complementarias o subordinadas. Para la idea principal, se consideran diversas formas de expresión. El sistema combina y presenta una formulación de la idea principal con tres de ideas complementarias o subordinadas. El estudiante debe entrar a jerarquizar estas expresiones e identificar la idea principal (Figuras 2.23 a 2.27).

La jerarquización de ideas parece ser una actividad importante en la comprensión de documentos. Se ha demostrado que después de cierto tiempo quedan algunas ideas o proposiciones en la memoria del lector y que otras proposiciones (que generalmente son ideas subordinadas o complementarias) se olvidan.

## PARTE 2

# Verbalización de la Experiencia Perceptiva

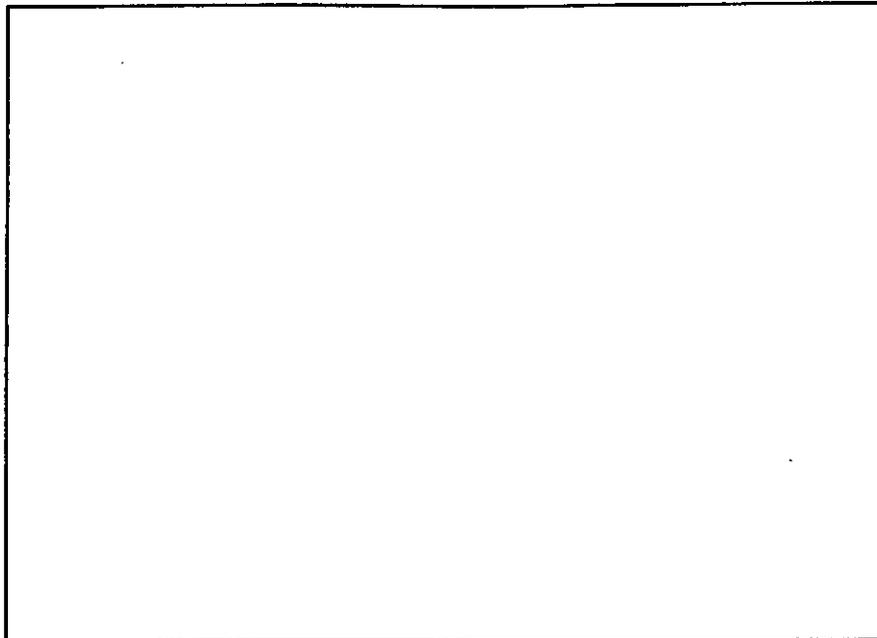


CLICK aquí para continuar

(Figura 2.17)



Posición Puntaje

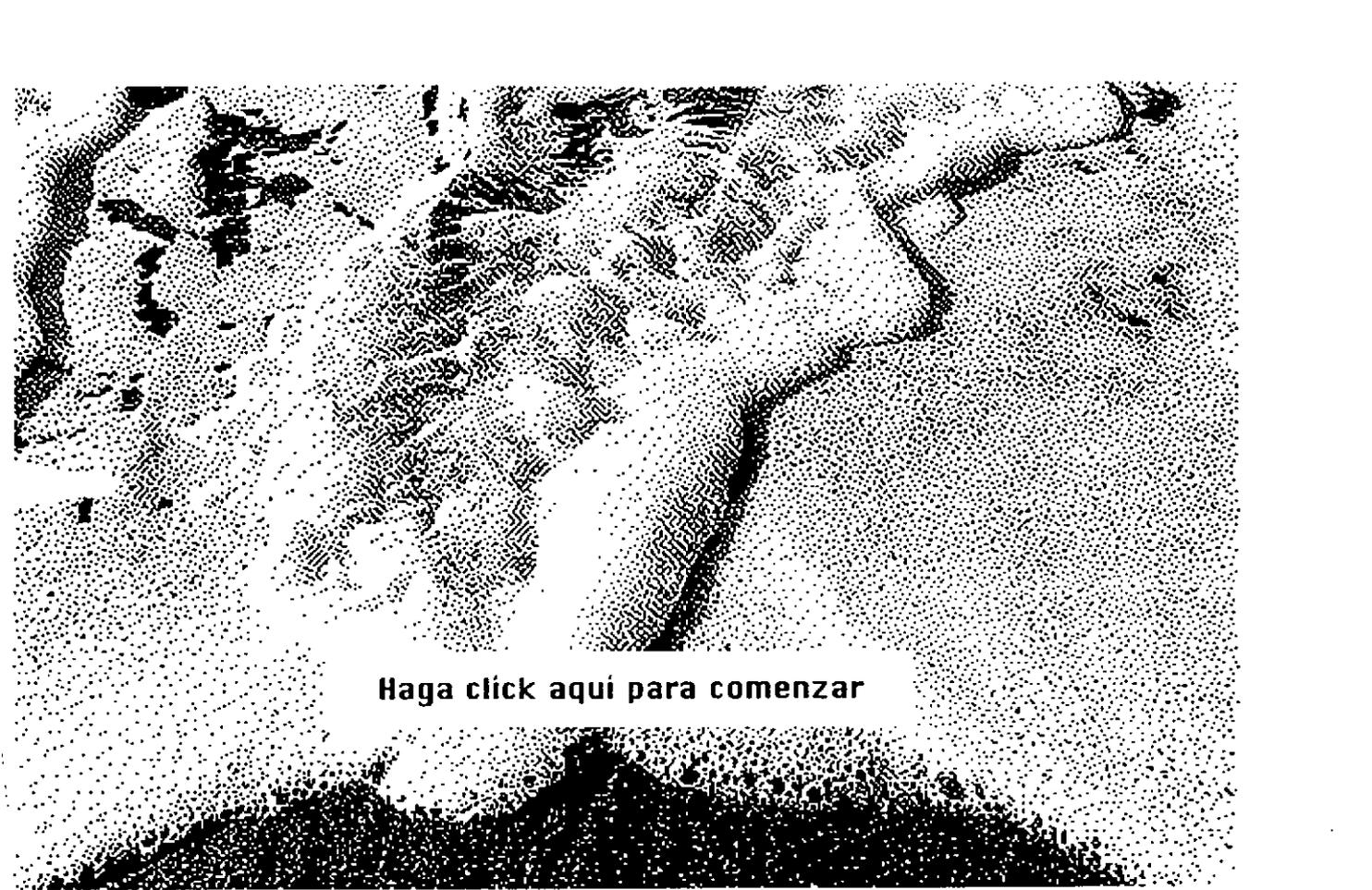


Cent	10
Vért	10
Ejes	10
Diag	10
Amb	-4
<b>total</b>	<b>36</b>

Opinión

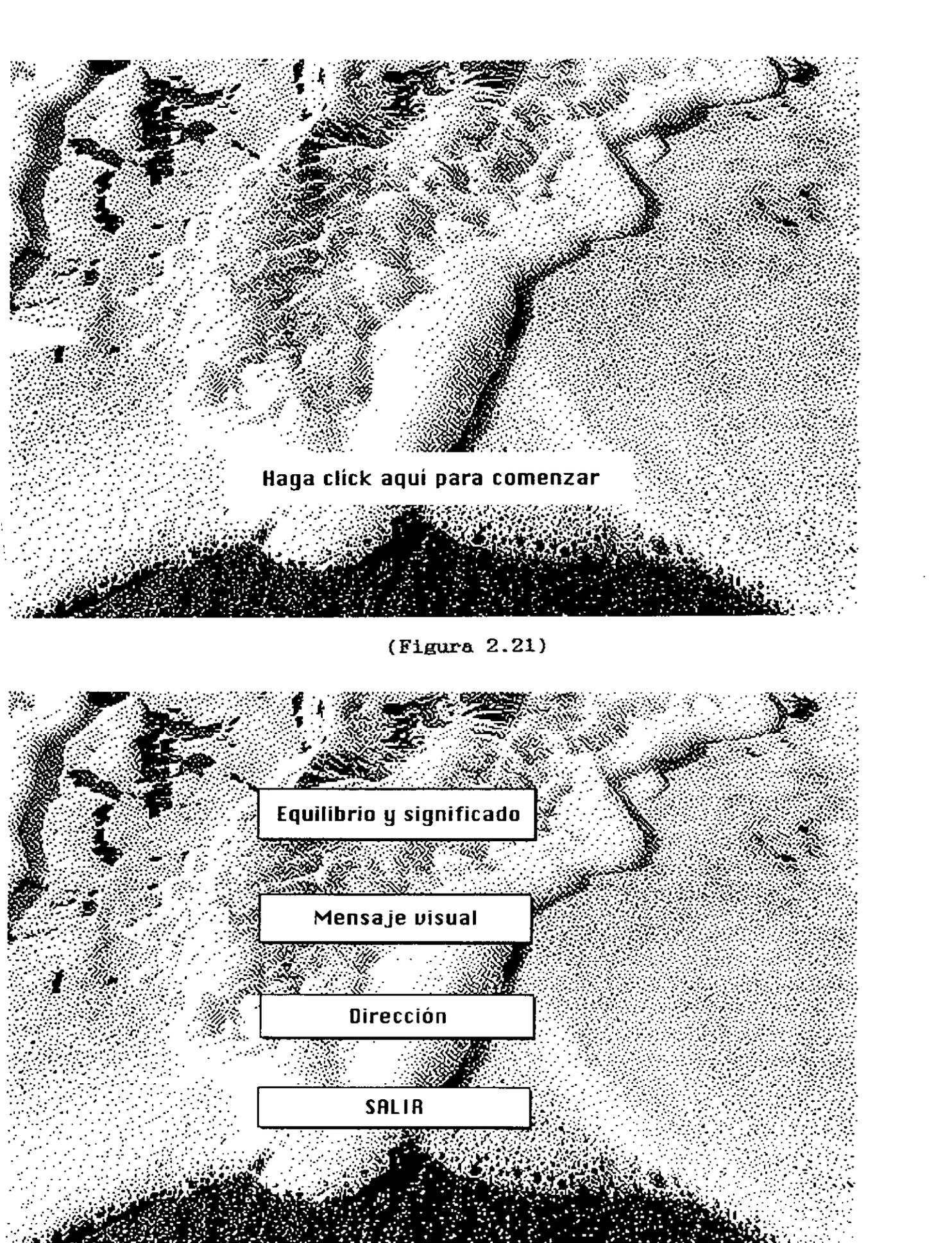


(Figura 2.20)



Haga click aqui para comenzar

(Figura 2.21)



Equilibrio y significado

Mensaje visual

Dirección

SALIR

(Figura 2.22)

## INTRODUCCION AL MODULO DE EQUILIBRIO Y SIGNIFICADO

En este módulo se presenta a su consideración una lectura de Rudolph Arnheim en la que trata uno de los temas centrales de la percepción visual: el **equilibrio**. El sistema intenta ayudarlo a comprender el texto.

Se proponen cuatro tipos de situaciones frente a las cuales usted debe proporcionar la solución más apropiada, de acuerdo al texto. Como ilustración, el sistema presenta también una serie de ejemplos.



(Figura 2.23)

## INTRODUCCION IDEA PRINCIPAL

La tarea consiste en identificar la idea principal, de acuerdo con lo expresado en el texto.

Luego de escoger la alternativa que considere más apropiada, el sistema le preguntará por el grado de seguridad que tenga sobre su respuesta.

Los puntajes se asignan de acuerdo a la siguiente tabla:



**Haga clic para acceder a las preguntas**

(Figura 2.24)

Las siguientes tablas muestran los puntajes que usted puede obtener al responder a las preguntas o problemas de este módulo.

La **AUTOEVAL** corresponde al grado de seguridad que usted se asigna.

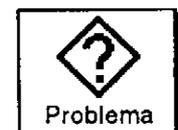
El **PUNTAJE** es asignado por el computador según la correspondencia entre su respuesta (apropiada o no) y su autoevaluación.

RESPUESTA	AUTOEVAL	PUNTAJE	RESPUESTA	AUTOEVAL	PUNTAJE
Apropiada	1	1	no apropiada	1	5
Apropiada	2	2	no apropiada	2	4
Apropiada	3	3	no apropiada	3	3
Apropiada	4	4	no apropiada	4	2
Apropiada	5	5	no apropiada	5	1

**Haga clic para acceder a las preguntas**

(Figura 2.25)

**Acerca de los tipos de preguntas**



(Figura 2.26)

Haga clic en el número de la opción que mejor exprese la idea principal



1

La figura es ambigua y resulta difícil decidir cuál de las configuraciones posibles es la propuesta. Se tiene la impresión de que el proceso de creación se ha detenido de pronto y se ha fijado accidentalmente en algún punto de su curso.



2

En una composición equilibrada todos los factores de forma, dirección y ubicación se determinan entre sí de tal modo, que parece posible ningún cambio, y la totalidad manifiesta el carácter de "necesidad" de todas sus partes.



3

Naturalmente, el artista pretende siempre expresar en su obra cierto tipo de variedad. Por ejemplo, en una de las pinturas de la anunciación de El Greco, el ángel es mucho más grande que la Virgen. Pero esta desproporción simbólica es ajustada, sólo porque está equilibrada por otros factores.



4

Una composición desequilibrada luce arbitraria y transitoria y, por consiguiente, se invalida. Sus elementos exhiben una tendencia a desplazarse o a alterar su forma de modo que se establezca un orden más adecuado a la estructura total.



(Figura 2.27)

Autoevaluación

Arnheim le  
asigna:

Arnheim frente  
a su respuesta  
opina:

Acumulado

**Haga click para continuar**

(Figura 2.28)

Un aspecto polémico en el diseño del programa radica en la validez de la jerarquización usada por los investigadores. De ahí que se requiera el juicio experto para validar las categorizaciones utilizadas. En el caso de la presente investigación, la jerarquización fue revisada cuidadosamente por las personas del grupo expertas en diseño industrial y que conocían a fondo el documento utilizado.

**+ Relaciones:** El texto se puede considerar como una red semántica en la cual las proposiciones se entrecruzan, mostrando las relaciones de significado y predicado entre sus términos. Se asume una estructura similar a la presentada por Novak (1982). En un grafo dirigido se expresan relaciones predicativas entre términos. Los nodos indican los términos, los arcos las relaciones y la dirección de la flecha la dirección del predicado (Figuras 2.29 y 2.30).

El supuesto que anima la introducción de estructuras semánticas en forma de redes es consistente con teorías cognitivas que afirman que el conocimiento se puede representar en forma de redes semánticas. Si esto es así, sería fácil, para quien ya tiene conocimiento resolver un rompecabezas de red semántica. Por otra parte, si no se ha formado el concepto, la lectura de un texto con el propósito de construir una red semántica puede ser un mecanismo muy efectivo para desarrollar la comprensión de textos.

La red semántica se construye a partir del análisis de los textos de Arnheim. La práctica de representar un texto en redes semánticas muestra que éstas son estructuras de una enorme capacidad de síntesis y que puede haber varias redes equivalentes para representar un mismo documento. Por otra parte, se pueden considerar redes parciales y, finalmente, una predicación puede representarse en una red que la desagrega en predicaciones de más bajo nivel. El sistema juega con redes incompletas, las cuales pueden ser completadas usando opciones de términos y relaciones. El problema queda resuelto cuando el estudiante logra establecer la coordinación correcta entre los elementos que presenta el sistema y los que aparecen en la red (Figuras 2.31 a 2.33).

Un trabajo complementario a esta investigación puede centrarse en aspectos como entrenamiento de estudiantes en lectura y construcción de redes semánticas y su relación con la comprensión de textos. Al avanzar sobre este último tópico se puede estudiar el valor potencial de estas estructuras para construir instrumentos de medición de la comprensión textual.

**+ Inferencias:** se presenta una premisa y tres proposiciones como alternativas de proposiciones que pueden derivarse de la premisa aplicando una implicación de la forma si A entonces B.

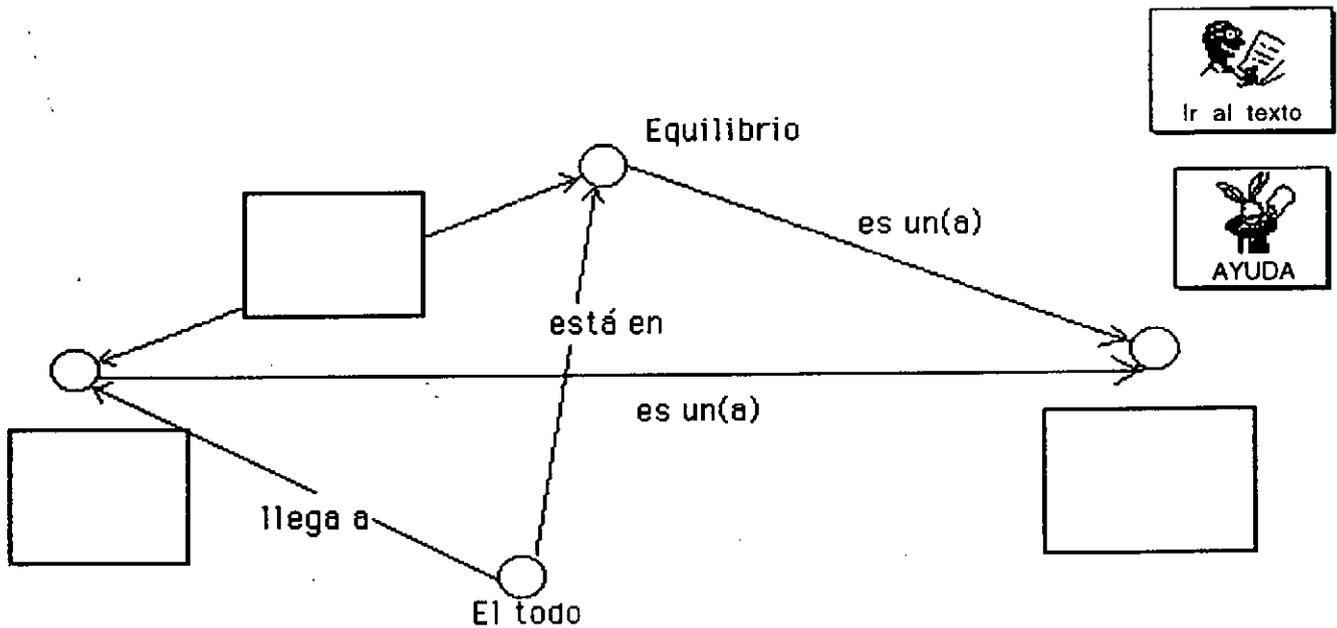
## RELACION DE CONCEPTOS

La tarea consiste ahora en relacionar los conceptos tratados en el texto. Para ello vamos a utilizar un grafo. Esta forma de grafo se denomina red semántica.

Para entender la forma de operar con el grafo, coloque el cursor sobre el botón de ayuda.

### Relación de conceptos

(Figura 2.29)

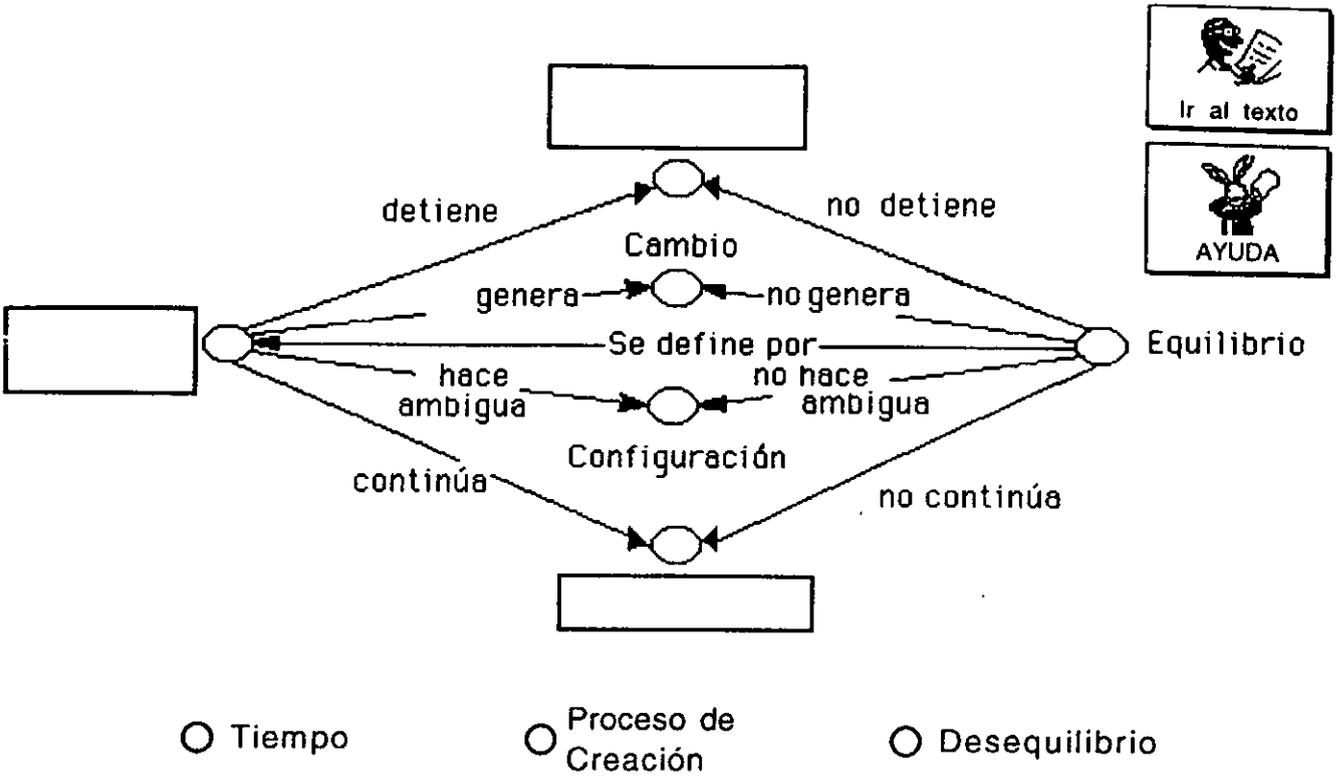


○ Situación de reposo

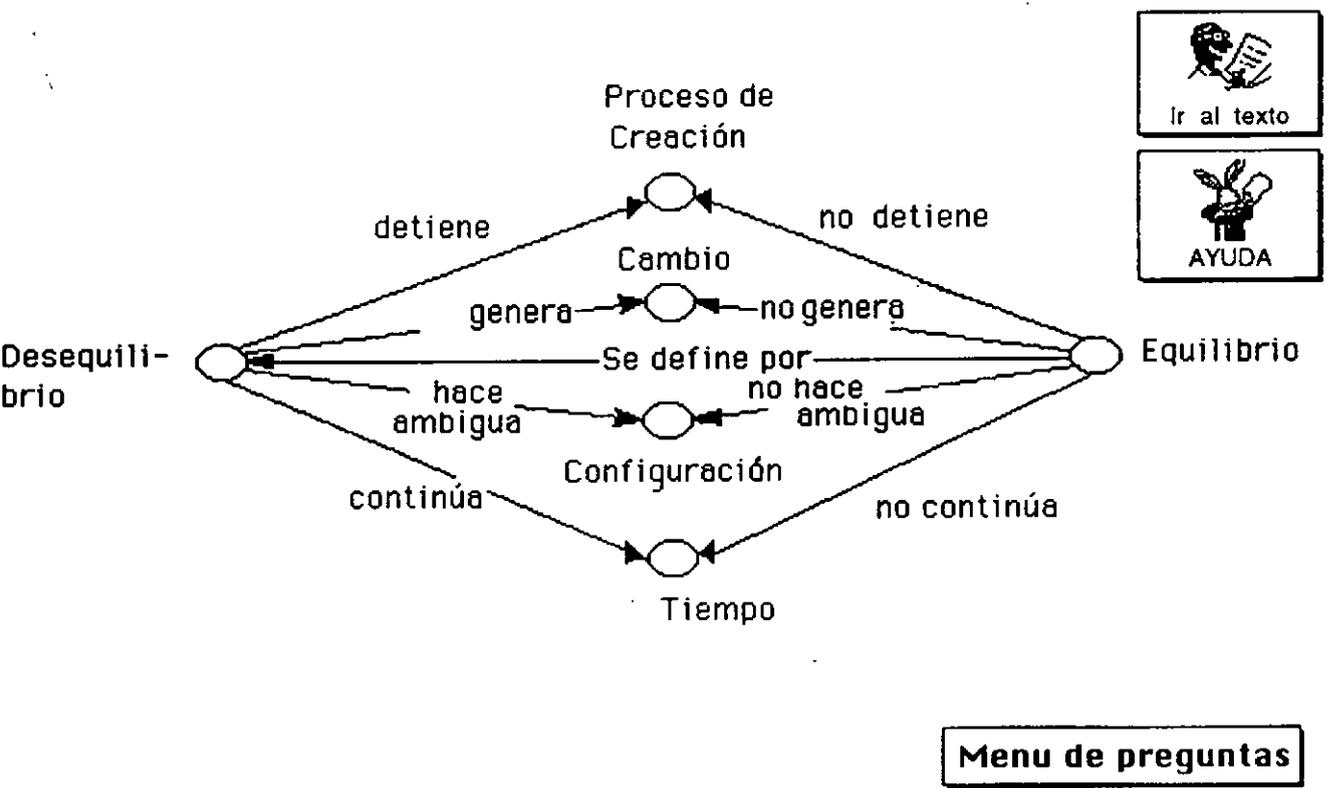
○ Estado de distribución de las partes

○ manifiesta

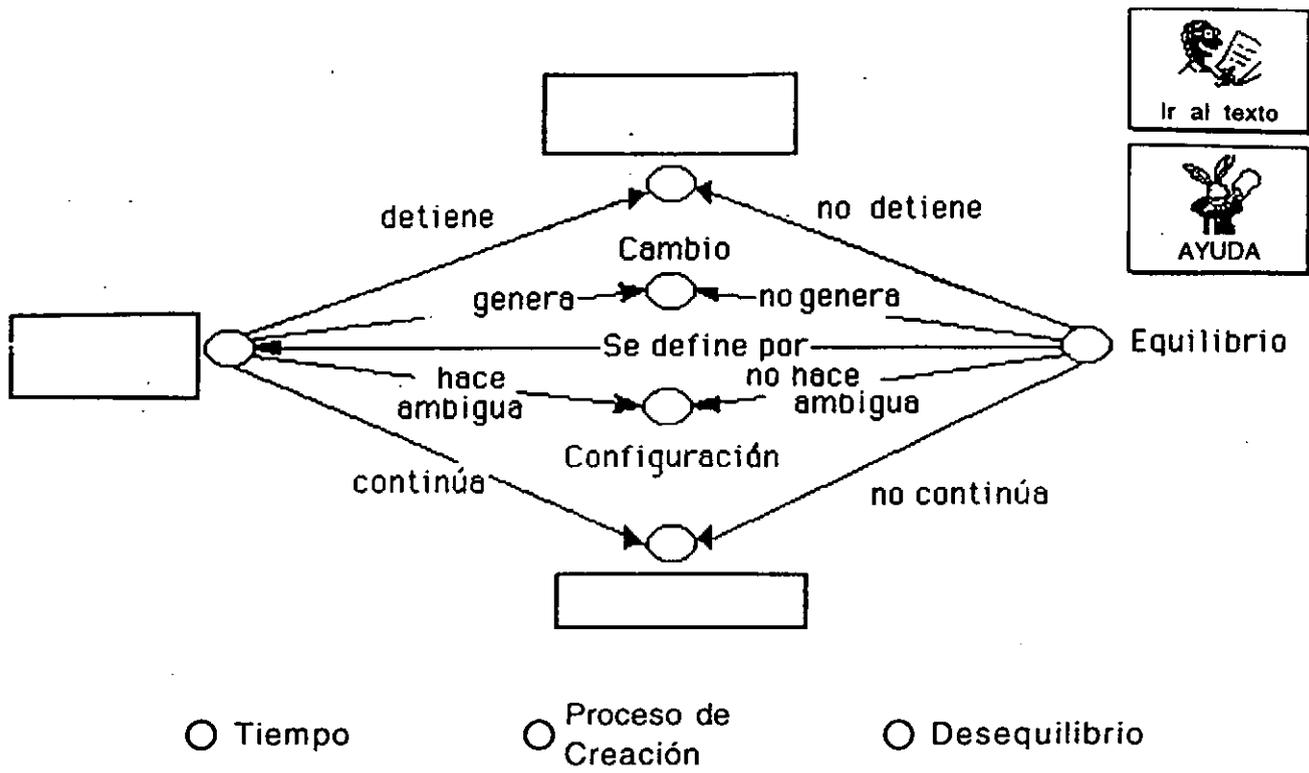
(Figura 2.30)



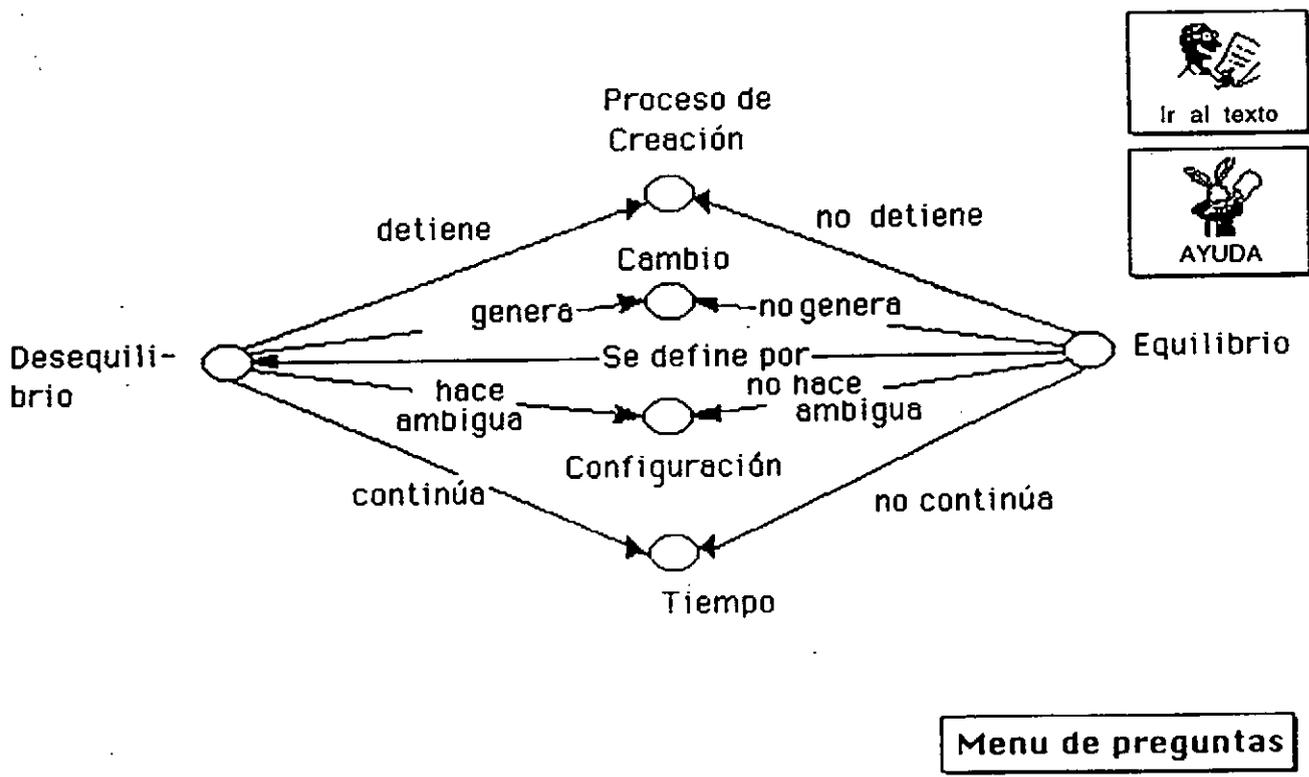
(Figura 2.31)



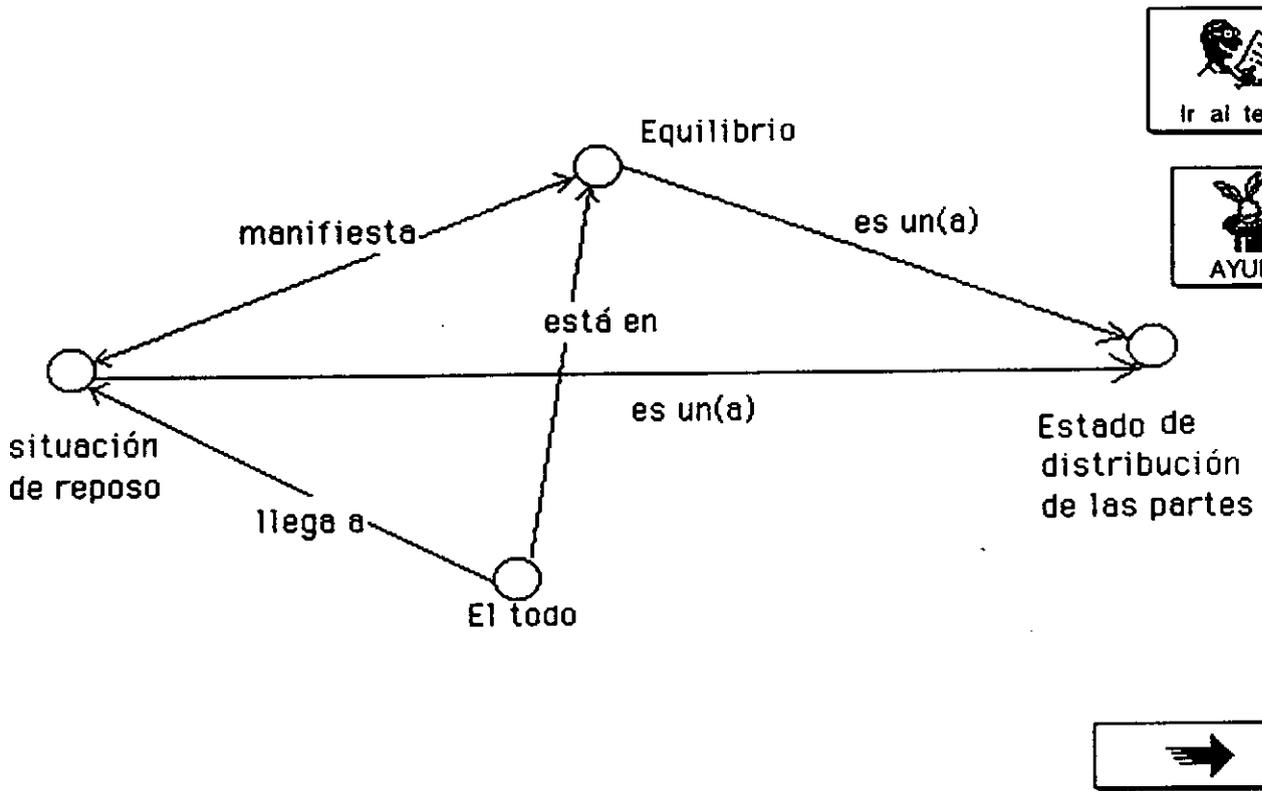
(Figura 2.32)



(Figura 2.31)



(Figura 2.3)



(Figura 2.33) ;

Un texto se puede mirar, desde el punto de vista lógico (proposicional, predicativa, modal, etc.) como la definición de un universo de discurso dentro del cual algunas proposiciones son válidas y otras no. Aquí asumimos el acercamiento de lógica proposicional. Otros acercamientos, como el de la lógica modal podrían ser objeto interesante de estudio en este contexto, pero, no son objeto de nuestra consideración en este momento (Figuras 2.34 y 2.35).

Consideramos que una dimensión de la comprensión de un texto está constituida por lo que podríamos denominar análisis de consistencia que definimos operacionalmente como la evaluación de implicaciones entre proposiciones lógicas.

**+ Problemas:** Se presenta una proposición y opciones gráficas que pueden satisfacer la proposición. Se trata de hallar la configuración para la cual la proposición es verdadera, de acuerdo con el texto de Arheim (Figura 2.36).

La frase de encabezamiento expresa la clase de problema presentada en el documento de Arheim. Las alternativas de solución presentadas son generadas aleatoriamente, cuidando que haya una solución consistente con el documento del autor, en tanto que las demás proposiciones sean distractores, es decir, sean inconsistentes. El mecanismo permite generar muchas alternativas de solución para la misma frase. De esta manera, si el estudiante usa este mecanismo repetidamente, llegará un momento en que la probabilidad de responder adecuadamente estará muy cercana a 1. En consonancia, con un planteamiento de solución de problemas, podría afirmarse que el espacio del problema del sujeto concuerda con el planteado por el programa y las relaciones son consistentemente almacenadas en memoria de largo plazo (Figuras 2.37 y 2.38).

**+ Ejemplos:** Se presentan configuraciones elaboradas de acuerdo con el texto de Arheim con sus correspondientes comentarios. Las situaciones ilustran la idea expresada en el comentario. El ejemplo pretende presentar situaciones relativamente elaboradas a partir de los postulados del documento en consideración. De esta manera se estimula el razonamiento haciendo pensar en situaciones donde un aprendizaje pueda ser transferido. Los ejemplos presentados, aunque son representativos del pensamiento del autor, son limitados en cantidad. El sistema puede ser enriquecido indefinidamente y evaluarse hasta qué punto la cantidad de ejemplos influye en la comprensión de un texto. Este no es tema directo de este trabajo (Figuras 2.39 y 2.40).

En los tres primeros procedimientos el estudiante desarrolla un proceso lógico para construir una respuesta. En el último caso el estudiante simplemente estudia el ejemplo 1

## INTRODUCCION A INFERENCIAS

La tarea propuesta ahora, consiste en elegir la conclusión correcta a partir de unas premisas o afirmaciones propuestas .

### Inferencias

(Figura 2.34)

Haga clic en la conclusión más coherente



Ir al texto

En una composición, la totalidad manifiesta el carácter de "necesidad", cuando:

Dicha composición es equilibrada.

Sus elementos afectan la forma de los objetos pictóricos.

Sus elementos están menos definidos que la figura humana.

Se le imponen fuerzas exteriores al mapa estructural.

(Figura 2.35)

## INTRODUCCION A PROBLEMAS

La tarea consiste ahora en seleccionar la opción que considere correcta a partir de las situaciones problemáticas propuestas.

### Problemas

(Figura 2.36)



¿Cuál de estas posiciones manifiesta un mayor equilibrio, según Arnheim?

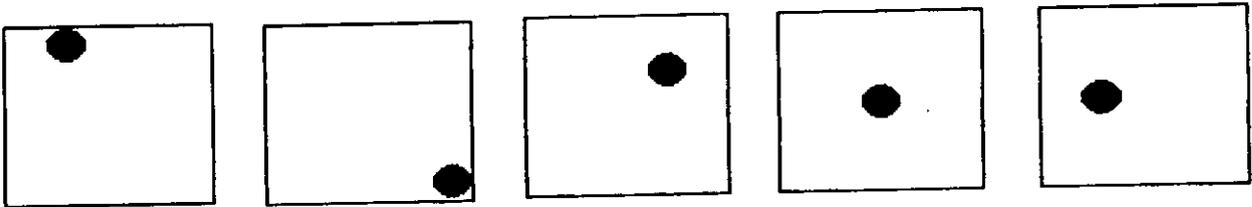


Haga clic en el disco que considere en la posición correcta

(Figura 2.37)

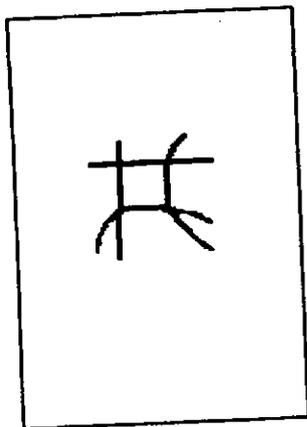


¿Cuál de estos discos se encuentra en una posición ambigua, según Arnheim?

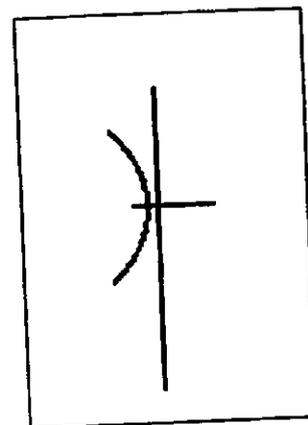


Haga clic en el disco que considere en la posición correcta

(Figura 2.38)



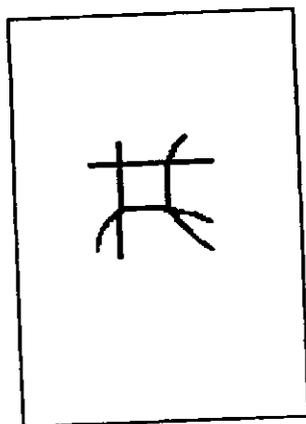
Ver comentario



Ver comentario



(Figura 2.39)



Ver comentario

Las relaciones no son decididamente rectangulares ni decididamente oblicuas. La longitud de las cuatro líneas no se diferencia lo suficiente como para que la vista se asegure de su desigualdad. La figura que vacila en el espacio, sin anclaje, se aproxima por una parte, a la simetría de una figura en cruz con orientación vertical-horizontal; y por otra, a la forma de una cierta clase de cometa con un eje de simetría diagonal

(Figura 2.40)

## **2.5.- NIVEL METACOGNITIVO**

El nivel metacognitivo está definido como la conciencia del propio proceso cognitivo llevado por el estudiante. En este trabajo el nivel metacognitivo está expresado por la autoevaluación de cada paso llevada a cabo por el estudiante. Se es consistente con el planteamiento de Derry y Murphy (1986) que definen la dimensión metacognitiva como la conciencia (awareness) que se tiene de un proceso de conocimiento.

Operacionalmente se definió para este trabajo, la autoevaluación como la valoración del nivel de seguridad que el estudiante tiene sobre su respuesta. Cuando el estudiante está seguro de que su respuesta es correcta, puede darse una puntuación alta de esta seguridad. Tener seguridad implica tener conciencia del criterio que hace que la respuesta sea una respuesta válida. Cuando el estudiante no está seguro su valoración no se atiene a un criterio y tiende a darse al azar.

El programa requiere que el estudiante valore el nivel de seguridad de la adecuación de su respuesta. Cuando coincide el puntaje con la autovaloración el puntaje es más alto que cuando hay discrepancias entre el nivel de seguridad de la respuesta con la adecuación de la respuesta. Una respuesta inadecuada asociada a un nivel de inseguridad como autoevaluación indica que el estudiante es conciente de que no entendió. El estudiante con respuestas consistentemente altas indica que está aprendiendo y que es conciente de su aprendizaje.

## **2.6.- LA RETROINFORMACION SOBRE LA AUTOEVALUACION.**

Este trabajo parte de que la autoevaluación es validable por medio de un criterio externo. El feedback o retroinformación es la información que se da sobre el proceso de autoevaluación en relación con un criterio externo. En cada una de las partes del programa se prevee la posibilidad de información específica al respecto, como se puede ver en la especificación de las condiciones experimentales (Ver Figuras 2.11, 2.14, 2.25 y 2.28)

## **CAPITULO 3.-**

### **ORGANIZACION DE LAS**

### **CONDICIONES EXPERIMENTALES**

#### **3.1.- CONDICIONES CON RESPECTO A LA RETROINFORMACION**

##### **3.1.1.- Condición 1: Se le exige autoevaluación y recibe retroinformación sobre autoevaluación. [Corresponde a la Versión 1]**

«En el caso del juego de agujeros negros y vectores, se le pide al sujeto que estime el número de intentos requeridos para encontrar la solución; se le da información sobre el número de intentos estimados y el número de intentos realizados; finalmente se le da información sobre el puntaje obtenido.

«En el caso del rompecabezas, se le solicita estimar el grado de seguridad que tiene sobre su respuesta y se le da retroinformación que expresa el puntaje de autoevaluación, la correspondencia con el pensamiento de Arnheim, el puntaje asignado por el sistema y el puntaje acumulado en cada paso.

En el caso de la verbalización, se le pide estimar el grado de seguridad sobre su respuesta, se le da información sobre el grado de seguridad estimado, la correspondencia de su respuesta con el pensamiento de Arnheim y el puntaje obtenido en cada respuesta.

En el caso de análisis de texto (idea principal, relaciones, inferencias y problemas) se pide estimar el grado de seguridad sobre la respuesta y se le da información sobre la autoevaluación, la concordancia con el pensamiento de Arnheim, el puntaje obtenido en cada paso y el puntaje acumulado.

##### **3.1.2.- Condición 2: Se le exige autoevaluación y no recibe retroinformación sobre la autoevaluación. [Corresponde a la Versión 2]**

«En el juego de los agujeros negros y los vectores se suprime la información sobre intentos estimados e intentos realizados.

◀En el rompecabezas no se da información sobre la correspondencia entre el grado de seguridad y el acierto de la respuesta. No tiene información sobre el puntaje obtenido como resultado.

◀En el caso del análisis de textos (idea principal, relaciones, inferencias y problemas) se pide al sujeto que estime el nivel de seguridad de su respuesta y se da información sobre si la respuesta es adecuada o no, pero no sobre la autoevaluación y su relación con la respuesta.

**3.1.3.- Condición 3: No se exige autoevaluación y por tanto tampoco hay retroinformación sobre su autoevaluación. Sí hay información sobre el puntaje obtenido en cada paso. [Corresponde a la Versión 3]**

### **3.2.- MODULO DE EVALUACION**

El módulo de evaluación es un cuestionario administrado directamente por el sistema. Su contenido es el mismo del de las unidades de entrenamiento.

El estudiante recibe las preguntas para ser respondidas, pero, no obtiene feedback sobre su respuesta. Cuando termina de responder el cuestionario el programa se cierra automáticamente (Figuras 3.1 a 3.7)

## MODULO DE EVALUACION

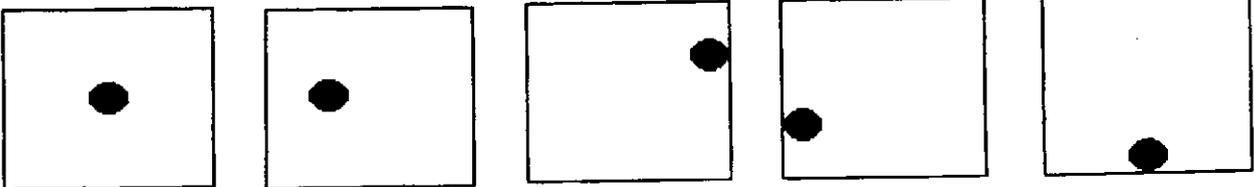
En este módulo se hacen preguntas referentes a las unidades temáticas que usted ya consultó.



(Figura 3.1 )

### PREGUNTA # 1

¿Cuál de estas posiciones manifiesta un mayor equilibrio, según Arnheim?

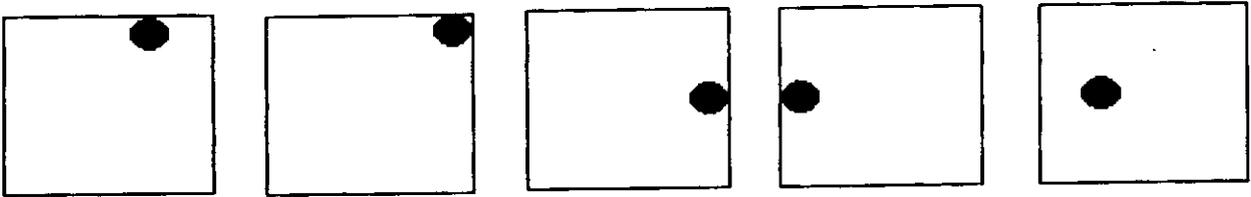


Haga clic en el disco que considere en la posición correcta

(Figura 3.2 )

PREGUNTA # 1

¿Cuál de estos discos se encuentra en una posición ambigua, según Arnheim?



(Figura 3.3 )

PREGUNTA # 1

Todo acto de percepción, de una composición, es un juicio perceptual, porque:

Los factores se determinan a partir de otras estructuras.

Las tensiones tienen negrura, ubicación y tamaño.

Esta determinado por la totalidad.

Todos los objetos se perciben como algo interdependientes.

(Figura 3.4 )

empleado en cada una de las tarjetas del programa y su trayectoria de navegación por el programa.

Los anteriores datos permitieron calcular cuantitativamente varias variables de interés para la investigación, así como reconstruir la ruta seguida por el usuario, con el objetivo de analizar las estrategias de búsqueda y solución de problemas.

Las variables de interés, además de la Versión, son las siguientes:

El Puntaje Total [PUNTOTOTAL], que mide la retención de conceptos por parte del estudiante, y está definida como la sumatoria de los puntajes obtenidos en el Módulo de Evaluación.

La Precisión de la autoevaluación [PREC\*\*\* - los asteriscos indican el submódulo respectivo] y su media [PROMPREC]. La precisión fue definida como el inverso de la diferencia en valor absoluto entre el estimativo efectuado por el estudiante y la correspondencia con los postulados de Arnheim. Esto es, un valor alto de precisión indica una menor diferencia entre la estimación y el resultado obtenido.

El Número de veces [No] , y su promedio [PRONUM], que cada usuario tuvo que intentar el problema antes de solucionarlo. Es pertinente recordar que el diseño de los submódulos trabajados en la Sesión 1 es tal que no permite al usuario pasar a un nuevo ejercicio si no ha encontrado la solución al que está trabajando.

El Tiempo Total [TIEMPTOTAL] empleado en recorrer el Módulo de Evaluación.

#### **4.1.- RETROINFORMACION Y APRENDIZAJE**

El análisis de varianza realizado entre Versión y Puntaje Total, que correlaciona nivel de retroinformación con aprendizaje (definido como retención de conceptos), arrojó los siguientes resultados, algunos de ellos no esperados.

En concordancia con los supuestos de la investigación, la Versión 1 parece favorecer una mayor retención de conceptos, evidenciada por la mayor media en el puntaje total (Tabla 4.1; las Versiones aparecen como "Group". Las Tablas y Gráficos aparecen al final del numeral 4.3.1). Sin embargo, surgen aquí dos cuestiones que es necesario examinar en mayor detalle.

La primera de ellas se refiere al hecho de que las diferencias entre versiones con respecto a ese puntaje total resultan ser no significativas (Ver Tablas 4.2 y 4.3); en contraste, las diferencias entre la Versión 1 y la Versión 3 resulta significativa al 95% (medida por el test Fisher PLSD), y las diferencias entre las versiones 1 y 2, así como entre las versiones 2 y 3 están muy próximas a este valor de significación con respecto al puntaje acumulado en el Módulo de Entrenamiento (Tabla 4.4)

estas dos variables, mientras que esa relación no es significativa cuando se trata de las variables Precisión Promedio y Puntaje Acumulado. [El valor de prueba de hipótesis nula - no hay relación entre las variables- es de  $t= 2.04$ ]

Los resultados anteriores refuerzan la apreciación de que la precisión de la autoevaluación es una característica del sujeto poco afectada por el nivel de retroinformación, y a la vez apuntan en la dirección de que una mayor precisión favorece una mayor retención de conceptos, tal como lo afirma la Hipótesis 2. Existe, sin embargo, un importante condicionante en la aseveración precedente, que se hace evidente al examinar las correlación entre submódulos sucesivos.

Con la excepción de los submódulos "Agujeros Negros" y "Agujeros Negros y Vectores", que plantean una tarea de características muy similares, no existe correlación significativa entre los puntajes obtenidos en módulos sucesivos. [Es decir, un buen puntaje en un módulo no garantiza un buen resultado en el submódulo posterior] (Gráficos 4.10 a 4.16). Es bueno recordar que los submódulos de "Rompecabezas", "Verbalización", "Equilibrio y Significado", "Mensaje Visual" y "Dirección" plantean tareas de naturaleza distinta a las de los dos submódulos iniciales, pero que las tareas de los últimos tres son similares entre sí, aunque se refieren a temáticas distintas.

Estos resultados sugieren, nuevamente, que nos encontramos frente al hecho de la dificultad de transferir información y conceptos de un contexto a otro, diferente ya sea por la naturaleza de las tareas o por el contenido de la temática. Al parecer, los estudiantes tienden a percibir los problemas sucesivos propuestos a lo largo de los diversos submódulos como un agregado de tareas diversas, sin relación entre sí. Al pasar de un contexto a otro (tareas de naturaleza diferente y/o temática diferente), la experiencia adquirida en el primer contexto se "pierde" como base para solucionar problemas en el segundo contexto. Ello implicaría, a su vez, que el grupo de estudiantes de la muestra tiene, en general, unas estrategias de búsqueda de soluciones poco desarrolladas, en concordancia con su carácter de "aprendices jóvenes" (Stenberg & Nigro, 180).

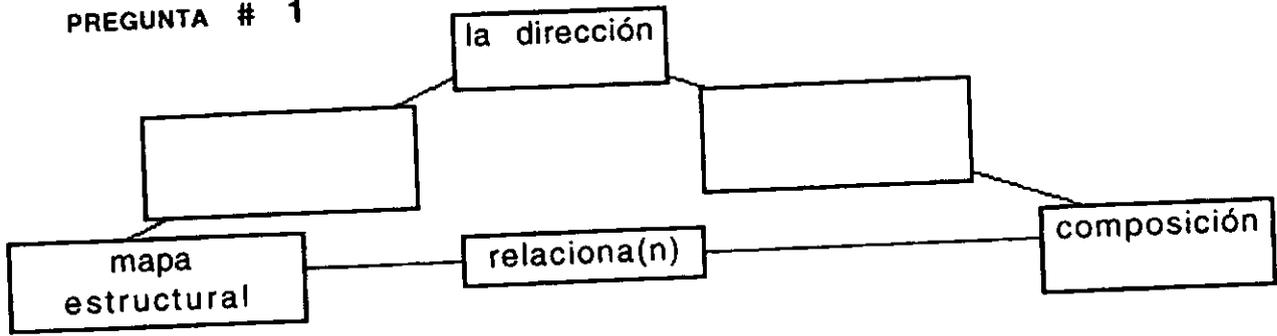
### **4.3.- ESTRATEGIAS DE BUSQUEDA DE SOLUCIONES**

#### **4.3.1.- Resultados del Análisis Estadístico**

El análisis estadístico de la relación entre las variables Versión y Número de intentos [No, PRONUM] muestra diferencias significativas interesantes en lo que respecta a las estrategias de búsqueda por parte de los estudiantes, en procura de encontrar soluciones a lo largo de su navegación por el software.

Mientras que las diferencias Versión 1 v.s. Versión 3, y Versión 2 v.s. Versión 3 son significativas en lo tocante a esa relación, la diferencia Versión 1 v.s Versión 2 no lo es (Tabla 4.10). Los sujetos de las versiones con algún nivel de retroinformación sobre la certeza de las respuestas (1, 2) recorrieron, en promedio, dos veces y media cada ejercicio

PREGUNTA # 1

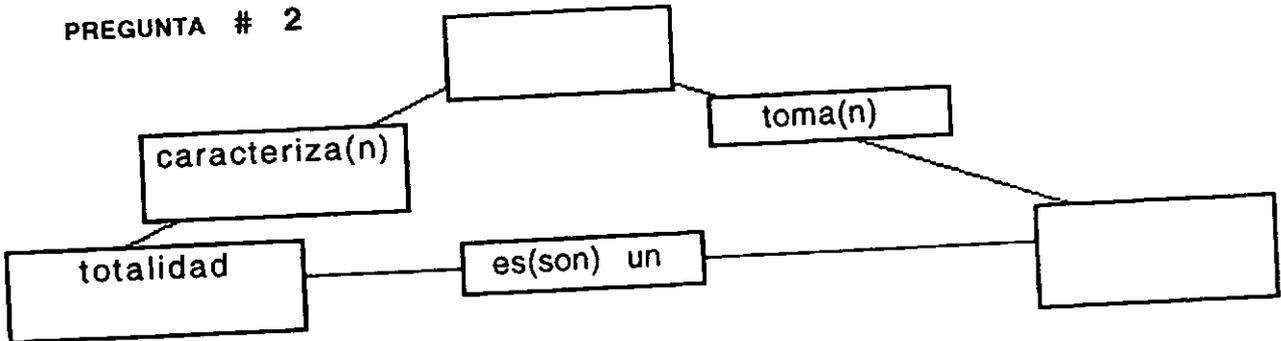


afecta(n)

influye(n) en

(Figura 3.5 )

PREGUNTA # 2



estructura inducida

percepto

(Figura 3.6 )

PREGUNTA # 1

Haga clic en el número que corresponda a la mejor opción para expresar el concepto de equilibrio

1

El fenómeno del equilibrio se relaciona con lo que antes afirmara acerca del carácter de juicio perceptual de todo acto de percepción. El dirigible que flotara en el universo vacío no sería ni grande ni pequeño; no volaría alto ni bajo; ni veloz ni lento; no estaría detenido ni se desplazaría en dirección

2

En una composición equilibrada todos los factores de forma, dirección y ubicación se determinan entre sí de tal modo, que no parece posible ningún cambio, y la totalidad manifiesta el carácter de "necesidad" de todas sus partes.

3

Toda cualidad visual debe definirse por su medio espacial o temporal. Esto es justamente lo que hace una estructura equilibrada.

4

La desigualdad de tamaño entre dos figuras, en sí misma, carecería de finalidad y, por lo tanto, de significación. Sólo en apariencia resulta paradójico afirmar que el desequilibrio puede expresarse sólo por el equilibrio, así como la disonancia se señala por la armonía, o la variedad por la unidad.

(Figura 2.47)

## **CAPITULO 4.-**

### **ANALISIS E INTERPRETACION DE DATOS**

El interés central de la investigación ha residido en evaluar el papel de la autoevaluación que hace el estudiante de su trabajo (nivel metacognitivo) en el desarrollo de sus estrategias de solución de problemas. Por esta razón, como ya se ha explicado, se desarrollaron tres versiones distintas del programa, diferenciadas por el nivel de interacción con el usuario así (Ver 3.1.- Condiciones con Respecto a la Retroinformación):

La **Versión 1** efectúa preguntas acerca del grado de seguridad que el estudiante tiene sobre sus respuestas y proporciona información al usuario sobre la correspondencia entre esas respuestas y los postulados de Arnheim, tomados como base teórica del programa.

La **Versión 2** también plantea las mismas preguntas de la Versión 1, pero no reporta información alguna sobre la correspondencia de las respuestas del estudiante.

La **Versión 3** carece por completo de este tipo de interacción con el usuario.

Además, es conveniente recordar aquí que cada uno de los usuarios, repartidos aleatoriamente entre las tres versiones, completó su recorrido por el programa en tres sesiones diferentes, repartidas así:

**Sesión 1:** Navegación por los submódulos de Percepción Visual [búsqueda de agujeros negros; búsqueda de agujeros negros y vectores; y, armar rompecabezas] y un submódulo de Verbalización de la experiencia de percepción visual (Ver Gráficos 2.1-2.6).

**Sesión 2:** Navegación por los submódulos de análisis de textos centrados cada uno en un tema importante de la teoría de Arnheim [Equilibrio y significado; Mensaje visual; y, Dirección]. Aquí el estudiante puede escoger libremente su ruta a partir de un Menú Principal, y entrar a uno o varios tipos de ejercicios [identificar idea principal; establecer relaciones; extraer inferencias; resolver problemas; o, consultar ejemplos]

Las dos anteriores sesiones conforman la navegación por el Módulo de Entrenamiento, previo al Módulo de Evaluación, al que se entra enteramente en la **Sesión 3** y que contiene preguntas de respuesta múltiple sobre los diferentes temas presentados en el Módulo del Entrenamiento.

Adicionalmente, y como también se mencionó antes, el programa crea un protocolo por cada uno de los usuarios con datos acerca del puntaje obtenido en cada submódulo, la estimación del grado de seguridad en las respuestas (para las versiones 1 y 2), el tiempo

Este resultado hace prever que no habrá una correlación significativa entre los puntajes alcanzados en el Módulo de Entrenamiento y el Módulo de Evaluación, como en efecto sucede (Ver Gráfico 4.1)

Aunque no puede afirmarse que el entrenamiento no tenga ningún impacto sobre los resultados de la evaluación, como lo parece sugerir esta correlación no significativa, lo cierto es que un buen rendimiento en la etapa de entrenamiento no garantiza el éxito en la evaluación final. Este resultado es menos extraño de lo que podría pensarse, ya que concuerda con un fenómeno suficientemente documentado en la literatura (ver p. ej. Perkins, 1986; McCormick et al, 1994; Spearman en Boudon, 1972) desde los orígenes de los esfuerzos por efectuar mediciones de la inteligencia humana a comienzos de este siglo. Los resultados en las diferentes pruebas no dependen exclusivamente de una aptitud general del sujeto, que podríamos denominar "inteligencia", sino también de factores específicos relacionados con la naturaleza de las diversas pruebas y con otras situaciones no controlables ( estados de ansiedad, duda, tensión, etc.). estas afirmaciones se han traducido en la conocida fórmula de Spearman, que relaciona el puntaje  $Z_{ij}$  obtenido en una prueba determinada  $j$  por el sujeto  $i$ , así:

$$Z_{ij} = a_i F_i + e_{ij}$$

donde el coeficiente  $a_i$  pondera la importancia de la aptitud  $F_i$  y  $e_{ij}$  los factores específicos.

Dicho de otra manera, los conceptos o la información adquiridos dentro de un contexto particular (en este caso, el Módulo de Entrenamiento) no se transfieren fácil e inmediatamente a otro contexto diferente (en este caso, el Módulo de Evaluación). Sobre este asunto volveremos más adelante.

La segunda cuestión a examinar es que, no obstante que las diferencias entre versiones de la correlación Versión (es decir, nivel de retroinformación) v.s. Puntaje Total (es decir, retención de conceptos) no son significativas, llama la atención el hecho de que la media para la Versión 2 (preguntas más no respuestas) sea menor que para la Versión 3 y que la dispersión en esta versión sea la mayor de las tres (Tabla 4.5). Sería de esperar una secuencia descendente, tal y como ocurre con el Puntaje Acumulado en el Módulo de Entrenamiento ( Tabla 4.6 )

Aunque resulta arriesgado efectuar afirmaciones con base en este tenue resultado estadístico, el hecho de que la Versión 2 tenga la menor media y la mayor desviación estándar podría interpretarse como manifestación de un fenómeno que tiene incidencia en el diseño de software educativo. Este fenómeno sería una especie de "ruido" introducido en la retención de conceptos (es decir, el "ruido" no parece afectar las tareas inmediatas, como lo sugiere la secuencia descendente en el Puntaje Acumulado, pero sí la posterior retención. Recuérdese que Puntaje Total se refiere al Módulo de Evaluación) por el hecho de que se hacen preguntas que no obtienen respuestas. El usuario "esperaría" que el computador respondiese, pero la falta de interacción generaría una "incertidumbre" frente a la cual

jugarían con mayor fuerza las diferencias personales de los sujetos, dando como consecuencia la mayor dispersión. Este punto merece mayor estudio posterior.

Hasta aquí, la estadística no ha mostrado diferencias significativas mayores entre las tres versiones, ni en el comportamiento de los dos sexos, en lo referente a retención de conceptos. Como veremos más adelante, el examen de otros resultados si mostrará diferencias significativas en una cuestión importante para el aprendizaje del diseño como es en las estrategias de búsqueda de soluciones, pero no revelará diferencias significativas entre los dos sexos. Este último aspecto, que no era uno de los propósitos centrales de esta investigación, merece también atención posterior más detallada.

#### **4.2.- PRECISION DE LA AUTOEVALUACION Y APRENDIZAJE**

Intentaremos ahora una prueba de las tres hipótesis centrales de la investigación, que recordaremos aquí:

**HIPOTESIS 1:** La Precisión de la Autoevaluación aumenta en función de la Retroinformación,

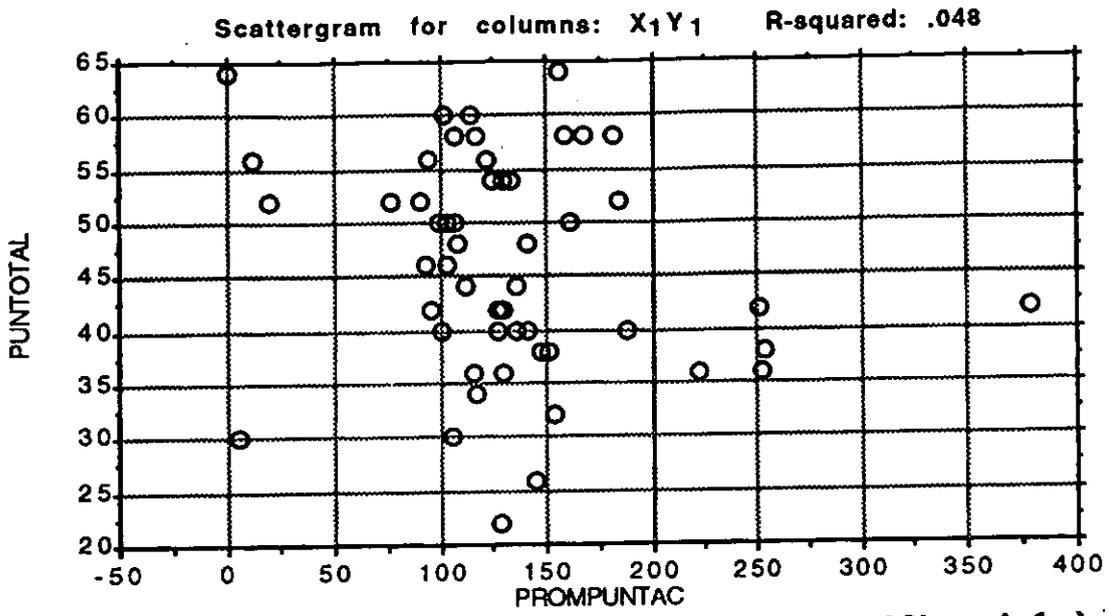
**HIPOTESIS 2:** La mayor Precisión de la Autoevaluación favorece una mayor Retención de Conceptos.

**HIPOTESIS 3:** Existen diferencias significativas entre los estudiantes que autoevalúan su aprendizaje y quienes no lo hacen.

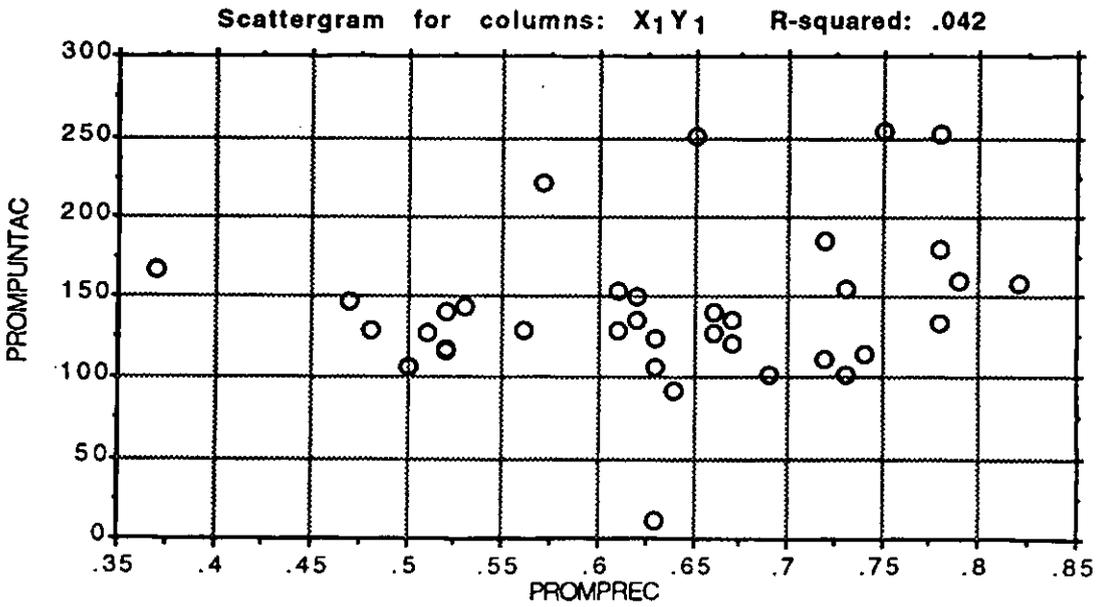
Los datos estadísticos examinados muestran que la Precisión de la Autoevaluación no parece ser influida por el nivel de retroinformación (Tablas 4.7 y 4.8), ya que no existen correlaciones significativas entre Versión (que mide el nivel de retroinformación) y la precisión de la autoevaluación, definida como se explicó antes. Tampoco parece existir una correlación significativa entre la Precisión de la Autoevaluación y la retención de conceptos, medida por los puntajes en los módulos de Entrenamiento [PROMPUNTAC] y de Evaluación [PUNTTOTAL]. Ver Gráficos 4.2 y 4.3.

Esto tiende a negar la Hipótesis 1, puesto que la precisión parece ser más una característica del sujeto, al parecer poco afectada por la estructura del software. Las razones se exploran a continuación, examinando otras correlaciones. Es preciso señalar antes, que las diferencias de sexo son menos significativas que el nivel de retroinformación, en lo que respecta a la precisión de la autoevaluación.

La correlación entre los puntajes obtenidos en cada submódulo y su correspondiente precisión es significativa ( Gráficos 4.4 a 4.9 ) y ello ocurre en todas las versiones. Por otra parte, aunque la correlación entre la precisión promedio y los puntajes globales no mostró diferencia significativas, la prueba t de Student arrojó un resultado diferente (Tabla 4.9). En efecto, el valor t para la regresión entre la Precisión Promedio y el Puntaje Total obtenido en el Módulo de Evaluación indica que hay una relación significativa entre



(Gráfico 4.1 )



(Gráfico 4.2 )

antes de encontrar la solución adecuada, los sujetos de la versión sin esta retroinformación estuvieron cercanos a las ocho veces en promedio (Tabla 4.11).

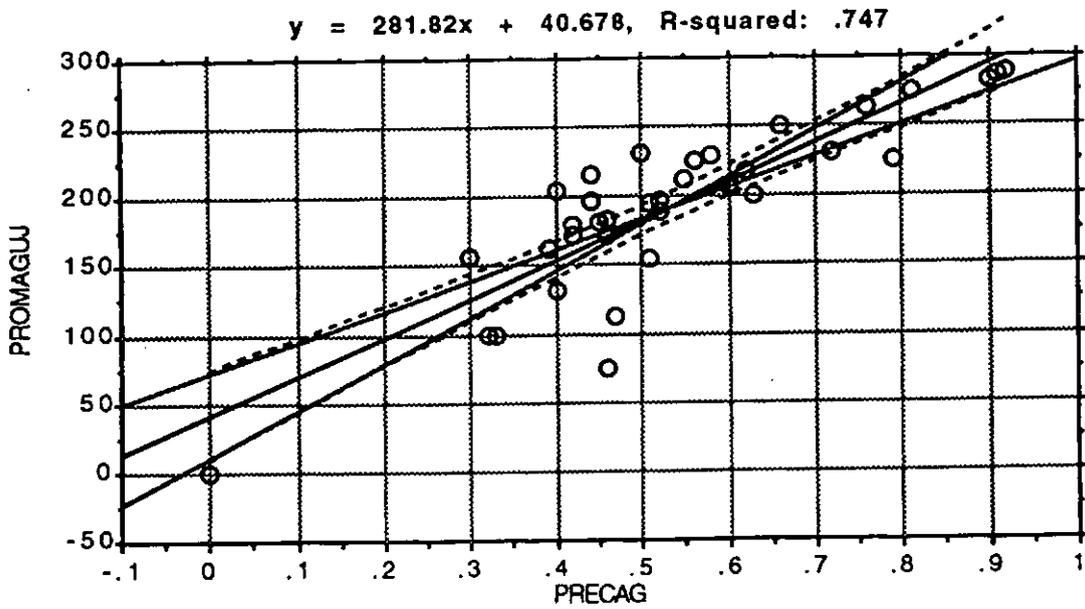
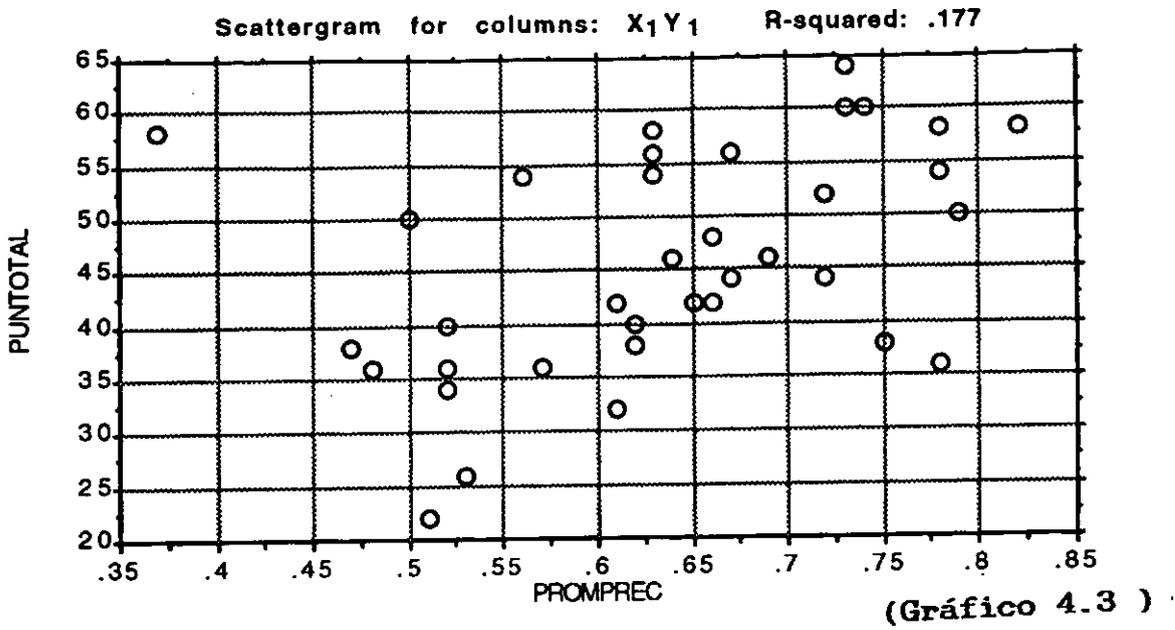
Ello parece indicar que, si bien la precisión es un factor dependiente del sujeto que no es afectada por el nivel de retroinformación del software, como ya lo vimos, esta estructura del software sí parece ponerla en juego cuando se trata de las estrategias de búsqueda. El aspecto común a las versiones 1 y 2, y que las diferencia de la versión 3, reside en las preguntas acerca del grado de seguridad de la certeza (subjetiva) del usuario en sus respuestas. Este tipo de preguntas, del nivel metacognitivo, aunque no parecen mejorar la retención de conceptos ni impactar el grado de precisión en la autoevaluación, definitivamente sí parecen mejorar las estrategias de búsqueda, como lo evidencia el menor número de intentos realizados antes de encontrar la solución a un problema.

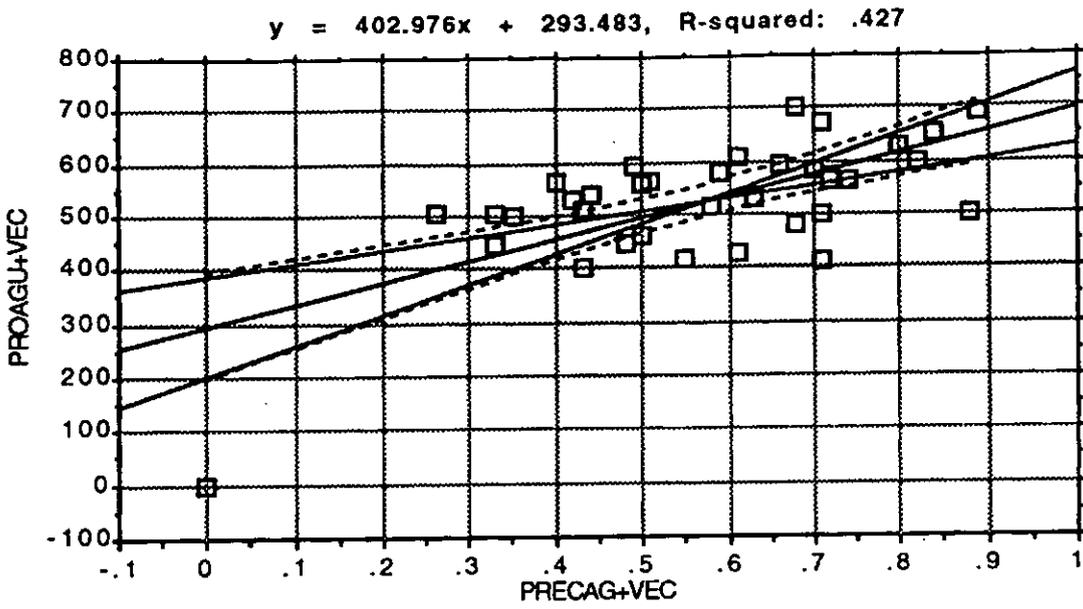
Antes de explorar este resultado un poco más, es preciso señalar que llama la atención el que la diferencia Versión 1 v.s. Versión 2 no sea significativa en lo referente a la relación Versión - Número de intentos. En el apartado anterior se discutió que, en lo relacionado con la retención de conceptos, la Versión 2 parecía introducir una especie de "ruido" debido a la información incompleta. Este fenómeno no se manifiesta en este caso, lo cual parecería indicar que las aptitudes relacionadas con la retención de conceptos operarían en un nivel distinto al de las aptitudes relacionadas con las estrategias de búsqueda. Este asunto merece una atención especial en nuevas y posteriores etapas de la investigación.

El fortalecimiento de las estrategias de búsqueda de soluciones es un resultado importante, sobre si se mira con respecto al propósito central del software, cual es el Aprendizaje del Diseño. Según lo discutido en las bases teóricas del diseño del software (Capítulo 1), la capacidad de diseño está relacionada por una parte, con un conocimiento supraordenado (en términos de Novak), el cual permitiría establecer relaciones nuevas y originales entre conceptos aparentemente desconectados entre sí (es decir, no relacionados a niveles inferiores de conceptualización); y, por la otra, con la experiencia previa del diseñador (Goel & Pirolli, 1992), que no es otra cosa que la construcción de estrategias poderosas de búsqueda de soluciones.

En este punto de la discusión, la conclusión más importante sería entonces, que si bien la estructura del software no parece impactar las aptitudes de precisión de la autoevaluación y de retención de conceptos (relacionadas con el conocimiento supraordenado), la introducción de un nivel metacognitivo en la estructura del software sí parece contribuir al fortalecimiento de las estrategias de búsqueda por parte de los estudiantes (relacionada con la experiencia previa).

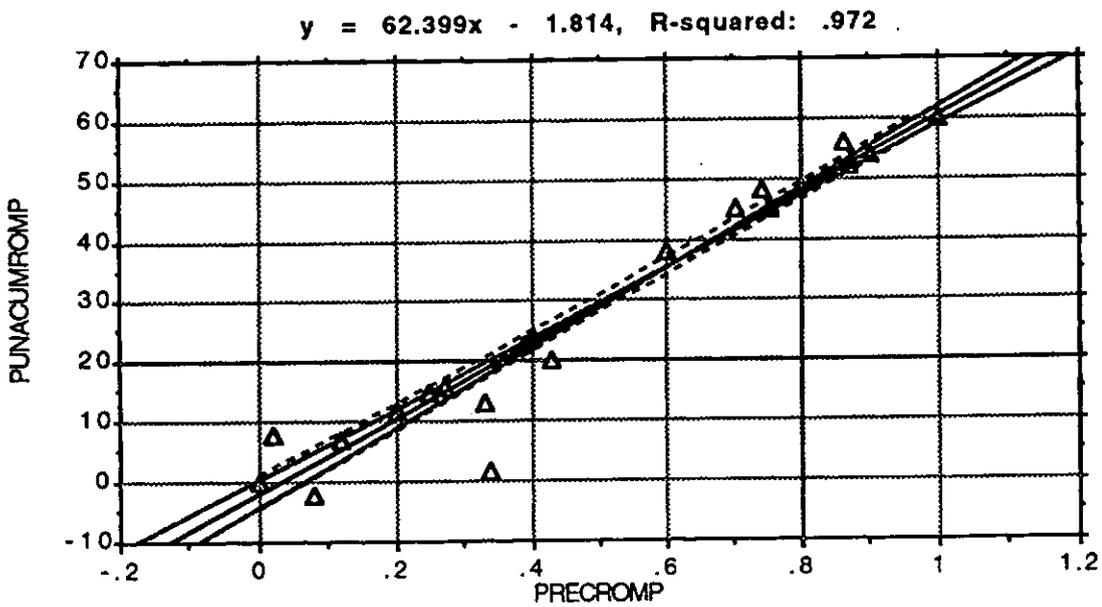
La reconstrucción de las rutas de navegación y el análisis de los protocolos filmados y grabados de algunos de los sujetos permitirá una exploración más detallada de este aspecto, como se muestra a continuación. Antes, es preciso señalar que este resultado tiende, así mismo, a señalar que hay, desde el punto de vista de las estrategias de búsqueda, diferencias significativas entre los estudiantes que autoevalúan su aprendizaje y quienes no lo hacen, tal y como lo afirma la Hipótesis 3.





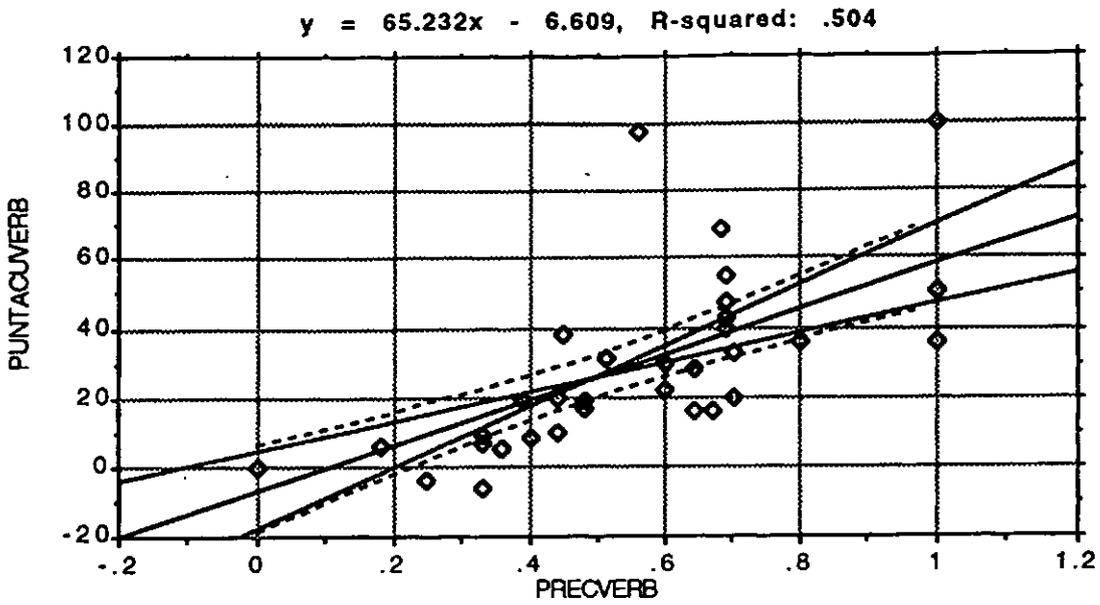
CON BANDAS DE CONFIANZA A 95%

(Gráfico 4.5 )

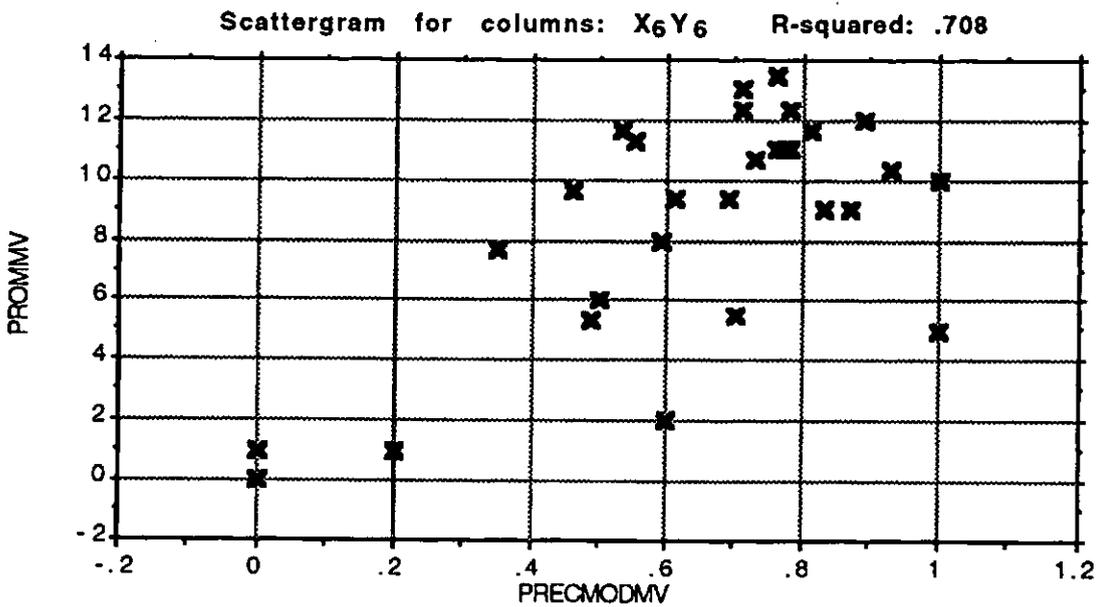


CON BANDAS DE CONFIANZA A 95%

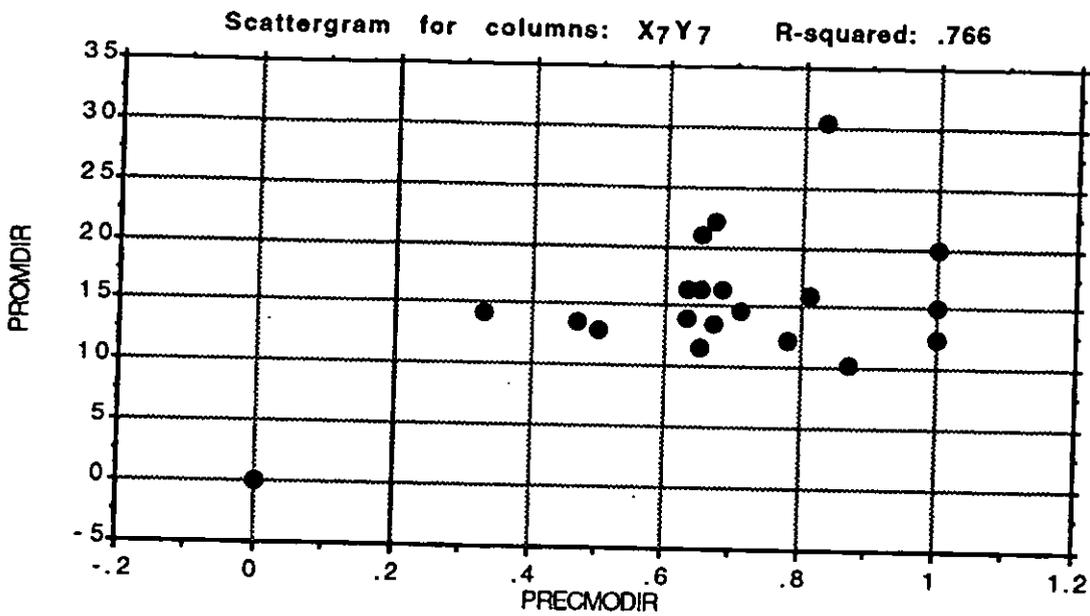
(Gráfico 4.6 )



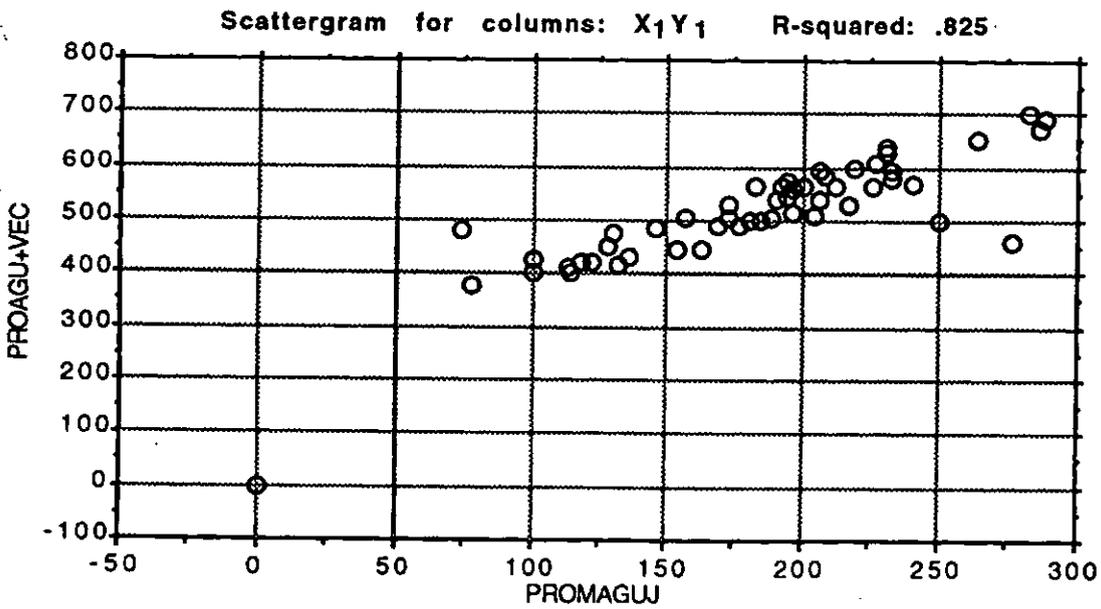
CON BANDAS DE CONFIANZA A 95% (Gráfico 4.7 )



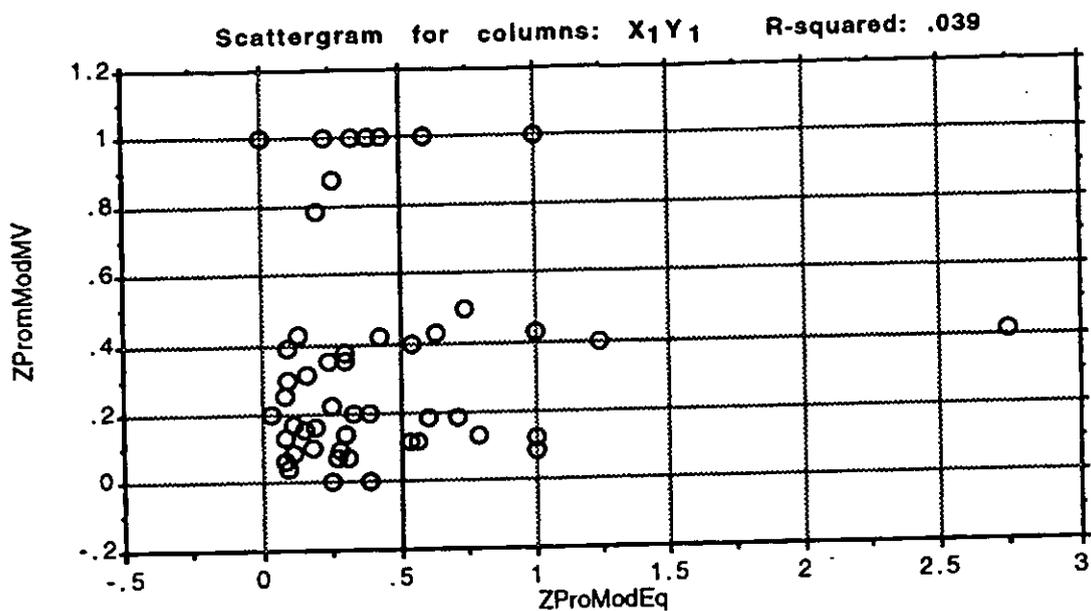
(Gráfico 4.8 )

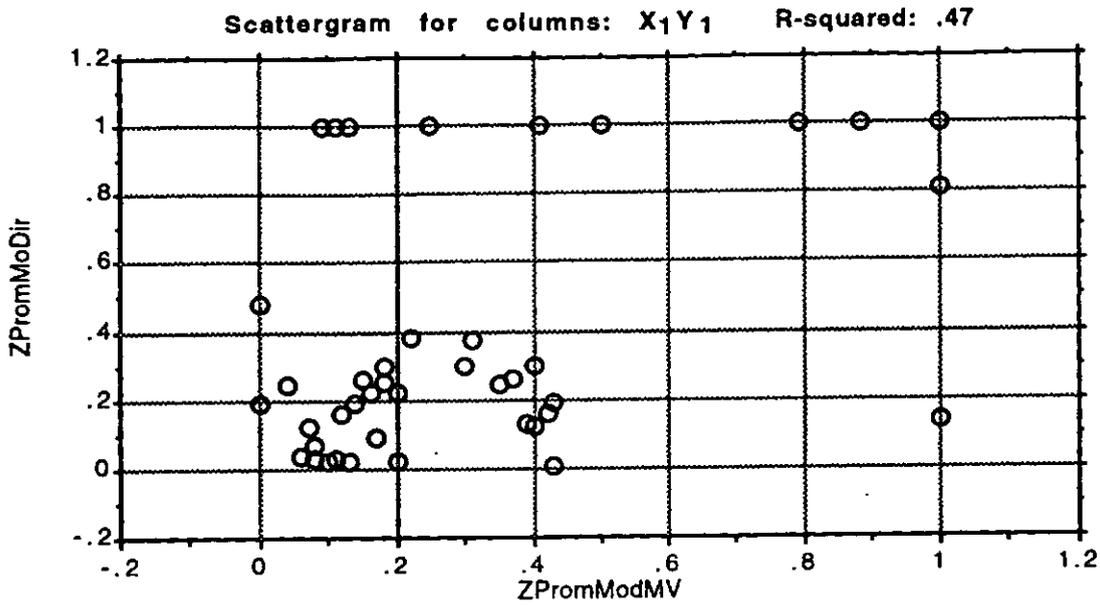


(Gráfico 4.9 )

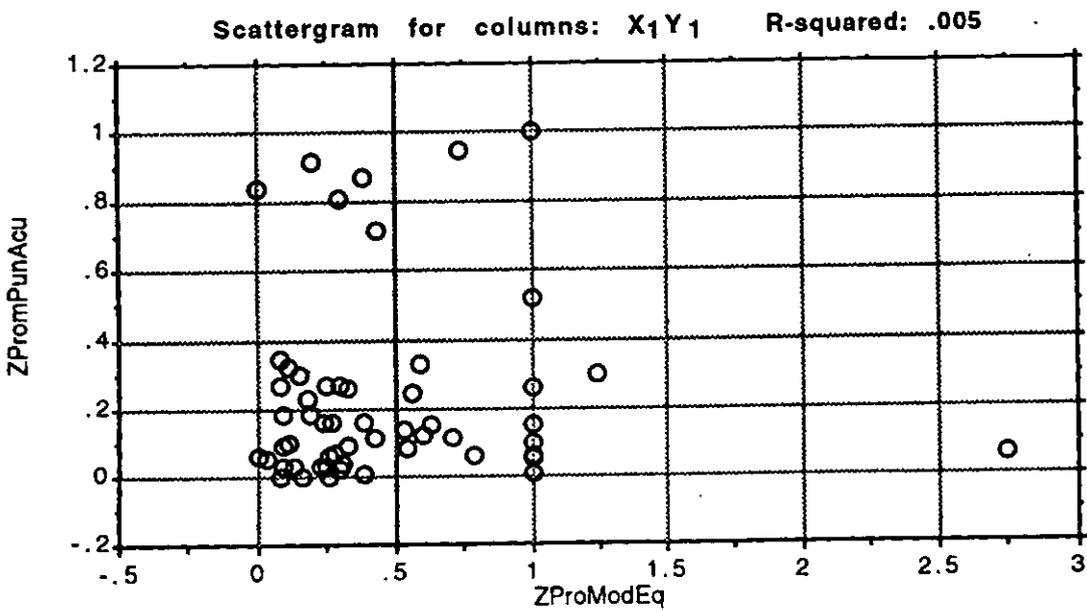


(Gráfico 4.10 )

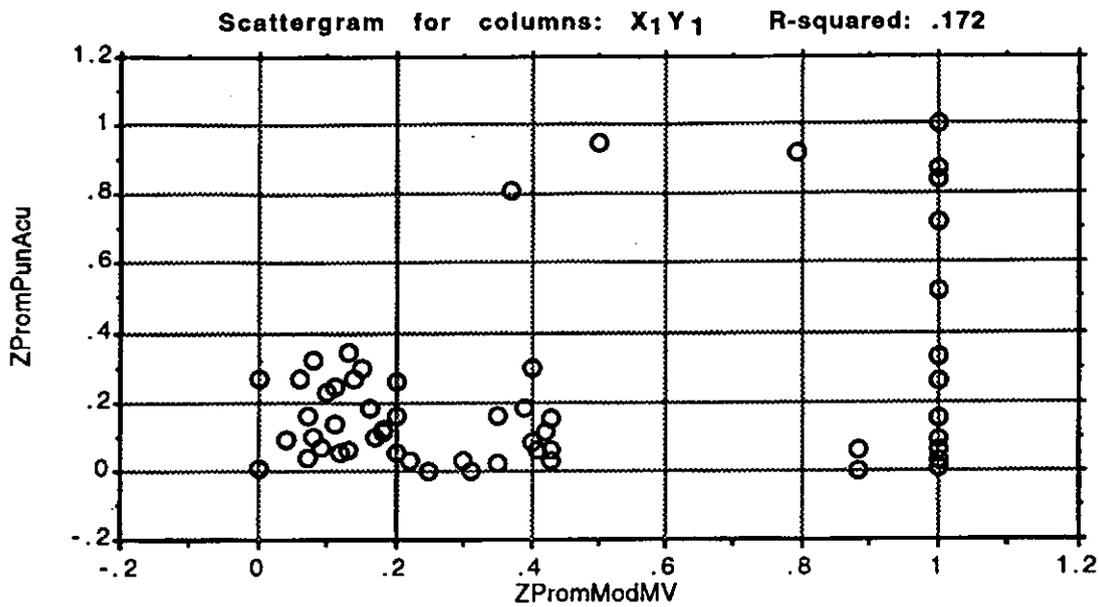




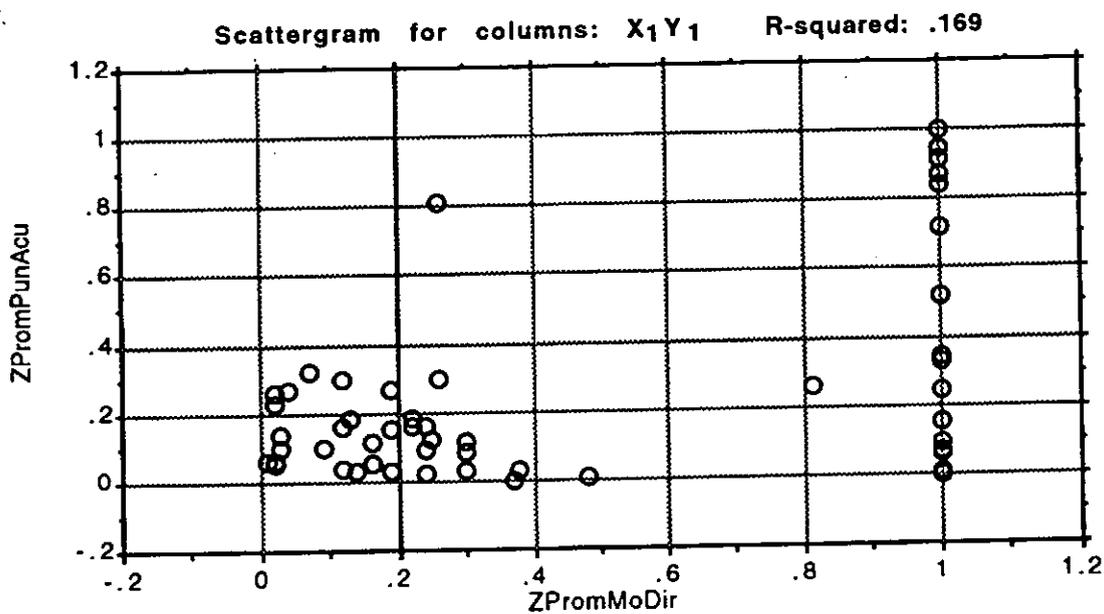
(Gráfico 4.13 )



(Gráfico 4.14 )



(Gráfico 4.15 )



(Gráfico 4.16 )

The AB Incidence table on Y<sub>1</sub>: PUNTOTAL

sexo:		m	f	Totals:
versión	level 1	15 47.733	3 48	18 47.778
	level 2	11 45.636	7 40.857	18 43.778
	level 3	15 47.6	5 42.4	20 46.3
Totals:		41 47.122	15 42.8	56 45.964

(Tabla 4.1 )

One Factor ANOVA X<sub>1</sub>: versión Y<sub>1</sub>: PUNTOTAL

Comparison:	Mean Diff.:	Fisher PLSD:	Scheffe F-test:	Dunnett t:
Group 1 vs. 2	4	6.531	.755	1.229
Group 1 vs. 3	1.478	6.366	.108	.466
Group 2 vs. 3	-2.522	6.366	.316	.795

(Tabla 4.2 )

Anova table for a 2-factor Analysis of Variance on Y<sub>1</sub>: PUNTOTAL

Source:	df:	Sum of Squares:	Mean Square:	F-test:	P value:
versión (A)	2	134.733	67.366	.693	.5046
sexo (B)	1	104.765	104.765	1.078	.304
AB	2	52.746	26.373	.271	.7634
Error	50	4857.136	97.143		

There were no missing cells found. 12 cases deleted with missing values.

(Tabla 4.3 ) :

One Factor ANOVA X<sub>1</sub>: versión Y<sub>1</sub>: PROMPUNTAC

Comparison:	Mean Diff.:	Fisher PLSD:	Scheffe F-test:	Dunnnett t:
Group 1 vs. 2	12.672	40.3	.199	.631
Group 1 vs. 3	40.415	39.766*	2.08	2.04
Group 2 vs. 3	27.743	39.766	.98	1.4

\* Significant at 95%

(Tabla 4.4 )

Anova table for a 2-factor Analysis of Variance on Y<sub>1</sub>: PROMPUNTAC

Source:	df:	Sum of Squares:	Mean Square:	F-test:	P value:
versión (A)	2	8554.421	4277.211	1.149	.3252
sexo (B)	1	515.683	515.683	.139	.7113
AB	2	6365.239	3182.619	.855	.4314
Error	49	182326.226	3720.943		

There were no missing cells found. 12 cases deleted with missing values.

(Tabla 4.4 )

One Factor ANOVA  $X_1$ : versión  $Y_1$ : PUNTOTAL

Group:	Count:	Mean:	Std. Dev.:	Std. Error:
Group 1	18	47.778	9.577	2.257
Group 2	18	43.778	11.08	2.612
Group 3	20	46.3	8.615	1.926

(Tabla 4.5 )

The AB Incidence table on  $Y_1$ : PROMPUNTAC

sexo:		m	f	Totals:
versión	level 1	15 155.682	3 116.81	18 149.203
	level 2	11 127.217	7 151.169	18 136.532
	level 3	15 110.308	4 103.09	19 108.788
Totals:		41 131.445	14 130.069	55 131.095

(Tabla 4.6 )

**Anova table for a 2-factor Analysis of Variance on Y<sub>1</sub>: PROMPREC**

Source:	df:	Sum of Squares:	Mean Square:	F-test:	P value:
sexo (A)	1	3.935E-4	3.935E-4	.032	.8596
VERSION2 (B)	1	.004	.004	.315	.5784
AB	1	.002	.002	.202	.6563
Error	32	.396	.012		

There were no missing cells found. 32 cases deleted with missing values.

**The AB Incidence table on Y<sub>1</sub>: PROMPREC**

VERSION2:		level 1	level 2	Totals:
SEXO	m	15 .629	11 .634	26 .631
	f	3 .617	7 .661	10 .648
Totals:		18 .627	18 .644	36 .636

(Tabla 4.7 )

**Simple Regression X<sub>1</sub>: sexo Y<sub>1</sub>: PROMPREC**

DF:	R:	R-squared:	Adj. R-squared:	Std. Error:
35	.073	.005	-.024	.109

**Analysis of Variance Table**

Source	DF:	Sum Squares:	Mean Square:	F-test:
REGRESSION	1	.002	.002	.182
RESIDUAL	34	.401	.012	p = .6723
TOTAL	35	.403		

No Residual Statistics Computed

Note: 32 cases deleted with missing values.

**Simple Regression X<sub>1</sub>: sexo Y<sub>1</sub>: PROMPREC**

**Beta Coefficient Table**

Parameter:	Value:	Std. Err.:	Std. Value:	t-Value:	Probability:
INTERCEPT	.614				
SLOPE	.017	.04	.073	.427	.6723

**Confidence Intervals Table**

Parameter:	95% Lower:	95% Upper:	90% Lower:	90% Upper:
MEAN (X,Y)	.599	.672	.605	.666
SLOPE	-.065	.099	-.051	.086

**Simple Regression X<sub>2</sub>: VERSION2 Y<sub>1</sub>: PROMPREC**

DF:	R:	R-squared:	Adj. R-squared:	Std. Error:
35	.084	.007	-.022	.108

**Analysis of Variance Table**

Source	DF:	Sum Squares:	Mean Square:	F-test:
REGRESSION	1	.003	.003	.242
RESIDUAL	34	.4	.012	p = .626
TOTAL	35	.403		

No Residual Statistics Computed

Note: 32 cases deleted with missing values.

(Tabla 4.8 )

Simple Regression X<sub>2</sub>: VERSION2 Y<sub>1</sub>: PROMPREC

Beta Coefficient Table

Parameter:	Value:	Std. Err.:	Std. Value:	t-Value:	Probability:
INTERCEPT	.609				
SLOPE	.018	.036	.084	.492	.626

Confidence Intervals Table

Parameter:	95% Lower:	95% Upper:	90% Lower:	90% Upper:
MEAN (X,Y)	.599	.672	.605	.666
SLOPE	-.056	.091	-.043	.079

(Tabla 4.8 )

Simple Regression X1: PROMPREC Y1: PUNTOTAL

DF:	R:	R-squared:	Adj. R-squared:	Std. Error:
35	.42	.177	.153	9.58

Analysis of Variance Table				
Source	DF:	Sum Squares:	Mean Square:	F-test:
REGRESSION	1	669.903	669.903	7.299
RESIDUAL	34	3120.32	91.774	p = .0107
TOTAL	35	3790.222		

No Residual Statistics Computed

Note: 32 cases deleted with missing values.

Simple Regression X1: PROMPREC Y1: PUNTOTAL

Beta Coefficient Table

Parameter:	Value:	Std. Err.:	Std. Value:	t-Value:	Probability:
INTERCEPT	19.855				
SLOPE	40.787	15.096	.42	2.702	.0107

Confidence Intervals Table

Parameter:	95% Lower:	95% Upper:	90% Lower:	90% Upper:
MEAN (X,Y)	42.533	49.023	43.078	48.478
SLOPE	10.104	71.47	15.258	66.316

Simple Regression X1: PROMPREC Y2: ZPromPunAcu

DF:	R:	R-squared:	Adj. R-squared:	Std. Error:
35	.227	.052	.024	.221

Analysis of Variance Table				
Source	DF:	Sum Squares:	Mean Square:	F-test:
REGRESSION	1	.09	.09	1.848
RESIDUAL	34	1.659	.049	p = .183
TOTAL	35	1.749		

No Residual Statistics Computed

Note: 32 cases deleted with missing values.

(Tabla 4.9 )

The AB Incidence table on Y<sub>4</sub>: TIEMPTOTAL

sexo:		m	f	Totals:
versión	level 1	15 24.276	3 32.71	18 25.682
	level 2	11 21.495	7 23.309	18 22.2
	level 3	15 22.533	5 22.392	20 22.498
Totals:		41 22.892	15 24.883	56 23.426

Anova table for a 2-factor Analysis of Variance on Y<sub>4</sub>: TIEMPTOTAL

Source:	df:	Sum of Squares:	Mean Square:	F-test:	P value:
versión (A)	2	280.327	140.164	2.444	.0971
sexo (B)	1	113.44	113.44	1.978	.1657
AB	2	115.828	57.914	1.01	.3715
Error	50	2867.022	57.34		

There were no missing cells found. 12 cases deleted with missing values.

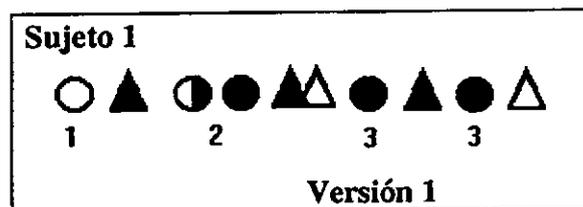
(Tabla 4.12 )

#### 4.3.2.- Resultados de la Reconstrucción de "Rutas de Navegación"

Con el objetivo de analizar más en detalle las estrategias de búsqueda empleadas por los estudiantes de la muestra, se reconstruyeron las rutas que siguieron a lo largo del programa en desarrollo de los diferentes ejercicios que éste plantea. A continuación se presentan y analizan las rutas de 6 sujetos, en dos grandes grupos. El primero de ellos, los sujetos 1,2 y 3, presentan estrategias asociadas a puntajes totales (Módulo de Evaluación) por debajo de la media. El segundo grupo, sujetos 4,5 y 6, contiene estudiantes que obtuvieron puntajes totales por encima de la media.

Los diagramas mostrados a continuación se construyeron de las rutas seguidas por los estudiantes en la Sesión 2. Las actividades que desarrollaron se codificaron con símbolos cuyo significado se encuentra en la tabla de Convenciones que aparece al final de este apartado.

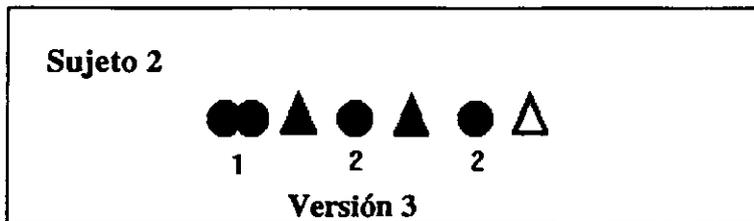
Grupo 1: Puntajes de Evaluación (Retención de Conceptos)  
por debajo de la Media



El Sujeto 1 trabajó en la Versión 1, obtuvo un Puntaje Acumulado por encima de la media, demostró una Precisión de Autoevaluación también por encima de la media y su número de intentos (No, PRONUM) en encontrar la solución estuvo por debajo de la media de su respectiva versión. A pesar de estos excelentes resultados en el Módulo de Entrenamiento, su puntaje en el Módulo de Evaluación estuvo por debajo de la media general. La reconstrucción de su ruta permite entender este resultado aparentemente contradictorio. Inicialmente, el Sujeto entró en un submódulo y comenzó a resolver los ejercicios sin apoyo de las lecturas adicionales que provee el software (1). Luego, cambió de submódulo y esta vez exploró esas lecturas adicionales y, al parecer, definió que la mejor estrategia era resolver los ejercicios con el apoyo de los Ejemplos que suministra el programa (2). Finalmente, pasó a los dos submódulos que le restaban y empleó la estrategia que encontró en el paso anterior (3).

Como resultado de lo anterior, el Sujeto configuró lo que podríamos denominar una estrategia débil, a la que llegó muy pronto y sobre la cual no verificó posteriormente nada,

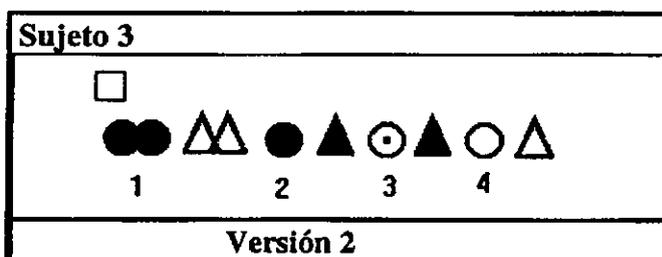
ya que, al parecer, le daba buenos resultados –evidenciados por el alto puntaje acumulado que obtuvo en el Módulo de Entrenamiento. Esta actitud podría corresponder a la de un estudiante inteligente, pero que muestra una autosuficiencia grande, o un nivel de autoexigencia bajo, o ambos. La estrategia de búsqueda puede ser catalogada como débil debido a la falta de algún tipo de función de evaluación contenido dentro de la misma (es decir, la estrategia no incluye evaluación acerca de su potencia para resolver problemas)



El Sujeto 2 trabajó en la Versión 3, también obtuvo un Puntaje Acumulado (Módulo de Entrenamiento) alto y su número de intentos (No,PRONUM) estuvo por debajo de la media de su respectiva versión. Al igual que el anterior, el Sujeto 2 obtuvo un puntaje de evaluación inferior a la media no obstante su excelente desempeño en el Módulo de Entrenamiento. También aquí la reconstrucción de su ruta permite entender el resultado. El estudiante entra al primer submódulo y explora tanto los ejercicios como todas las ayudas que provee el programa (1). Al parecer, pronto se contenta sólo con la información suministrada por los Ejemplos y emplea esta estrategia para resolver los ejercicios de los otros dos submódulos (2).

Al igual que el Sujeto 1, el Sujeto 2 parece ser inteligente, pero en este caso la suposición de que su nivel de autoexigencia es muy bajo es apoyada por el hecho de que no disponía de la información sobre los resultados del éxito de su estrategia de búsqueda, debido al tipo de versión en que trabajó. También podemos catalogar su estrategia como débil, por la misma razón del Sujeto 1.

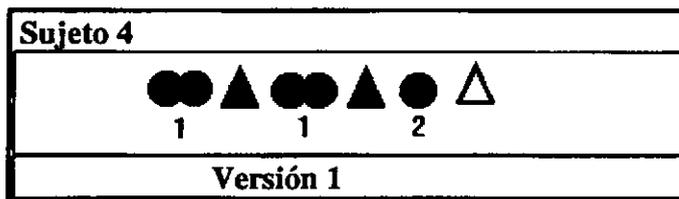
Los dos casos anteriores evidencian un fenómeno encontrado también en otras investigaciones (Novak), cual es la tendencia de estudiantes con capacidades por encima del promedio a contentarse rápidamente con niveles de evaluación apenas sobre el mínimo aceptable.



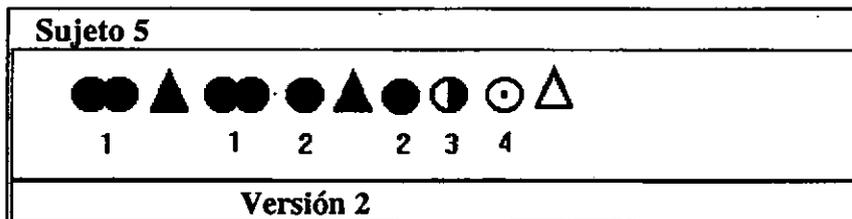
El Sujeto 3 trabajó en la Versión 2, su puntaje acumulado y su precisión estuvieron por debajo de la media, mientras que su número de intentos estuvo por encima de la media de su respectiva versión.

La ruta del Sujeto, evidenciada por el gráfico anterior, no muestra ningún tipo de sistematicidad. Al parecer, el estudiante se limitó a explorar todas las posibilidades de información que brinda el programa, sin preocupación alguna por el posible aprendizaje que podría extraer de la navegación. No construyó ningún tipo de estrategia de búsqueda. Finalmente, como lo evidencia el hecho de que su tiempo de navegación estuvo por debajo de la media, abandonó la tarea tan pronto como le fue posible.

**Grupo 2: Puntajes de Evaluación (Retención de Conceptos)  
por encima de la Media**

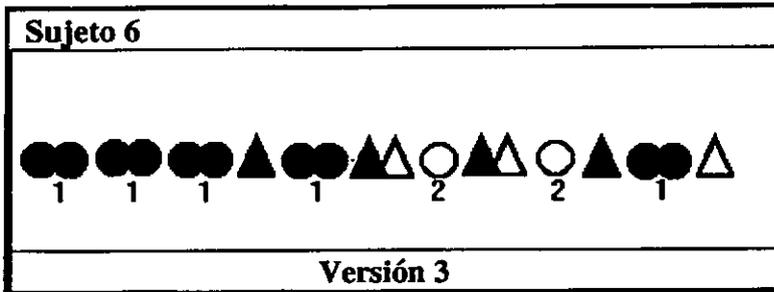


El Sujeto 4 trabajó en la Versión 1, su puntaje acumulado y número de intentos estuvieron por encima de la media, y su precisión estuvo por debajo de la media. En este caso, su rendimiento, tanto en el Módulo de Entrenamiento como en el de Evaluación, estuvo por encima de la media. La reconstrucción de su ruta revela que inicia su navegación con una exploración fuerte, visitando todas las posibilidades de información que brinda el programa (1), la cual constituye su estrategia inicial de búsqueda, la cual es refinada sólo en el tercer submódulo (2). La otra interpretación posible de esta ruta, que el Sujeto sencillamente se cansó y optó por un camino simplificado al final de su navegación, no parece estar apoyada por el hecho de que su tiempo total de navegación estuvo cercano al promedio. Todo apunta en el sentido de que se trata de un sujeto cuidadoso, que construye una estrategia más fuerte que la de los sujetos anteriores.



El Sujeto 5 trabajó en la Versión 2, obtuvo un puntaje acumulado superior al promedio pero su precisión estuvo por debajo de la media de su versión. La sistematicidad es evidente. Inicia con una exploración fuerte, visitando todas las ayudas adicionales del software (1), estrategia que repite en el siguiente submódulo. Aquí aparece un evento importante, que es la refinación de la estrategia en el mismo submódulo, en el sentido de apoyarse en los Ejemplos como modo esencial de búsqueda de soluciones (2). Esta misma

estrategia es utilizada en el siguiente submódulo, apoyada por la consulta a la Ayuda (3) y a la Tabla de Puntaje (4). Se construye así una estrategia fuerte, con una función de evaluación de la misma. Es significativo el hecho de que esta ruta no implicó un tiempo total de navegación por encima del promedio, lo cual fortalece la apreciación de que el Sujeto trabajó muy sistemáticamente.



El Sujeto 6 trabajó en la Versión 3 ( sin retroinformación) y aunque su puntaje acumulado en el Módulo de Entrenamiento fue inferior al promedio, su puntaje en el Módulo de Evaluación fue muy superior a la media general. Es notorio el proceso de construcción de una estrategia fuerte de búsqueda. El sujeto explora varias veces las posibilidades del programa, sin cambiar de submódulo, proceso que emplea nuevamente en el siguiente submódulo (1). Luego, retorna al primer submódulo explorado y resuelve ejercicios sin apoyo de las ayudas adicionales (2). Utiliza el mismo procedimiento al pasar de nuevo al segundo submódulo (2). Finalmente, vuelve a apoyarse en las lecturas adicionales cuando ingresa al tercero, y no explorado, submódulo. Aquí, el proceso reiterado de apoyarse en más de dos de las lecturas adicionales parece jugar el papel de función de evaluación de la estrategia, ya que la versión en que se encuentra el sujeto no le provee información sobre el puntaje que obtiene. No obstante lo complejo del recorrido, el tiempo total empleado estuvo cercano al promedio general.

CONVENCIONES	
	-Resuelve ejercicios sin apoyo de lecturas adicionales
	-Resuelve ejercicios con consulta a Tabla de Punteje
	-Resuelve ejercicios con apoyo de Ayuda
	-Resuelve ejercicios con apoyo de Ejemplo
	-Resuelve ejercicios con apoyo de 2 o más ayudas
	-Cambia de Submódulo
	-Retorna a submódulo ya explorado
	-Sale y regresa al mismo submódulo
	-Sale
	-Consulta a "Arnheim"

#### 4.3.3.- Comentarios Generales sobre "Rutas de Navegación" y Estrategias de Aprendizaje

La reconstrucción de las rutas de navegación de los estudiantes permiten efectuar los siguientes comentarios sobre las relaciones entre Estrategias de Búsqueda y Retención de Conceptos, así como extractar algunas observaciones sobre la estructura del programa de software que se desarrolló, el cual está orientado, según se anotó antes, al fortalecimiento de la capacidad de diseño de potenciales estudiantes.

En primer término, y como sería de esperar, una alta retención de conceptos, al menos la medida por el puntaje de evaluación, parece estar relacionada con la construcción de estrategias fuertes de búsqueda de soluciones. Estas estrategias fuertes incluyen, como lo parecen evidenciar los casos analizados antes, una función de control, es decir, una evaluación del poder de la estrategia misma como herramienta en la solución de problemas. Dicho de otra manera, los estudiantes que tienen un mejor aprendizaje (la retención de conceptos que mide el puntaje de evaluación) también recurren al plano metacognitivo

evaluando sus procedimientos de búsqueda. En este proceso, construyen una estrategia fuerte de búsqueda.

En otro lugar se discutió que la retención de conceptos parece estar en un nivel diferente al de la estrategia de búsqueda, algo sugerido por el análisis estadístico. Ahora encontramos que existe algún tipo de asociación entre una y otra. Los dos resultados, a primera vista contradictorios, sólo significan que la relación entre estrategia de búsqueda y aprendizaje (retención de conceptos) dista mucho de ser lineal y estaríamos ante planos cognitivos diferentes pero interrelacionados de maneras muy complejas. Por supuesto, esta conclusión dista mucho de ser original, ya que se encuentra entre los hechos más firmemente establecidos por los desarrollos de la neurociencia. (ver p. ej, Hubel, 1986)

En segundo lugar, e inversamente a lo anterior, una baja retención de conceptos aparece asociada a estrategias débiles de búsqueda o a falta de ellas. Esto es otra forma de decir lo ya afirmado antes, de que las capacidades cognitivas relacionadas con la retención de conceptos por sí solas no garantizan el éxito en la solución de problemas, y que, inversamente, una buena capacidad de solucionar problemas si contribuye a la mejor retención de conceptos.

En tercer lugar, la retroinformación provista por el programa de software parece contribuir a la eficacia del proceso de construcción de estrategias fuertes. La comparación entre los tres diagramas del Grupo 2 ilustra esta aseveración. La mayor cantidad de información del nivel metacognitivo que suministra la Versión 1, tiene que ser suplida por el estudiante que construye estrategias fuertes de búsqueda con una mayor recurrencia a las lecturas adicionales, en las oras dos versiones. Aunque es claro que la estructura del software no garantiza la construcción de buenas estrategias, la interacción del nivel metacognitivo si parece mejorar la eficacia del proceso de construcción de estrategias.

Es de esperarse que esa contribución del software a la eficacia de la construcción de buenas estrategias sea mayor si se incrementa el nivel de "inteligencia" del programa. Esta tarea se desarrollará en la siguiente etapa de la investigación, tomando como base los "modelos de estudiante" tipificados por los diagramas de Rutas de Navegación que se presentaron antes.

#### **4.4.- TIEMPO DE NAVEGACION**

En general, la variable Tiempo de navegación no mostró ninguna correlación significativa con retención de conceptos, precisión de la autoevaluación, versión o sexo. ( Tabla 4.12 ). Este resultado parece coincidir con otras investigaciones (Novak, 1982) que señalan que más que con el tiempo total, la capacidad de solucionar problemas parece estar relacionada con la eficacia del aprendizaje.

## **4.5.- ANALISIS DE PROTOCOLOS**

El trabajo experimental que sirvió de base para el análisis estadístico es complementado en esta investigación con un estudio de análisis de protocolos verbales, a través del cual se estudia en detalle el proceso seguido por los sujetos en la solución del problema presentado como exploración de la estructura inducida del cuadrado propuesta por Arnheim (1971). Los textos que, luego se presentan a los estudiantes giran alrededor de esta estructura. La aplicación de la metodología tomó como base la obra de Ericson y Simon (1993) y la guía metodológica desarrollada por Maldonado (1994)

### **4.5.1. -Procedimientos**

**Sujetos.** Los sujetos se seleccionaron de la muestra general de estudiantes y se les pidió su colaboración para permitir que se grabara su experiencia. En este informe se presenta el análisis de un sujeto que siguió la condición en la cual se pide al estudiante haga autoevaluación de su conocimiento, se da feedback sobre el nivel de acierto a su autoevaluación y de otro sujeto que no hace autoevaluación y, por tanto, no tiene feedback sobre la autoevaluación.

**Procedimiento de recolección de datos.** Se dispuso de una sala dedicada a la experiencia, una grabadora de video, un microcomputador y dos sillas. Al sujeto se le pidió que hablara en voz alta a medida que iba resolviendo el problema. El experimentador estuvo junto al sujeto con el propósito de estimularlo a pensar en voz alta cada vez que fuere necesario.

**Transcripción.** Una vez hecho el registro de procesos, el paso siguiente consistió en transcribir el contenido de los registros, de la manera más fiel posible. El resultado de la transcripción es un conjunto de expresiones verbales no necesariamente correctas gramaticalmente. Sin embargo, todas ellas tienen un significado, si se miran con relación al proceso que las generó. Los anexos 1a y 1b muestran el resultado de esta transcripción.

**Análisis de Vocabulario.** Un primer nivel de análisis de la transcripción está dirigido a distinguir el vocabulario usado por el sujeto. Entre los significantes más importantes se encuentran los términos que denotan los objetos y relaciones usados para definir el espacio del problema, los operadores usados para generar las transformación del proceso de solución, el control del sujeto sobre su ambiente, los procesos evaluativos y los objetivos. El vocabulario se restringe a las condiciones del ambiente de la tarea y a las transformaciones que allí se lleva a cabo. Como resultante el número de términos es limitado, pero, a su vez suficiente. El cuadro adjunto muestra el resultado del análisis de vocabulario hecho sobre el material transcrito.

## TÉRMINO- SINÓNIMOS Y CLASE DE SIGNIFICADO

**OBTO=Objeto; OBVO=Objetivo; R=relación; CA=control del ambiente; PE=proceso evaluativo; OPDR=Operador; PSO = paso hacia la solución; CE=control externo**

Acercamiento, Comportamiento, tratamiento, aproximación, paso en la solución, valor dado por el sistema a cada nuevo click, en relación con la proximidad a un punto solución o a un vector solución (PE).

Agujero negro, solución, punto de equilibrio (OBTO).

Alejarse, aumentar distancia a un punto solución (RE)

Buscar, explorar (CA)

Centro, lugar central, posición central, agujero del centro, solución (OBTO)

Coger, resolver, encontrar (CA)

cursor, mouse (OBJTO)

Colocar, probar, hacer click,  $\square$ , click+, espichar, ubicar, poner, mover (OPDR)

Ejercicio, problema, objetivo (OBVO)

Hacerlo, lograrlo (PE)

Intento, ensayos, oportunidades (CA)

Irle, desempeñarse, obtener logros(PE).

Lejos, distancia (PE)

Lógica, razonamiento, pensamiento (CA)

Llevar, dar un paso en la solución (PE)

Observaciones, ensayos, intentos (CA).

Parte derecha e izquierda, con relación a la vertical que pasa por el centro del cuadrado (CA).

Parte superior o inferior, con relación a la horizontal que pasa por el centro del cuadrado (CA).

Perder, fallar (PE)

Puntaje de nivel: el sistema da un puntaje para cada sesión de 10 intentos. Este puntaje va de 0-100 (PE).

saber, comprender, identificar, darse cuenta. (PE)

salimos = empezamos (CA)

salir, terminar una secuencia de 10 intentos (CE)

vector, diagonal, vertical, horizontal (OBJTO)

Son **objetos** las entidades que se manipulan o transforman en el proceso de solución del problema. La identificación de estos objetos es la base de partida para la formación del espacio del problema (representación del problema). En el caso en consideración los objetos están constituidos por el cursor, el mouse, los agujeros y los vectores.

Las **relaciones** le permiten al sujeto entrar a percibir estructuras y a partir de ellas definir el espacio del problema. En el caso que nos ocupa, las relaciones son relaciones de acercamiento o alejamiento entre los objetos considerados.

Los **Operadores** son los elementos que aplicados a objetos generan transformaciones en el proceso de solución del problema. En este ambiente se trabaja básicamente con el posicionamiento del cursor en un sitio de la pantalla. El click del ratón constituye el operador. Este operador selecciona el punto del cursor como posible punto de equilibrio.

Durante el proceso el sujeto identifica y expresa el **Control que tiene sobre su ambiente** en términos de transformaciones que se producen. Un click genera una nueva posición, una transformación en el acercamiento a la solución y eventualmente la ubicación en un punto de equilibrio.

**Procesos evaluativos.** El proceso de solución de problemas se puede ver como una cadena de decisiones que surgen de la evaluación de alternativas en cada paso. En el proceso evaluativo se valora la información que se obtiene en relación con los objetivos que se propone el sujeto y el valor de las alternativas de solución como pasos hacia la meta final. La información que el sujeto toma como base es normalmente el dato que le da el computador sobre el acercamiento. El sistema toma la metáfora del --más caliente, menos caliente-- para indicar la cercanía a una posición solución. Los acercamientos son relativos y se calculan relacionando la distancia inicial del primer click con el acercamiento generado por el segundo click. De ninguna manera se trata de distancias absolutas. El sistema también provee información sobre el puntaje obtenido en cada nivel y el puntaje acumulado. El sujeto algunas veces toma esta información para guiarse en la valoración de sus estrategias.

Los **Objetivos** van marcando la dirección de la acción. El sujeto normalmente inicia identificando un objetivo principal y, en el proceso, vuelve a recordarlo y define objetivos parciales. El sistema acá presenta el problema. El sujeto normalmente recuerda esta información en el transcurso del proceso de solución. Los problemas se presentan en términos como: hallar un agujero negro o hallar cuatro agujeros y un vector.

**Sinónimos:** los sujetos usan diferentes expresiones para hacer las mismas denotaciones. Precisar esta dimensión del vocabulario permitió una codificación uniforme y precisa por parte del investigador.

Del análisis de vocabulario surge un proceso de reducción de muchas expresiones a un vocabulario básico con muy pocos elementos comparado con el conjunto total del vocabulario.

**Codificación de segmentos.** La transcripción se dividió en sentencias o expresiones que se puedan considerar unidades significativas. Algunas expresiones se interpretaron atendiendo al contexto para ser entendidas. Los anexos 2a y 2b muestran el resultado de la segmentación para los sujetos considerados en este trabajo. En este trabajo no se consideró la variable tiempo como relevante.

**Codificación formal de expresiones con base en el cálculo de predicados de primer orden.** Una vez hecha la segmentación se procedió a elaborar una representación formal de las proposiciones, escogiendo para tal propósito el formalismo del cálculo de predicados de primer orden. Algunas de las proposiciones se introducen en forma de comentarios y generalmente están relacionadas con el nivel metacognitivo del sujeto. Los cuadros que acompañan la comparación de sujetos muestran esta información.

### **Agregación por episodios**

Para establecer condiciones de análisis y hacer comparaciones entre los sujetos, se procedió a agregar la información en episodios. Los episodios se definieron por sesiones. Una sesión está compuesta por la secuencia de 10 intentos para resolver un problema o la solución del mismo en 10 o menos intentos. Los cuadros incluidos en este documento reflejan los niveles de agregación.

#### **4.5.2.- Comparación de Individuos y de Diferencias.**

A la ciencia le interesa la posibilidad de generalizar. El análisis de protocolos no se basa en el principio de normalidad estadística, sino de representatividad de los procesos. Es por esta razón que le interesa hacer comparaciones entre individuos. Estas comparaciones se hacen por estructuras basadas en niveles apropiados de agregación de la información. El conocimiento obtenido con un individuo sirve de base para hacer predicciones respecto a otros individuos.

A continuación se desarrolla la comparación de dos sujetos atendiendo a las diferencias en el ambiente de la tarea y a los procesos desarrollados por cada uno de los individuos. En especial en esta investigación nos interesan los procesos metacognitivos en la solución del problema.

### **EL AMBIENTE DE LA TAREA.**

Está conformado por el conjunto de rasgos o estímulos externos que se reflejan en la representación que el sujeto se hace de la tarea. Entre ellos se encuentran: la especificación del objetivo, el problema y otros factores externos relevantes.

Para hacer la comparación del ambiente de la tarea para los dos sujetos vamos a utilizar las categorías de rasgos relevantes del ambiente de la tarea presentadas por Goel & Pirolli (1992) para comparar tareas de diseño con otro tipo de tareas.

#### 1. Distribución de la información.

a. Especificación del punto de partida: para los dos sujetos se presenta una pantalla con el dibujo de un cuadrado y un cursor en forma de bola. Para el sujeto que no hace autoevaluación aparecen los encabezamientos siguientes: "Acercamiento: ", "Puntaje: ", "Agujeros hallados: 0". Para el sujeto que hace autoevaluación, aparecen, además los encabezamientos: "Intentos realizados: " y "Intentos estimados", como aparece en las figuras 213a y 213b.

b. El punto de llegada: se presenta igual para los dos individuos en términos de "Hallar -N- Agujeros Negros", según el nivel del juego, y de "Hallar N1 agujeros negros y N2 vectores", también, según el nivel del juego.

c. El tipo de transformación que se debe hacer: a los dos sujetos se les pide que "para ubicarlo(s) debe desplazar el cursor hasta colocarlo en el lugar en donde crea que se encuentra el agujero negro y luego hacer click" (figura 2.9).

2. Naturaleza de las restricciones. A los dos sujetos el sistema les pide que busquen dentro del área del cuadrado y se les da series de diez clicks o intentos posibles.

3. Tamaño de los problemas: Para los dos sujetos el tamaño es creciente. En el primer problema se requiere buscar un agujero y el número de agujeros crece hasta cinco. Luego, al número de agujeros se le va añadiendo un vector hasta completar cuatro. De tal manera que el último problema consiste en buscar cinco agujeros negros y cuatro vectores.

4. Interconectividad de las partes. Las partes para los dos sujetos se interconectan de acuerdo a una concepción teórica denominada "Estructura inducida" formulada por Arheim (1971). Los agujeros son puntos de equilibrio y los vectores líneas de fuerza o atracción visual. El juego pretende desarrollar un tipo de razonamiento espacial que posibilite la identificación y discusión posterior de este planteamiento.

5. Tipo de respuesta. Toda respuesta genera un acercamiento a los puntos negros o a los vectores, según el nivel del problema.

6. El tipo de información de entrada. A los dos sujetos se les presenta la siguiente regla: "Usted se encuentra ante un problema. Piense cuántos intentos requiere para resolverlo. Se obtiene un puntaje máximo cuando el número de intentos estimados corresponde con el número de intentos efectuados para lograr la solución" Fig. 210. A la

salida, el sujeto obtiene información sobre la solución del problema y abre el paso al siguiente nivel.

Al sujeto que hace autoevaluación se le pide que escriba cuántos intentos calcula para resolver el problema.

7. El ciclo de feedback. El feedback se asocia con cada paso del proceso y con la finalización del proceso en cada nivel y con la finalización del proceso total y es inmediato.

Como feedback común a los dos sujetos y que se da en cada paso se encuentra el siguiente feedback: el valor de acercamiento generado por cada click y el número de agujeros y vectores hallados y como feedback relacionado con la finalización de cada serie de intentos, el puntaje logrado en la serie y el puntaje acumulado.

Como feedback específico del sujeto que hace autoevaluación se tiene el número de intentos estimados y el número de intentos realizados.

8. Costo de los errores. El costo del error se da en términos de la demora en la solución para los dos sujetos. Para el sujeto que no predice el número de intentos requeridos, cada click usado tiene un valor de 10 puntos. Para el sujeto que hace autoevaluación, el puntaje se da de acuerdo a la correspondencia entre el número de ensayos intentos estimados y el número de intentos realizados. La fórmula de cálculo utilizada es la siguiente:  $1 - \text{abs}(\text{IntentosEstimados} - \text{IntentosRealizados})/10$ .

## ANALISIS POR EPISODIOS.

### 1. Primer problema: hallar un agujero negro.

#### ESPACIO DEL PROBLEMA Y SOLUCION

A continuación desarrollamos el análisis comparativo del espacio del problema y de la solución del mismo en el primer nivel: "Hallar un agujero negro". El cuadro siguiente presenta el protocolo de los dos sujetos.

Sin autoevaluación . <i>Sujeto 1</i>	Con autoevaluación y feedback. <i>Sujeto 2</i>
<p>-- INTENTO 1: Problema1 -- hallar un agujero negro.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. es_una_solución(Solución, posición(X, agujero_negro)).</li> <li>2. posición(inicio, superior_izquierda).</li> <li>3. acercamiento(inicio, punto2, 10).</li> <li>4. acercamiento(punto2, punto3, 20).</li> <li>5. Distancia1 &lt; Distancia2:- distancia(Punto2, Agujero, Distancia1), distancia(Punto3, Agujero, Distancia2), acercamiento(Punto1, Punto2, Acercamiento1), acercamiento(Punto2, Punto3, Acercamiento2), Acercamiento1 &gt; Acercamiento2).</li> <li>6. acercamiento(punto2, punto3, 30).</li> <li>7. 5.</li> <li>8. acercamiento(punto4, punto5, 40).</li> <li>9. obj: ubicación(superior, derecha).</li> <li>10. acercamiento(punto5, punto6, 30).</li> <li>11. acercamiento(punto6, punto7, 40).</li> <li>12. Obj. 5.</li> <li>13. acercamiento(punto7, punto8, 30).</li> <li>14. acercamiento(punto8, punto_izquierda_9, 30).</li> <li>15. acercamiento(punto_izquierda_9, punto_inf_izquierda_10, 20).</li> <li>17. posición(cursor, inferior_derecha).</li> <li>18. puntaje_nivel(0).</li> <li>19. puntaje_acumulado(0).</li> </ol> <p>-- INTENTO 2: Problema1 -- hallar un</p>	<p>-- INTENTO 1 PROBLEMA 1: Hallar un agujero Negro-</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. es_una_solución(Solución, posición(X, agujero_negro)).</li> <li>3. HiMe. pasos(X, Solución), X &lt;= 10. -- CALCULO DE PASOS.</li> <li>7. posición(inicio, X):- posición(inicio, random(X))</li> <li>8. X=centro.</li> <li>9. es_una_solución(centro, problema).</li> <li>10. solución_identificada(nul).</li> <li>pasos(1, centro).</li> <li>valor(HiMe, true).</li> </ol>

<p>agujero negro.</p> <p>20. intentos_posibles(10).</p> <p>21. -- no pude hallar la solución</p> <p>22. posición(Agujero, parte_inferior).</p> <p>23. -- obj. probar 5.</p> <p>24. es_solución(centro,problema).</p> <p>25. puntaje_nivel(30).</p> <p>26. puntaje_acumulado(30).</p>	
--	--

### EL ESPACIO DEL PROBLEMA.

Es la representación que el sujeto hace de la tarea. Su configuración es crítica para los procesos que le siguen y que llevan a resolver una tarea o problema. Es una estructura cambiante a lo largo del proceso de solución de un problema. El análisis que desarrollamos se basa en categorías por (Newell & Simon, 1972).

**1. La estructura de símbolos que representa el conocimiento a cerca de la tarea.** Hay una equivalencia en las representaciones de los dos sujetos que se puede expresar como hallar una posición en una secuencia. Su estructura se representa como Posición(Secuencia, Ubicación).

**2. El operador que genera nuevos estados de conocimiento a partir de estados previos es el click.** Ambos sujetos inician su proceso de solución haciendo un click en algún lugar.

**3. Conocimiento inicial de la tarea.** Los dos sujetos son concientes de que el cursor no tiene ubicación definida y que el primer paso es generar una primera posición. Esto permite definir una primera posición al Sujeto 1 como *posición(inicio, superior\_izquierda)*. ; y al Sujeto 2 *posición(inicio, centro)*.

**4. El problema o estado final que se debe alcanzar por transformación sucesiva de los estados de conocimiento mediante la aplicación de operadores.** Los dos sujetos reconocen que la solución del problema es una posición del cursor. El problema se representa como una estructura del tipo: *es\_una\_solución(Solución, posición(X, agujero\_negro))*.

Cuando el método es ejecutado, el problema puede estar resuelto o no. En el último caso el solucionador tiene tres opciones: usar otro método, cambiar la representación del problema o desistir.

### **VISIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE METACONOCIMIENTO EN ESTA ETAPA**

Tomamos las categorías de Davison, Deuser & Sternberg (1994) para desarrollar este análisis.

- a. Identificación y definición del problema. Los dos sujetos parten de la misma identificación y definición del problema. No existen indicadores de diferencias relevantes en este caso.
- b. Representación mental del problema. Los datos hacen pensar en una representación equivalente en los dos sujetos.
- c. Planeación de procedimientos a seguir. Las diferencias entre los dos sujetos en este caso son notorias. El primero tiene oportunidad de hacer una exploración planeada del espacio, en tanto que el segundo, sólo puede generar una posición al azar.
- d. Evaluación del conocimiento a cerca del desempeño. En los dos sujetos hay evaluación del conocimiento adquirido.

El primer sujeto, periódicamente emite el juicio: - 21. -- no pude hallar la solución - , y toma nota de los puntajes alcanzados. En la primera serie identifica el número de ensayos que le permitió el computador. Estos son indicadores de una actividad de evaluación permanente del proceso de solución.

El segundo sujeto inicia con un juicio de monitoreo prospectivo a cerca de la facilidad de aprendizaje (EOL), solicitada por el computador y que es base de una de las hipótesis de la investigación. El sujeto califica la dificultad como alta, pero la solución la obtiene en el primer intento, mediante la generación de una respuesta al azar. El sujeto concluye esta etapa diciendo que no identificó la respuesta.

En estas condiciones, se puede afirmar que el primer sujeto logro un nivel más avanzado de metacognoscimiento que el segundo, derivado de una mayor interacción con el sistema y de la posibilidad que tuvo de desarrollar una estrategia en la búsqueda de la solución. En estas condiciones se puede prever mayor éxito para el primer sujeto que para el segundo, basados en su nivel metacognitivo actual.

## **2. Segundo Problema: hallar dos agujeros negros.**

### **ESPACIO DEL PROBLEMA Y SOLUCION**

A continuación desarrollamos el análisis comparativo del espacio del problema y de la solución del mismo en el segundo nivel: "Hallar dos agujeros negros". El protocolo está organizado en dos cuadros. En el primero se presenta la información en paralelo para los dos sujetos durante los seis primeros intentos, cuando el primer sujeto soluciona el problema. El

segundo cuadro contiene la información del segundo sujeto del intento 7 hasta resolver el problema. De esta manera se puede facilitar la lectura comparativa del proceso seguido por los dos sujetos.

Sin autoevaluación . <i>Sujeto 1</i>	Con autoevaluación y feedback. <i>Sujeto 2</i>
<p>-- INTENTO 1: Problema2 -- hallar dos agujeros negros.</p> <p>28. obj. es_solución([[posición(X, agujero1), posición(Y, agujero2)]]).</p> <p>29. posición(cursor, superior_derecha).</p> <p>30. posición(cursor, parte_media).</p> <p>30a. solución(posición(cursor, centro)).</p> <p>31. posición(cursor, mitad_borde_superior)</p> <p>32. acercamiento(punto1, punto2, 0).</p> <p>33. -- obj. probar 5.</p> <p>34. acercamiento(punto2, punto3, -10).</p> <p>35. -- las coordenadas podrían ser una gufa de búsqueda.</p> <p>36. puntaje_nivel(30).</p> <p>37. puntaje_acumulado(30).</p> <p>-- INTENTO 2: Problema2 -- hallar dos agujeros negros.</p> <p>38. es_solución([[X, agujero1], [Y, agujero2]]).</p> <p>39. es_solución([[centro, agujero_1], [Y, agujero_2]]).</p> <p>40 -- el acercamiento fue preciso.</p> <p>41. acercamiento(punto1, punto2, 40).</p> <p>42. acercamiento(punto2, punto3, 40).</p> <p>43. -- 5.</p> <p>44. -- no pude terminar.</p> <p>45. -- no pude encontrar el agujero_2.</p> <p>46. puntaje_nivel(0).</p> <p>47. puntaje_acumulado(30).</p> <p>-- INTENTO 3: Problema2 -- hallar dos agujeros negros.</p> <p>48. es_solución([[X, agujero1], [Y, agujero2]]).</p> <p>49. -- el agujero_1 está en la misma posición.</p> <p>50. acercamiento(punto1, punto2, 10).</p> <p>51. acercamiento(punto2, punto3, 40).</p> <p>52. X&gt;Y:- acercamiento(Punto1, Punto2, X), acercamiento(Punto2, Punto3, Y), posición(Punto2, X1), posición(Punto3, Y1), X1&gt;&lt;Y1.</p> <p>53. obj. 48.</p> <p>54 posición(cursor, parte_inferior).</p>	<p>-- INTENTO 1: Problema2 -- hallar dos agujeros negros</p> <p>15. Acercamiento_del (punto1, punto2, 10).</p> <p>16. Acercamiento_del (punto2, punto3, 20).</p> <p>17. Hi: Distancia1&lt;Distancia2:- Distancia(Punto2, Agujero, Distancia1), Distancia(Punto3, Agujero, Distancia2), Acercamiento(Punto1,Punto2, Acercamiento1), acercamiento(Punto2,Punto3, Acercamiento2), Acercamiento1&gt;Acercamiento2.</p> <p>23. acercamiento(punto3,punto4, 20).</p> <p>24. valor(hi_17, Sin_identificar).</p> <p>25. acercamiento(punto4,punto5,30).</p> <p>26. acercamiento(punto5, punto6,20).</p> <p>27. acercamiento(punto6, punto7,10).</p> <p>-- INTENTO 2. Problema 2: hallar 2 agujeros negros.</p> <p>28. HiMe: pasos(X, Solución),X&lt;=10.</p> <p>29. valor (hi_17, Sin_identificar).</p> <p>30. acercamiento(punto1,punto2,10).</p> <p>30a. solución(posición(cursor, centro)).</p> <p>31b. solución_hallada(1).</p> <p>31c. solución_identificada(nul).</p> <p>32. acercamiento(punto2,punto3,10).</p> <p>33. acercamiento(punto3, punto4,20).</p> <p>35. acercamiento(punto4, punto5,10).</p> <p>36. acercamiento(punto5, punto6,-10).</p> <p>37. hi: es_una_solución(Punto, problema):- acercamiento(punto4, punto5,10). acercamiento(punto5, punto6,-10), Punto=((10+-10)/2).</p> <p>38. valor(hi, false).</p> <p>-- INTENTO 3. Problema 2: hallar 2 agujeros negros.</p> <p>40. HiMe. pasos(X, Solución),X&lt;=10.</p> <p>41. posición(inicio,X):- posición(inicio, random(X)).</p> <p>42. -- los movimientos que realizo con el cursor me alejan.</p> <p>43. acercamiento(punto1, punto2,10).</p> <p>44. acercamiento(punto2, punto3,-20).</p> <p>46. acercamiento(punto3, punto4,10).</p> <p>47. acercamiento(punto4, punto5,-10).</p> <p>48. acercamiento(punto5, punto6, 20).</p> <p>49. acercamiento(punto6, punto7, -20).</p> <p>50. X&gt;Y:-acercamiento(Punto1, Punto2, Y),</p>

55. -- no pude encontrar el otro agujero.  
60. puntaje\_nivel(0).  
61. puntaje\_acumulado(30).

-- INTENTO 4: Problema2 -- hallar dos agujeros negros.

62. es\_solución([[centro,agujero1], [Y,agujero2]]).  
64. acercamiento(punto1, punto2, 10).  
65. acercamiento(punto2, punto3, 20).  
66. acercamiento(punto3, punto4, 10).  
67. acercamiento(punto4, punto5, -10).  
68. acercamiento(punto5, punto6, -20).  
70. acercamiento(Punto1, Punto2, X):-X<0;-X>=0.  
71. -- no puedo encontrar el segundo agujero.  
72. puntaje\_nivel(0).  
73. puntaje\_acumulado(0).

-- INTENTO 5: Problema2 -- hallar dos agujeros negros.

74. -- me confunden los puntajes negativos.  
75. X2< X1:- distancia(Punto1, centro, X1),  
distancia(Punto2,centro, X2), acercamiento(Inicio,  
Punto1, Y1), acercamiento(Punto1, Punto2, Y2),  
Y2<Y1.  
76. acercamiento(punto1, punto2, X), X<0.  
77 -- si tuviera coordenadas, me orientaría mejor.  
78. puntaje\_nivel(0).  
79 -- vamos a continuar.

-- INTENTO 6: Problema2 -- hallar dos agujeros negros.

80. es\_solución([[centro,agujero1], [Y,agujero2]]).  
81. -- no encuentro el segundo agujero.  
82. -- no encuentro relación entre los valores de los acercamientos y la posición del agujero.  
83. acercamiento(punto1, punto2, 10).  
84. es\_solución([[centro,agujero1],  
[vértice,agujero2]]).  
85. -- no hallo relación entre valores negativos positivos de los acercamientos.  
86. X>Y:- acercamiento(Punto1, vértice, X),  
acercamiento(Punto1, Punto3, Y), Punto3>vértice.  
87. es\_punto\_equilibrio(centro).  
88. -- el centro es punto de referencia.  
89a. Puntaje\_nivel(30).  
89b. puntaje\_acumulado(60). -- INTENTO 1  
PROBLEMA 2: Hallar dos agujeros negros.

acercamiento(Punto2, Punto3, X), absisa(Punto2, X1), absisa(Punto3, X2), X2>X1.  
50a. valor(HiMe, false).

-- INTENTO 4. Problema2: Hallar 2 agujeros negros.

51. HiMe. pasos(X, Solución), X<=10.  
52. posición(inicio,X):- posición(inicio, random(X)).  
53. -- los movimientos que realizo con el cursor me alejan.  
54. acercamiento(punto1, punto2, 10).  
55. acercamiento(punto2, punto3, -20).  
57. acercamiento(Punto2, Punto3, 10):-  
acercamiento(Punto1, Punto2, 0).  
58. acercamiento(punto3, punto4, -10).  
59. acercamiento(punto4, punto5, 20).  
60.

Acercamiento\_siguiente>Acercamiento\_anterior:-  
acercamiento(Puntoinicial,Puntosiguiente1,  
Acercamiento\_anterior),  
acercamiento(Punto\_siguiente1, Punto\_siguiente2,  
Acercamientosiguiente).

61. valor(Acercamiento\_siguiente>  
Acercamiento\_anterior:-  
acercamiento(Puntoinicial, Puntosiguiente1,  
Acercamiento\_anterior),  
acercamiento(Punto\_siguiente1, Punto\_siguiente2,  
Acercamientosiguiente), false.

62. acercamiento(punto5, punto6, 10).  
63. Acercamiento=10:- acercamiento(Punto1,  
Punto2, Y),  
acercamiento(Punto2, Punto3, X), ordenada(Punto2,  
X1), ordenada(Punto3, X2), X2>X1.

64. Acercamiento\_siguiente>Acercamiento\_anterior:-  
acercamiento(Puntoinicial, Puntosiguiente1,  
Acercamiento\_anterior),  
acercamiento(Punto\_siguiente1, Punto\_siguiente2,  
Acercamiento\_siguiente).

65. acercamiento(punto6, punto7, 40).  
66. acercamiento(punto7, punto8, 50).  
67. Acercamiento\_siguiente>Acercamiento\_anterior:-  
acercamiento(Puntoinicial, Puntosiguiente1,  
Acercamiento\_anterior),  
acercamiento(Punto\_siguiente1, Punto\_siguiente2,  
Acercamientosiguiente).

68. acercamiento(punto8, punto9, 70).  
69. acercamiento(punto9, punto10, 0).  
70. solución(PuntoX, problema):-  
acercamiento(Punto\_Anterior, PuntoX, 0).  
71. valor(solución(PuntoX, problema):-  
acercamiento(Punto\_Anterior, PuntoX, 0)), false).

-- INTENTO 5. Problema2: Hallar 2 agujeros negros.

131. acercamiento(punto2, punto3, 10).  
 132. acercamiento(punto3, punto4, 20).  
 133a. acercamiento(punto4, punto5, -10).  
 133b. acercamiento(punto5, punto6, 20).  
 134. acercamiento(punto6, punto7, -10).  
 135. -- no hallo la solución  
 136. -- no halaré la solución.

-- INTENTO 10. Problema2: Hallar 2 agujeros negros  
 137. Hi: pasos(X,Solución), X<=10.

138. es\_una\_solución(centro, problema).  
 141. acercamiento(punto1, esquina\_superior\_derecha, 10).  
 142a. acercamiento(esquina\_superior\_derecha, punto\_baja1, -20).  
 142b. acercamiento(punto\_baja1, punto\_derecha, 30).  
 142c. acercamiento(punto\_derecha, punto\_sube, -20).  
 143 -- no identifico la solución.  
 146. es\_una\_solución(centro, problema).  
 150. -- no identifico la solución  
 154. -- me estoy alejando de la solución.

-- INTENTO 11. Problema2: Hallar 2 agujeros negros  
 Hi: pasos(X, Solución), X<=10.

160. -- encontré dos soluciones al problema.  
 161. es\_una\_solución(centro, problema).  
 162. -- olvidé la segunda solución.  
 163. -- No puedo encontrar la solución al problema.

-- INTENTO 12. Problema2: Hallar 2 agujeros negros

165. pasos(X, Solución), X<=10.  
 167. acercamiento(punto1, punto2, 20).  
 168. acercamiento(punto2, punto3, 10).  
 169. acercamiento(punto3, punto4, 0).  
 170. acercamiento(punto4, punto5, 10).  
 171. acercamiento(punto5, punto6, 10).  
 172. acercamiento(punto6, punto7, -20).  
 173. acercamiento(punto7, punto8, 30).  
 174. Distancia1<Distancia2:- Distancia(Punto2, Agujero, Distancia1), Distancia(Punto3, Agujero, Distancia2), Acercamiento(Punto1, Punto2, Acercamiento1), acercamiento Punto2, Punto3, Acercamiento2), Acercamiento1>Acercamiento2.

-- INTENTO 13. Problema2: Hallar 2 agujeros negros  
 176. pasos(X, Solución), X<=10.  
 177. -- No puedo encontrar la solución al problema.  
 178. es\_una\_solución(centro, problema).  
 179. acercamiento(centro, derecha\_abajo, 0).  
 180. acercamiento(derecha\_abajo, subiendo, 10).  
 181. acercamiento(subiendo, subiendo,10). \*\*\*\*  
 182. acercamiento(subiendo, subiendo2, 0).  
 185. -- no puedo hallar la solución.  
 185. -- si no hallo la solución entonces debo desistir.

INTENTO 14. Problema2: Hallar 2 agujeros negros

188. pasos(X, Solución),  $X \leq 10$ .

194. es\_una\_solución(centro, problema).

199. -- no puedo resolver el problema

204. es\_una\_solución(centro, problema).

INTENTO 15. Problema2: Hallar 2 agujeros negros

211. Obj. es\_una\_solución(Punto, problema), esquina(Punto).

212. pasos(X, Solución),  $X \leq 10$ .

219. esquina(Punto).

220. acercamiento(punto1, punto2, -20).

221. Hi: es\_una\_solución(esquina(punto3)).

222. es\_una\_solución(esquina(punto3), problema).

223. es\_una\_solución(esquina(punto3), problema), es\_una\_solución(centro, problema).

225. -- conozco la solución al problema.

227. -- conozco que hay dos puntos en equilibrio.

## EL ESPACIO DEL PROBLEMA.

Para garantizar consistencia conservamos el mismo esquema de análisis del primer problema.

Es de anotar que los problemas presentados son inclusivos, en términos de que cada problema incorpora el anterior, y de complejidad creciente, pues, incorporan un componente nuevo.

### 1. La estructura de símbolos que representa el conocimiento a cerca de la tarea.

El primer sujeto tiene la experiencia de haber representado el cuadrado como compuesto de las áreas superior izquierda, superior derecha, inferior derecha, inferior izquierda y media. El segundo sujeto se representa la tarea como la posición de un punto en cualquier parte de la pantalla. O sea que el primer sujeto parte de un mayor nivel de organización del conocimiento de la tarea.

2. El operador que genera nuevos estados de conocimiento a partir de estados previos es el click. Ambos sujetos generan nuevos estados e información haciendo click en diferentes puntos de la pantalla.

3. Conocimiento inicial de la tarea. El conocimiento de inicio de la tarea es más completo por parte del primer sujeto, quien pudo desarrollar un proceso de identificación de la solución del primer problema, en tanto que el segundo sujeto al no identificar la solución para el primer problema, generada por una posición al azar, en su memoria, la representación tiene pocos nexos derivados de esa experiencia.

4. **El problema.** El sujeto 1 inicia el proceso de solución haciendo explícita la representación del problema como: *obj. es\_solución([[posición(X, agujero1), posición(Y, agujero2)])*). El segundo sujeto actúa con una representación implícita que la podemos tomar por referencia al primer problema, el cual ha sucedido inmediatamente antes para él. Esta representación es de la forma: *posición(Cursor, Agujero)*.

#### 5. El conocimiento total disponible a través de los estados específicos:

##### a. El estado de conocimiento.

Los dos sujetos conocen que los acercamientos cambian cuando se generan nuevas posiciones y que estos valores algunas veces se repiten. También aprenden que los valores de acercamiento son unas veces positivos y otras negativos. Ambos trabajan sobre un esquema previo según el cual, a mayor acercamiento mayor distancia al punto solución.

##### b. Acceso a información almacenada en memoria de largo plazo (MLP) o un dispositivo externo de memoria (ME).

El sujeto 1 continua la exploración del espacio acudiendo a los conceptos de superior (derecha e izquierda) e inferior (derecha e izquierda) para relacionar las posiciones generadas. En cada una de estas cuatro zonas genera posiciones y observa el acercamiento. Luego trata de formar una generalización expresada como "a mayor acercamiento, mayor distancia al punto solución".

El segundo sujeto trata de probar varias hipótesis basado en los datos de acercamiento circunscribiéndose a una zona muy limitada de la pantalla. Acude a sus conceptos sobre coordenadas cartesianas y más tarde al concepto de borde.

##### c. Acceso a otros estados de conocimiento que se alcanzaron previamente y están almacenados en MLP o ME.

El primer sujeto registra cuidadosamente el puntaje dado por el sistema como puntaje en la sesión y puntaje acumulado y recuerda la solución alcanzada en el primer nivel.

El segundo sujeto no registró la solución hallada en el primer problema y su observación de datos almacenados externamente se basa exclusivamente en el registro de acercamiento.

##### d. Información dinámica temporal creada y usada en el estado particular de conocimiento.

El sujeto 1 trata de validar sistemáticamente la hipótesis de que "a mayor acercamiento, mayor distancia al punto solución".

El sujeto 1 conoce desde el primer problema que el centro es una solución y parte de la hipótesis de que esta solución se conserva. Aprende que una solución se halla en un vértice. Trata de introducir su conocimiento sobre coordenadas cartesianas, pero no encuentra cómo hacerlo.

El segundo sujeto aprende que el centro es una solución y finalmente que también lo es la esquina superior-izquierda. Trata de hallar el significado de acercamiento acudiendo a sus conocimientos sobre coordenadas.

**e. Conocimiento a cerca de cómo se llegó a determinado estado de conocimiento.**

El sujeto 1 identifica una zona aproximada donde se encuentra la primera solución y trabaja sobre la hipótesis confirmada de que esta es una solución y punto de referencia.

Pero, el segundo sujeto identifica el centro como solución después de varios intentos y finalmente ubica un vértice como solución. En un primer momento identifica la solución pero, no la razón.

**SELECCIÓN DEL MÉTODO PARTICULAR DE SOLUCIÓN.**

El sujeto1 sigue un método de explorar en orden las cuatro regiones: superior-izquierda; superior-derecha; inferior-izquierda e inferior-derecha. Valida si la solución encontrada en el primer problema se conserva; de esta manera tiene solucionada una parte del problema.

En la solución del segundo toma en cuenta el valor del acercamiento y trata de encontrar una relación entre los valores; para ello formula hipótesis:

1. Dos acercamientos son diferentes si corresponden a posiciones diferentes: 52.  $X > Y$ :- *acercamiento(Punto1, Punto2, X), acercamiento(Punto2, Punto3, Y), posición(Punto2, X1), posición(Punto3, Y1), X1 > Y1.*
2. Los acercamientos pueden ser positivos y negativos: 70. *acercamiento(Punto1, Punto2, X):-X < 0; -X >= 0.*
3. Los valores negativos conducen al centro: 75.  $X2 < X1$ :- *distancia(Punto1, centro, X1), distancia(Punto2, centro, X2), acercamiento(Inicio, Punto1, Y1), acercamiento(Punto1, Punto2, Y2), Y2 < Y1.*
4. Los acercamientos aumentan cuando se acercan a los vértices: 86.  $X > Y$ :- *acercamiento(Punto1, vértice, X), acercamiento(Punto1, Punto3, Y), Punto3 > vértice.* Esta última hipótesis lo conduce a la solución final del problema.

El sujeto 2 en una primera etapa del proceso trata de guiarse por los datos de acercamiento con la hipótesis de que a mayor acercamiento, mayor distancia con respecto al punto solución: 17. *Hi: Distancia1 < Distancia2:- Distancia(Punto2, Agujero, Distancia1), Distancia(Punto3, Agujero, Distancia2), Acercamiento(Punto1, Punto2, Acercamiento1), acercamiento(Punto2, Punto3, Acercamiento2), Acercamiento1 > Acercamiento2.*

De acuerdo con la anterior hipótesis trata de ver si la solución es el acercamiento 0, punto medio entre 10 y -10 : 37. *hi: es\_una\_solución(Punto, problema):- acercamiento(punto4, punto5, 10), acercamiento(punto5, punto6, -10), Punto = ((10 + -10)/2).*

En un momento intenta relacionar los datos de acercamientos como distancias al lado izquierdo del cuadrado: 50.  $X > Y$ : -acercamiento(Punto1, Punto2, Y), acercamiento(Punto2, Punto3, X), absisa(Punto2, X1), absisa(Punto3, X2),  $X2 > X1$ .

En otro momento piensa que los acercamientos simplemente están aumentando, pero, constata que esto es falso: 61. valor(Acercamiento\_siguiente > Acercamiento\_anterior: -acercamiento(Puntoinicial, Puntosiguiente1, Acercamiento\_anterior), acercamiento(Punto\_siguiente1, Punto\_siguiente2, Acercamientosiguiente), falso).

Piensa si los acercamientos son múltiplos de 10 y halla que esto no es cierto: 83. existe un  $x$  tal  $x$  es acercamiento y  $(x \bmod 10) > 0$ .

Llega a pensar que los acercamientos se dan con relación a la línea vertical izquierda del cuadrado: 97. acercamiento(Punto1, Punto2, Acercamiento): - vertical(Absisa, Ordenada), punto2(Absisa2, Ordenada2), Absisa < Absisa2.

La primera solución para el sujeto 2 se da en el paso 99. Este puede considerarse como el costo por la no identificación de la solución en el primer nivel del problema. Esto marca una diferencia comparativa con el primer sujeto, el cual puede gastar todo su esfuerzo en buscar la segunda solución.

Tratando de hallar el segundo agujero, el sujeto 2 lanza la hipótesis de que los puntos solución deben estar ubicados en la diagonal: 114. es\_una\_solución(punto(X, Y), problema): -  $X = Y$ .

Luego piensa que la solución está en posiciones cuyos acercamientos estén entre -10 y 10. 116. Hi: es\_solución(Punto2, problema): - acercamiento(Punto1, Punto2, X),  $X > -10$ ;  $X < 10$ . Este margen lo reduce a 0-10: 117. Hi: es\_solución(Punto2, problema): - acercamiento(Punto1, Punto2, X),  $X > 0$ ;  $X < 10$ .

Aventura la hipótesis de que la solución se halla en un vértice: 141. acercamiento(punto1, esquina\_superior\_derecha, 10). para luego volver a pensar en la relación entre acercamiento y distancia a la solución, esta vez concordando con el comportamiento del micromundo que está explorando, pero, sin que esta hipótesis sea sometida a validación: 174. Distancial < Distancia2: - Distancia(Punto2, Agujero, Distancial), Distancia(Punto3, Agujero, Distancia2), Acercamiento(Punto1, Punto2, Acercamiento1), acercamiento(Punto2, Punto3, Acercamiento2), Acercamiento1 > Acercamiento2.

Finalmente regresa a la hipótesis de la esquina, para terminar en la solución al segundo agujero: 221. Hi: es\_una\_solución(esquina(punto3)).

## **METACONOCIMIENTO:**

### **Visión de la evolución de Metaconocimiento en esta etapa**

a. **Identificación y definición del problema.** Con base en la información recolectada se puede asumir que los dos sujetos tienen adecuadamente identificado y definido el problema. En este aspecto no parecen diferencias notorias.

b. **Representación mental del problema.** El primer sujeto se representa el problema como una tarea de exploración del cuadrado en su conjunto. Por esta razón procede a dividirlo en

áreas. Por el contrario, el segundo sujeto se concentra en los acercamientos, lo cual le lleva a explorar áreas muy pequeñas; sólo cuando decide cambiar este esquema puede hallar la solución.

c. **Planeación de procedimientos a seguir.** El primer sujeto desarrolla una planeación más sistemática de la búsqueda, iniciado por constatar si la solución hallada en el primer problema se conserva. Luego, procede más de lo macro a lo micro. Este proceso es conciente y se expresa a través de subobjetivos. Al igual que el segundo sujeto trata de hallar el significado de los acercamientos. Sin embargo no logra desarrollar series significativas que le permitan probar sus hipótesis.

El segundo sujeto se centra en la búsqueda del significado de los acercamientos. El hecho de que el sistema permite series de 10 intentos, hace que directamente se puedan generar secuencias de hasta 10 acercamientos, sin embargo, no logra formar series significativas de datos. Por otra parte cada nueva serie de diez intentos es tomada en forma desconectada con la anterior, de tal manera que la planeación se hace a corto plazo y ,aún así, no se desarrolla con coherencia.

d. *Evaluación del conocimiento a cerca del desempeño.*

Los dos sujetos evalúan periódicamente sus avances y su misma dificultad para hallar las soluciones. Cuando hallan una solución tratan además de identificar el criterio.

El primer sujeto conserva el ánimo y la confianza en el logro de la solución. Posiblemente porque su esfuerzo se es premiado más rápido con una solución.

El segundo sujeto entra en una etapa de desesperanza a partir de la *proposición 91. No encuentro la solución.* Esta sensación se ve suavizada con el logro de la primera solución en la proposición 99. Pero, ante la dificultad para hallar el segundo agujero vuelve a hacerse evidente en 136. *HiMe: no encontraré la solución* . Esta expresión se repite varias veces después. El experimentador tiene que animar al sujeto para que no abandone la tarea.

e. **El monitoreo prospectivo basado en juicios a cerca de la facilidad de aprendizaje (EOL).** El sujeto 2 consistentemente juzga la tarea con el máximo de dificultad, lo cual concuerda con su desempeño en la solución del problema. Podría decirse que su juicio es un buen predictor del éxito.

**3. Problemas 3 al 9: aumenta el número de agujeros y se introducen los vectores.**

### ESPACIO DEL PROBLEMA Y SOLUCION

Presentamos a continuación el análisis comparativo de la solución de los problemas tres a nueve. La solución de los dos problemas 1 y 2 abren el paso a estrategias que, si se aplican, llevan con seguridad a la solución del resto de problemas. Como se puede ver a través de los protocolos, los sujetos deben hacer mayor esfuerzo en el problema 2. Este se convierte en la llave de solución para el resto. Al final del proceso, los sujetos muestran dominio completo sobre este tipo de ejercicios.

Sin autoevaluación . <i>Sujeto 1</i>	Con autoevaluación y feedback. <i>Sujeto 2</i>
<p>-- INTENTO 1: Problema3 -- hallar tres agujeros negros</p> <p>91. -- me encuentro con el agujero y el acercamiento sigue aumentando.</p> <p>92. obj. es_solución([[centro,agujero1], [vértice,agujero2]]).</p> <p>93. posición(inicio, centro).</p> <p>94. es_solución([[centro, agujero1], [X, agujero2]]).</p> <p>95. es_solución([[centro, agujero1], [vértice_inf_izquierdo, agujero2]]).</p> <p>96. es_solución([[centro, agujero1], [vértice_inf_izquierdo, agujero2], [vértice_sup_derecho, agujero3]]).</p> <p>97. -- el próximo problema será: es_solución([[X1, agujero1], [X2, agujero2], [X3, agujero3], [X4, agujero4]]).</p> <p>98a. puntaje_nivel(40).</p> <p>98b. puntaje_acumulado(100).</p>	<p>INTENTO1. Problema3: Hallar 3 agujeros negros</p> <p>229. Obj. -- hallar tres agujeros</p> <p>230. pasos(X, Solución), <math>X \leq 10</math>.</p> <p>231. acercamiento(punto1,punto2, -20).</p> <p>233. HeMe: anotación(pasos(X, Solución), <math>X \leq 10</math>)).</p> <p>234. Hi: es_una_solución(centro, agujero1).</p> <p>235. valor(es_una_solución(centro, problema), verdadero).</p> <p>236. Hi: es_una_solución (vertice_superior_izquierdo, agujero2).</p> <p>238. valor(es_una_solución (punto_fuera_del_recuadro, problema), falso).</p> <p>240. valor(es_una_solución (vertice_superior_izquierdo, agujero2), falso).</p> <p>241. -- corrección.</p> <p>valor(es_una_solución (vertice_superior_izquierdo, agujero2), verdadero).</p> <p>243. Obj. es_una_solución (X, problema):- X=vértice.</p> <p>244. Obj. es_una_solución (vertice_superior_derecho, agujero3).</p> <p>245. valor(es_una_solución (vertice_superior_derecho, problema), verdadero).</p> <p>246-7. es_una_solución (X, problema):-X=centro; X=vértice.</p>
<p>-- INTENTO 1: Problema4 -- hallar cuatro agujeros negros</p> <p>99. es_solución([[X1,agujero1], [X2, agujero2], [X3, agujero3], [X4, agujero4]]).</p> <p>100. obj. valor(es_solución([[centro, agujero1], [vértice_inf_izquierdo, agujero2], [vértice_sup_derecho,agujero3]], X).</p> <p>101. valor(solución(vértice_sup_derecho, agujero3), falso).</p> <p>102. obj. valor (solución (vértice_sup_derecho, agujero3), X).</p> <p>103. valor(solución(vértice_sup_derecho, agujero3), verdadero).</p> <p>104. valor((solución(vértice, Agujero), verdadero).</p> <p>105. obj. solución(Punto, Agujero), Punto&gt;&lt;vértice,Punto&gt;&lt;centro.</p> <p>106. -- no hallé los cuatro agujeros.</p> <p>107. Posición1&gt;&lt; Posición2:- posición((Posición1, Agujero), tiempo1), posición((Posición2, Agujero), tiempo2), tiempo1&gt;&lt;tiempo2.</p> <p>108. valor( solución( vértice_sup_izquierdo, Agujero), verdadero).</p> <p>109. puntaje_nivel(60).</p> <p>110. puntaje_acumulado(160).</p>	<p>INTENTO1. Problema4: Hallar 4 agujeros negros</p> <p>248. Obj. -- hallar cuatro agujeros.</p> <p>249. valor(No_Vértice_solución=2), verdadero).</p> <p>250a. pasos(X, Solución), <math>X &lt; 10</math>.</p> <p>250b. pasos(X, Solución), <math>X \leq 5</math>.</p> <p>251.--Fallé en hallar el centro.</p> <p>252. es_una_solución (vertice_superior_derecho, agujero1).</p> <p>253. es_una_solución (vertice_inferior_derecho, agujero2).</p> <p>255. -- obj. hallar las dos soluciones faltantes.</p> <p>256. Hi: es_una_solución (vertice_superior_izquierdo, agujero3).</p> <p>257. valor(es_una_solución (vertice_superior_izquierdo, agujero3), falso).</p> <p>258. es_una_solución (vertice_inferior_izquierdo, agujero3).</p> <p>260. es_una_solución (centro, problema).</p> <p>262. Hi. es_una_solución (X, problema):- X=centro; X=vértice.</p>

-- INTENTO 1: Problema5 -- hallar cinco agujeros negros

- 112. es\_solución([[X1,agujero1], [X2, agujero2], [X3, agujero3], [X4, agujero4], [X5, agujero]]).
- 114. es\_solución([[centro,agujero1]]).
- 115. valor(es\_solución( [[vértice\_sup\_izquierdo, agujero2]], X).
- 116. valor(es\_solución([ [vértice\_sup\_izquierdo, agujero2]], verdadero).
- 117. es\_solución([vértice\_inf\_derecho, agujero3]).
- 118. es\_solución([vértice\_sup\_derecho, agujero4]).
- 119. valor(es\_solución([ [vértice\_inf\_izquierdo, agujero5]], X).
- 120. valor(es\_solución([ [vértice\_inf\_izquierdo, agujero5]], verdadero).
- 121a. puntaje\_nivel(50).
- 121b. puntaje\_acumulado(210).
- 122. -- El próximo problema aumentará los agujeros.
- 123. -- El próximo problema presentará otra actividad.

-- INTENTO 1: Problema 6 -- hallar cinco agujeros y un vector

- 124. -- En este problema hay otra actividad.
- 125. -- el vector debe moverse desde la posición donde está.
- 127 -- Arnheim le dirá qué seguirá haciendo.
- 128. -- No sé quién es Arnheim.
- 129. -- ev. Ya sé cómo hallar los agujeros.
- 130. valor( es\_solución([[centro,agujero1], [vértice1, agujero2], [vértice2, agujero3], [vértice3, agujero4], [vértice4, agujero5]]), verdadero).
- 131. -- obj. hallar 5 agujeros y un vector.
- 132. -- probar 130.
- 133. es\_solución([centro, agujero1]).
- 134. es\_solución([vértice\_sup\_izquierdo, agujero2]).
- 135. es\_solución([vértice\_inf\_derecho, agujero3]).
- 136. es\_solución([vértice\_sup\_derecho, agujero4]).
- 137. es\_solución([vértice\_inf\_izquierdo, agujero5]).
- 138. -- me demoré muy poco en hallar agujeros.
- 139. -- obj. hallar el vector.
- 140. posición(vector, X):- posición(centro, X1), posición(vértice, X2),  $X=(X1+X2)/2$ .
- 141. acercamiento(punto1, punto2, 10).
- 142. -- obj. validar 140, primer intento.
- 143. -- ob. validar 140, segundo intento.
- 144. es\_solución([diagonal\_izquierda\_sup\_derecha\_inf, vector]).
- 145. == Re. Los vectores están en el medio de los

INTENTO1. Problema5: Hallar 5 agujeros negros intentos = 5

- 263. -- hallar cinco agujeros.
- 265. es\_una\_solución(ángulo\_superior\_derecho, agujero1).
- 266. es\_una\_solución(X, problema):- X=vértice.
- 267. es\_una\_solución(ángulo\_superior\_izquierdo, agujero).
- 268. -- obj. hallar tres agujeros negros.
- 269. es\_una\_solución(ángulo\_inferior\_izquierdo, agujero3).
- 270. -- obj. hallar dos agujeros negros.
- 272. es\_una\_solución(ángulo\_inferior\_derecho, agujero4).
- 273. es\_una\_solución(centro, agujero5).
- 275. -- hallé las cinco soluciones.

INTENTO1. Problema 6: Hallar 5 agujeros negros y un vector.

- 278. --no sé qué es un vector.
- 280. pasos(X, Solución),  $X \leq 10$ .
- 281. es\_una\_solución(X, problema):- X=centro; X=vértice.
- 282. es\_una\_solución(ángulo\_superior\_derecho, problema).
- 283. es\_una\_solución(ángulo\_inferior\_derecho, problema).
- 284. -- obj. tres agujeros
- 286. es\_una\_solución(X, problema):- X=centro; X=vértice.
- 287. es\_una\_solución(ángulo\_superior\_izquierdo, problema).
- es\_una\_solución(ángulo\_inferior\_izquierdo, problema).
- es\_una\_solución(centro, problema).
- 288. -- obj. identificar el vector
- 293. obj. es\_un vector(X):-X=centro.
- 295. es\_vector(diagonal\_ángulo\_superior\_derecho\_ángulo\_inferior\_izquierdo).
- 296. es\_vector(X):-X=diagonal.
- 297-- tengo el problema resuelto.

abajo.

175. es\_solución([X, Vector):- es(X, diagonal).

176. es\_solución([diagonal\_sup\_izquierda-centro, vector).

177. -- obj. identificar el número de intentos permitido.

179. -- se acabaron las opciones.

180. es\_solución([diagonal\_sup\_derecha-centro, vector).

181. -- hallé el segundo vector.

182. -- el próximo problema tendrá más vectores.

184. puntaje\_acumulado(350).

-- INTENTO 1: Problema 8 -- hallar cinco agujeros y tres vectores

185. -- aumenta el número de vectores. Confirma 182.

186. valor(es\_solución([[centro, agujero1], [vértice1, agujero2], [vértice2, agujero3], [vértice3, agujero4], [vértice4, agujero5]]), X).

187. es\_solución([centro, agujero1]).

188. es\_solución([vértice\_inf\_izquierdo, agujero2]).

189. es\_solución([vértice\_inf\_derecho, agujero3]).

190. es\_solución([vértice\_sup\_derecho, agujero4]).

191. es\_solución([vértice\_sup\_izquierdo, agujero5]).

192. valor(es\_solución([diagonal\_sup\_izquierda-centro, vector1], [diagonal\_sup\_derecha-centro, vector2]), X).

194. es\_solución([diagonal\_sup\_izquierda-centro, vector1]).

195. valor(es\_solución([diagonal\_sup\_derecha-centro, vector2]), X).

196. valor(es\_solución([diagonal\_sup\_derecha-centro, vector2]), verdadero).

197. es(X, vector):- es(X, línea\_horizontal); es(X, línea\_vertical).

198. obj. valor(es(X, vector):- es(X, línea\_horizontal); es(X, línea\_vertical), X).

199. es(X, vector):- es(X, línea\_horizontal).

200. es(línea\_horizontal, vector3).  
es\_solución(línea\_horizontal, vector3).

203-- Obj. hallar el número de vectores del siguiente problema.

204. puntaje\_nivel(90).

205. puntaje\_acumulado(440).

problema).

321. es\_una\_solución(ángulo\_superior\_izquierdo, problema).

322. es\_una\_solución(ángulo\_inferior\_izquierdo, problema).

323. es\_una\_solución(centro, problema).

324.-- obj. los vectores.

325a. es\_vector

(diagonal\_ángulo\_superior\_derecho\_ángulo\_inferior\_izquierdo).

325b. es\_vector

(diagonal\_ángulo\_superior\_izquierdo\_ángulo\_inferior\_derecho).

326. -- hallar un vector

327. -- en ángulo superior derecho no hay otro vector

328. -- en ángulo superior izquierdo no hay otro vector.

INTENTO2. Problema 8: Hallar 5 agujeros negros y tres vectores.

329. pasos(X, Solución),  $X \leq 10$ .

330. -- Obj. Hallar tres vectores.

332. es\_vector(horizonta\_centro).

336. es\_vector

(diagonal\_ángulo\_superior\_derecho\_ángulo\_inferior\_izquierdo), es\_vector

(diagonal\_ángulo\_superior\_izquierdo\_ángulo\_inferior\_derecho).

338. es\_una\_solución(ángulo\_superior\_derecho, problema).

340. es\_una\_solución(ángulo\_inferior\_izquierdo, problema).

342. es\_una\_solución(ángulo\_inferior\_derecho, problema).

343. es\_una\_solución(centro, problema).

INTENTO3. Problema 8: Hallar 5 agujeros negros y tres vectores

-- obj. 5 agujeros y 3 vectores.

345. pasos(X, Solución),  $X \leq 10$ .

347. Hi. es\_vector(horizonta\_centro)

348. es\_vector(horizonta\_centro)

350. es\_vector

(diagonal\_ángulo\_superior\_izquierdo\_ángulo\_inferior\_derecho).

352. es\_vector

(diagonal\_ángulo\_superior\_derecho\_ángulo\_inferior\_izquierdo).

353. -- obj. tres vectores y cinco agujeros.

354. es\_una\_solución(X, problema):- X=centro;  
X=vértice

355. es\_una\_solución(ángulo\_superior\_derecho, problema).

triángulos que forman los agujeros de los vértices con el centro.

146. `puntaje_nivel(70)`.

147. `puntaje_acumulado(280)`.

148. -- aumentará el número de agujeros, o el número de vectores.

149. -- obj. validar 148.

-- INTENTO 1: Problema 7 -- hallar cinco agujeros y dos vectores

150. `es_solución([[X1,agujero1], [X2, agujero2], [X3, agujero3], [X4, agujero4], [X5, agujero5], [X6, vector1, X7, vector2]])`.

151. `es_solución([centro, agujero1])`.

152. `valor(es_solución([[centro,agujero1], [vértice1, agujero2], [vértice2, agujero3], [vértice3, agujero4], [vértice4, agujero5]]), verdadero)`.

153. -- busque el agujero dentro del cuadrado.

154. -- ha cambiado la posición de los agujeros.

155. `es_solución([vértice_inf_izquierdo, agujero2])`.

156. `es_solución([vértice_inf_derecho, agujero3])`.

157. `es_solución([vértice_sup_derecho, agujero4])`.

158 -- hallé los cuatro agujeros

159a. obj. `es_solución([vértice_sup_izquierdo, agujero5])`.

159b. -- los agujeros están dentro del cuadrado. La revisión anterior se hizo fuera del cuadrado.

160. `es_solución([vértice_sup_izquierdo, agujero5])`.

161. -- El primer intento se hizo fuera del cuadro y el segundo dentro del cuadro. El computador me orientó a buscarlo dentro.

162. -- encontré los cinco agujeros.

163. `es_solución([[X6, vector1], [X7, vector2]])`.

164. obj. `valor(es_solución([diagonal_izquierda_sup_derecha_inf, vector]), X)`.

165. -- obj. click cerca a la posición anterior.

166. hi: obj. `valor(es_solución([diagonal_izquierda_sup_derecha_inf, vector]), falso)`.

167. `acercamiento(punto1, punto2, 10)`.

168. -- mover hacia abajo.

169. `puntaje_nivel(0)`.

170. `puntaje_acumulado 280`.

-- INTENTO 2: Problema 7 -- hallar cinco agujeros y dos vectores

171. `valor(es_solución([[centro,agujero1], [vértice1, agujero2], [vértice2, agujero3], [vértice3, agujero4], [vértice4, agujero5]]), verdadero)`.

174. -- el vector es una línea que atraviesa de arriba

INTENTO1. Problema 7: Hallar 5 agujeros negros y dos vectores.

300. `pasos(X, Solución), X<=10`.

301. `pasos(X, Solución), X<=5`.

302. `pasos(X, Solución), X<=7`.

303. `es_una_solución(X, problema):- X=centro; X=vértice`

305. `es_una_solución(ángulo_superior_derecho, problema)`.

306. `es_una_solución(ángulo_inferior_derecho, problema)`.

307. `es_una_solución(ángulo_inferior_izquierdo, problema)`.

308. `es_una_solución(ángulo_superior_izquierdo, problema)`.

309. `es_una_solución(centro, problema)`.

310. -- obj. dos vectores.

311a. `es_vector(X):-X=diagonal`.

311b. `diagonal:- es_linea(esquina,centro,esquina)`.

312. `es_vector`

(`diagonal_ángulo_superior_izquierdo_ángulo_inferior_derecho`).

313. `es_vector`

(`diagonal_ángulo_superior_derecho_ángulo_inferior_izquierdo`).

INTENTO1. Problema 8: Hallar 5 agujeros negros y tres vectores.

315. `pasos(X, Solución), X<=10`.

317. `es_una_solución(ángulo_superior_derecho, problema)`.

318. `es_una_solución(ángulo_inferior_derecho,`

<p>-- INTENTO 1: Problema9 -- hallar cinco agujeros y cuatro vectores</p> <p>207. es_solución([X1, vector1], [X2, vector2], [X3, vector3], [X4, vector4]).</p> <p>209. valor(es_solución([[centro,agujero1], [vértice1, agujero2], [vértice2, agujero3], [vértice3, agujero4], [vértice4, agujero5], [diagonal_sup_derecha-centro, vector1], [diagonal_sup_izquierda-centro, vector2], [horizontal_centro, vector3]]), verdadero).</p> <p>210. obj. 209.</p> <p>211. es_solución([diagonal_sup_derecha-centro, vector1]).</p> <p>212a. es_solución([diagonal_sup_izquierda-centro, vector2]).</p> <p>212b. es_solución(horizontal_centro, vector3]).</p> <p>213. es(X, vector):- es(X, vertical).</p> <p>214a. es_solución([vertical_centro, vector4]).</p> <p>214b. es_solución([[centro,agujero1], [vértice1, agujero2], [vértice2, agujero3], [vértice3, agujero4], [vértice4, agujero5]]).</p> <p>215. es_solución([ [diagonal_sup_derecha-centro, vector1], [diagonal_sup_izquierda-centro, vector2], [horizontal_centro, vector3], [vertical_centro, vector4]]).</p> <p>216. puntaje(90).</p> <p>217. puntaje(330).</p> <p>218.-- La estructura del juego no admite aumento en el número de vectores y abrirá otra actividad.</p>	<p>356. es_una_solución(ángulo_superior_izquierdo, problema).</p> <p>357. es_solución(centro,problema).</p> <p>358. es_una_solución(ángulo_inferior_izquierdo, problema).</p> <p>359. es_una_solución(ángulo_inferior_derecho, problema).</p> <p>INTENTO1. Problema 9: Hallar 5 agujeros negros y 4 vectores</p> <p>362 -- obj. 5 agujeros, 4 vectores</p> <p>363. pasos(X, Solución), X&lt;=10.</p> <p>364. es_vector(X):-X=horizontal_centro; X=diagonal_centro.</p> <p>365. Hi: es_vector(vertical_centro).</p> <p>366. es_vector(vertical_centro).</p> <p>367. -- obj. horizontal centro.</p> <p>369. es_vector(es_vector (diagonal_ángulo_superior_izquierdo_ángulo_inferior_derecho).</p> <p>371. es_vector (diagonal_ángulo_superior_derecho_ángulo_inferior_izquierdo).</p> <p>373. es_vector(horizontal_centro).</p> <p>377. es_una_solución(centro,problema).</p> <p>378. es_una_solución(ángulo_superior_derecho, problema).</p> <p>379. es_una_solución(ángulo_inferior_derecho, problema).</p> <p>380. es_solución(ángulo_inferior_izquierdo,problema).</p> <p>381. es_una_solución(ángulo_superior_izquierdo, problema).</p> <p>383. puntaje=90</p> <p>384. acumulado=360.</p>
---	--

## EL ESPACIO DEL PROBLEMA.

### 1. La estructura de símbolos que representa el conocimiento a cerca de la tarea.

El sujeto 1 a este nivel ha formado un patrón de representación del juego, con base en el cual puede hacer predicciones sobre la forma como va creciendo. 97. -- *el próximo problema será: es\_solución([X1, agujero1], [X2, agujero2], [X3, agujero3], [X4, agujero4]).* Al terminar el nivel 5 puede prever que : 123. -- *El próximo problema presentará otra actividad.* Y decir al terminar: 218.-- *La estructura del juego no admite aumento en el número de vectores y abrirá otra actividad.*

El sujeto 1 se representa los vectores como entidades con movimiento que se relacionan con los vértices y el centro: 145. *Los vectores están en el medio de los triángulos que forman los agujeros de los vértices con el centro.*

El sujeto 2 tiene una representación con base en la experiencia anterior en términos de que se debe hallar una posición en el cuadrado. Las hipótesis que formula son coherentes con esta representación. Por ejemplo, 236. *Hi: es\_una\_solución (vertice\_superior\_izquierdo, agujero2).* Los problemas nuevos son vinculados a esta estructura de representación.

El sujeto 2 se representa inicialmente el vector como un punto en el centro, luego, al hallar el primer vector, cambia su representación a una línea que inicialmente va de vértice a vértice pasando por el centro, a la horizontal que pasa por el centro -332. *es\_vector (horizontal\_centro).*, y finalmente a la vertical que pasa por el centro.

**2. El operador que genera nuevos estados de conocimiento a partir de estados previos es el click.** Ambos sujetos generan nuevos estados e información haciendo click en diferentes puntos de la pantalla.

#### **4. El problema.**

El problema tiene la misma dinámica en los dos sujetos. Inicialmente consiste en buscar una posición a partir de los acercamientos. El centro típicamente atrae la percepción de los sujetos y hace que sea el punto de referencia. Además, el centro es la solución al primer problema y ésta se mantiene constante, convirtiéndose en una posición privilegiada a lo largo de la experiencia. Progresivamente los sujetos desisten en su búsqueda con base en los acercamientos y el problema, entonces, se convierte en explorar puntos claves, entre los cuales están los vértices. Continuar con puntos diferentes a los vértices puede ser más divertido y base para analizar más a fondo el razonamiento espacial. Pero, aquí se debe tener presente la vinculación de este tipo de ejercicio con el planteamiento de Arnheim de la estructura inducida. La exploración debe terminar en la consideración de dicha estructura.

#### **5. El conocimiento total disponible a través de los estados específicos:**

a. **El estado de conocimiento** . Los dos sujetos entran a la etapa 3 de la solución de esta serie de problemas con un conocimiento previo y un dominio sobre el operador, aunque haya muchas áreas por descubrir.

b. **Acceso a información almacenada en memoria de largo plazo (MLP) o un dispositivo externo de memoria (ME).** El sujeto uno, recuerda que un vector se representa por una línea y tiene dirección; esto le permite dar significado a las instrucciones sobre el juego del vector. El sujeto dos se basa exclusivamente en su conocimiento adquirido en las dos etapas anteriores y no presta atención al significado de las instrucciones del juego que incluye vectores.

c. **Acceso a otros estados de conocimiento que se alcanzaron previamente y están almacenados en MLP o ME.** Los dos sujetos registran las soluciones en los pasos anteriores como base de solución para el siguiente problema.

d. **Información dinámica temporal creada y usada en el estado particular de conocimiento.** Los dos sujetos van formando una base de conocimiento a través del proceso que validan a medida que avanzan.

El sujeto 1 elabora la hipótesis de la permanencia de las soluciones halladas y con base en ella orienta la búsqueda siguiente: 92. *obj. es\_solución([[centro, agujero1], [vértice, agujero2]])*. Esta hipótesis es validada cuidadosamente y le lleva a descubrir que los puntos son móviles, pero conservándose como verdadero que son soluciones son el centro y los vértices: 107. *Posición1 > < Posición2: - posición((Posición1, Agujero), tiempo1), posición((Posición2, Agujero), tiempo2), tiempo1 > < tiempo2*.

El sujeto 1 descubre los vectores pensando a partir del concepto de vector como entidad dinámica que estaría ubicado en la mitad entre un vértice y el centro, en tanto que el segundo sujeto descubre el vector por azar. Sin embargo, ambos establecen rápidamente la generalización de que las diagonales son vectores. 175. *es\_solución([X, Vector]:- es(X, diagonal)*). Esta generalización anima a buscar categorías relevantes de líneas dentro del cuadrado y ambos piensan en la horizontal y la vertical, tomando como referencia el centro. El sujeto 1 parte de: 197. *es(X, vector):- es(X, línea\_horizontal); es(X, línea\_vertical)* para hallar los últimos vectores.

El sujeto 2, con base en la experiencia tenida en los tres primeros problemas elabora la hipótesis de que las soluciones están en el centro o en los vértices: 234. *Hi: es\_una\_solución(centro, agujero1* y 243. *Obj. es\_una\_solución (X, problema):-X=Vértice*. Finalmente integra en una sola expresión: 246-7. *es\_una\_solución (X, problema):-X=centro; X=vértice*. Esta generalización continúa siendo el criterio de orientación de la búsqueda cada vez que aparece el problema de los agujeros negros: 303. *es\_una\_solución (X, problema):- X=centro; X=vértice*

e. **Conocimiento a cerca de cómo se llegó a determinado estado de conocimiento.**

En esta etapa de la solución de los problemas, los sujetos siguen procesos sistemáticos de búsqueda y son concientes tanto de la manera como resuelven el problema, de la solución obtenida y de los intentos fallidos en el proceso de solución. Los sujetos especifican subobjetivos que tratan de alcanzar como pasos para la solución al problema general.

#### Selección Del Método Particular De Solución.

El primer paso de los dos sujetos es probar si las soluciones en los pasos anteriores se conservan. El segundo paso es seguir explorando la misma categoría de posiciones ya encontradas. Finalmente tratan de explorar otras categorías cuando las ya conocidas se han agotado. De esta manera, conservan la solución en el centro, luego proceden a identificar los vértices ya encontrados y finalmente los vértices sin explorar. La aparición del término vector abre la exploración de otros puntos.

Para hallar el primer vector el primer sujeto lanza la hipótesis de que el vector debe moverse entre dos puntos y que se halla en la mitad de la distancia del centro al vértice: 140. *posición(vector, X):- distancia(centro, X1), distancia(vértice, X2), X=(X1+X2)/2.* -- Esta expresión equivaldría al punto medio de la hipotenusa de un triángulo rectángulo--. De esta manera descubre la diagonal como un vector.

La solución de la diagonal la conserva y lanza la hipótesis de que también serán vectores la horizontal y la vertical. De esta manera domina completamente el micromundo y puede resolver los problemas repitiendo sólo el problema siete, por falta de precisión manual al hacer el click.

El sujeto2 desconoce el término vector. Procede entonces con la hipótesis de que estará cerca al centro. 293. *obj. es\_un\_vector(X):- X=centro.* Esta hipótesis lo conduce por azar al primer vector y lo clasifica como una diagonal: 295. *es\_vector(diagonal\_ángulo\_superior\_derecho\_ángulo\_inferior\_izquierdo).* Generaliza diciendo que los vectores son líneas diagonales: 296. *es\_vector(X):-X=diagonal.* Esta generalización le genera dificultades en el problema 8 hasta verse obligado a cambiar de hipótesis y expresar que otra línea que también puede ser un vector es la horizontal:

## VISIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE METACONOCIMIENTO EN ESTA ETAPA

a. **Identificación y definición del problema.** Los dos sujetos identifican y definen el problema.

b. **Representación mental del problema.** Para el primer sujeto el problema se representa como un proceso de validar posiciones ya encontradas y encontrar otras de la misma categoría. Al finalizar el proceso tiene expresiones como: *es\_solución([[centro, agujero1], [vértice1, agujero2], [vértice2, agujero3], [vértice3, agujero4], [vértice4, agujero5], [diagonal\_sup\_derecha-centro, vector1], [diagonal\_sup\_izquierda-centro, vector2], [horizontal\_centro, vector3]])*.

El segundo sujeto representa el problema en términos de elementos separados, pero pertenecientes a la misma categoría. El siguiente es un ejemplo de representación: 369. *es\_vector(es\_vector(diagonal\_ángulo\_superior\_izquierdo\_ángulo\_inferior\_derecho).*

d. **Planeación de procedimientos a seguir.** A medida que los sujetos adquieren familiaridad con el tipo de problemas la actividad se torna programada por etapas, lo cual se muestra en la definición de objetivos y subobjetivos. El primer sujeto presenta capacidad de hacer predicciones, no sólo sobre el valor de sus hipótesis sino sobre la evolución del mismo juego. El segundo sujeto se atiene sólo a las hipótesis que le sirven de orientación. Sin embargo, la evolución del segundo sujeto es más evidente por cuanto pasa de intentos al azar a asumir hipótesis sistemáticas de búsqueda.

e. *Evaluación del conocimiento a cerca del desempeño.*

La siguiente característica que se detecta como resultado de la experiencia en la solución de problemas es la conciencia de logros cuando se logra una solución y de fracaso cuando se falla en un intento de solución.

f. **El monitoreo prospectivo basado en juicios a cerca de la facilidad de aprendizaje (EOL).** Las predicciones sobre el mejoramiento de los juicios prospectivos del sujeto 2 se pueden basar en la familiaridad con el tipo de problema y en el éxito obtenido en las soluciones anteriores. Los datos para los problemas 3-9 están contenidos en la siguiente tabla:

Juego	3	4	5	6	7	8	9
Intentos Calculados	10	5	5	10	7	30	10
Intentos Realizados	4	6	5	7	8	30	9

En los juegos 4 y 5 que contienen soluciones de la misma clase que las consideradas en los juegos 1-3, el sujeto hace predicciones muy ajustadas a las realizaciones. Cuando se introduce el elemento vector en el juego 6, vuelve a tomar el número máximo permitido (10). El resolver el problema 6 le da bases para hacer un ajuste a 7. En el juego ocho se gasta tres series de intentos, lo cual condiciona el último pronóstico, que podría ser ajustado completamente a las opciones requeridas.

**CAPITULO 5.-**  
**RESUMEN DE CONCLUSIONES Y**  
**EVALUACION DE PROYECCIONES**  
**DEL TRABAJO**

**5.1.- SUMARIO DE CONCLUSIONES Y LINEAS DE DESARROLLO POSTERIOR**

El interés central del presente trabajo estuvo enfocado en investigar relaciones entre el nivel metacognitivo (específicamente la autoevaluación del aprendizaje y la precisión de esta autoevaluación) y el nivel cognitivo relacionado con el desarrollo de la capacidad de diseño (básicamente la retención de conceptos y la conformación de estrategias de solución de problemas). Ello con el propósito de validar las condiciones necesarias para una pedagogía del diseño (es decir, de orientar la práctica educativa tendiente a desarrollar la capacidad de diseño de los estudiantes) que el equipo de investigación había derivado inicialmente de la revisión bibliográfica y su propia práctica docente en el Departamento de Tecnología de la UPN, por un lado. Y por el otro, de desarrollar la experiencia del equipo en diseño de programas de software tutoriales destinados a proveer ambientes computarizados para el aprendizaje autodirigido del diseño.

Ese interés se condensó en las tres hipótesis básicas del proyecto, que es conveniente presentar aquí nuevamente, antes de exponer un resumen de las conclusiones extraídas del análisis estadístico, de la reconstrucción de "rutas de navegación" y del análisis de protocolos ( ver Capítulo 4). Dichas hipótesis son:

**HIPOTESIS 1:** La Precisión de la Autoevaluación aumenta en función de la Retroinformación.

**HIPOTESIS 2:** La mayor Precisión de la Autoevaluación favorece una mayor Retención de Conceptos.

**HIPOTESIS 3:** Existen diferencias significativas entre los estudiantes que autoevalúan su aprendizaje y quienes no lo hacen.

En primera instancia, las pruebas de hipótesis apuntan en el sentido de invalidar la Hipótesis 1, mientras que tienden a validar las otras dos hipótesis. Este resultado, según se discutió en el Capítulo 4 de este mismo documento, tiene la interpretación siguiente.

La precisión de la autoevaluación resulta ser una característica personal del estudiante, que al parecer no es afectada por la cantidad de retroinformación suministrada por el tutorial computarizado, por lo menos en el corto plazo de la experiencia de navegar por ese tutorial. Este resultado, a primera vista contradictorio, tiene análogos en la investigación educativa sobre el aprendizaje. (Bjork, 1994). Así por ejemplo, Novak reporta un experimento con estudiantes de química, cuya capacidad de aprendizaje inicial no resulta modificada por el trabajo educativo, lo cual apoya la tesis central de la Teoría del Aprendizaje Significativo, de que la capacidad de aprendizaje depende de lo que ya se sabe (Novak, 1982). Como se ha mencionado ya antes, nuestro interés por la precisión de la autoevaluación procede de la tesis de que ésta es un importante componente de la capacidad de aprendizaje (Schwartz & Metcalfe, 1994; ver también las otras dos tesis).

Antes que un mensaje desalentador para los educadores, este hecho, de que la capacidad de aprendizaje no es afectada por el trabajo educativo al menos en los reducidos términos de tiempo de la experimentación, ha sido una señal que ha orientado la investigación educativa hacia el estudio de los procesos de solución de problemas y los del nivel metacognitivo, entre los cuales hemos considerado de especial importancia la construcción de estrategias de solución de problemas, dada la orientación hacia la pedagogía del diseño de nuestro trabajo.

Como vimos, existe una correlación directa entre precisión de la autoevaluación y el aprendizaje medido por la retención de conceptos, siempre que esta relación se mida dentro del entorno de tarea en el cual se suceden las labores de aprendizaje. Pero esta correlación desaparece cuando se comparan entornos de tarea diferentes (tipo de ejercicios diferente aunque sobre un mismo tema, tipo de ejercicios semejante pero con temática distinta). Este resultado, interpretado como una validación condicionada de la hipótesis 2, parece ser una manifestación del fenómeno de dificultad de transferencia de información/conocimiento adquiridos en un entorno de tarea a otro, suficientemente documentado en la literatura.

Pensamos que la posibilidad que un estudiante tenga o no de transferir información/conocimiento a entornos de tarea distintos depende de la calidad de sus estrategias de búsqueda de solución. Un estudiante con estrategias fuertes de solución estaría en capacidad de efectuar esa transferencia. En términos de la teoría del aprendizaje significativo, un estudiante tendría capacidad de aprender conceptos significativamente (es decir, de transferirlos a entornos de tarea diferentes a aquel en que fueron adquiridos) si es capaz de construir estrategias fuertes de solución de problemas.

Por otra parte, el análisis de datos mostró otros dos interesantes aspectos, el primero de los cuales tiene que ver con la relación entre retención de conceptos y construcción de estrategias de búsqueda, y el segundo con el diseño de software educativo. Al parecer, los estudiantes que tienen un mejor aprendizaje (la retención de conceptos medida por el puntaje de evaluación) también recurren al plano metacognitivo evaluando sus

procedimientos de búsqueda. En este proceso, construyen una estrategia fuerte de búsqueda. Esta afirmación debe ser matizada por el hecho de que no existe una relación directa entre retención de conceptos y capacidad de aprendizaje significativo, sino que estos dos niveles parecen estar ubicados en diferentes planos y relacionados de maneras bastante complejas. En otras palabras, la retención de conceptos se ubica en el nivel cognitivo y las estrategias de búsqueda en el metacognitivo ( Nelson & Narens, 1994).

Precisamente en el aspecto de construcción de estrategias de aprendizaje es en donde aparece más claramente significativo el impacto de la estructura del software. Las versiones del software que efectúan preguntas sobre la seguridad subjetiva del usuario en sus respuestas, y piden estimación de intentos para resolver un ejercicio (la facilidad de aprendizaje, EOL) parecen, al mismo tiempo y por esta razón, activar procesos de construcción de estrategias fuertes de búsqueda. Como se reseñó en el Capítulo 4, los usuarios de las versiones con retroinformación tuvieron que intentar dos y media veces, en promedio, la solución de ejercicios antes de resolverlos correctamente, mientras que los estudiantes que trabajaron en la versión sin retroinformación tuvieron un promedio de ocho veces.

Esto es corroborado por los análisis de protocolos. Los protocolos de una persona que habla en voz alta reflejan el contenido de la memoria de corto plazo o memoria de trabajo y dan a conocer el proceso de búsqueda de soluciones a través del espacio del problema. Analizados los protocolos en los problemas de exploración planteados, éstos muestran la evolución en el proceso de aprendizaje de los sujetos en la medida en que iban interactuando con el entorno de tarea o micromundo basado en los planteamientos de Arnheim.

Nos interesa en este trabajo analizar la experiencia de exploración visual como antesala para entrar a considerar conceptos más abstractos, por una parte, y el desarrollo de la capacidad de predicción del éxito en la solución de nuevos problemas (juicio sobre la facilidad de aprendizaje -EOL) y sobre la seguridad de los aprendizajes logrados (FOK).

La dirección de la investigación sobre el monitoreo del propio aprendizaje muestra que este tipo de juicios está influida por el grado de habilidad que se va logrando en un dominio de aprendizaje (Schwartz and Metcalfe ,1994) y por la historia que el sujeto desarrolle en la solución de dificultades que pueden presentarse en los ambientes reales (Bjork, 1994).

En este nivel de análisis de la investigación, los sujetos se ejercitan en la solución de problemas, que en su primera etapa presentan dificultad por cuanto tienen que identificar estructuras subyacentes a un micromundo y actuar por descubrimiento. En la medida en que los sujetos desarrollan sistemas de hipótesis (construyen estrategias de solución), la búsqueda se torna más fructuosa. La resultante es la formación de un sistema de análisis del tipo de problemas que se les presenta. Esta evolución en su forma de pensar el micromundo, se muestra en estrategias progresivamente más efectivas y fuertes para afrontar el tipo de problemas de exploración.

El sujeto que ejercitó la autoevaluación muestra una evolución progresiva en sus juicios acerca de la facilidad de aprendizaje. Sus pronósticos con respecto a sus éxitos son progresivamente más certeros. Esto nos da pie para sostener que un enfoque apropiado de la formación de la capacidad de solucionar problemas debe garantizar la combinación del ejercicio de solución de problemas con los procesos de autoevaluación en condiciones en que esta autoevaluación sea validable. Esta

posición tiene repercusiones sobre el enfoque del entrenamiento, el cual debe formar no sólo la capacidad de resolver problemas de manera inmediata, sino, especialmente, formar la capacidad de afrontar nuevos problemas y de valorar sus propias capacidades, como base para que la persona halle la formación adicional requerida. Este enfoque es congruente con los estudios actuales sobre la relación entre el desarrollo metacognitivo y entrenamiento (Bjork, 1994).

Lo anterior sugiere una apreciación para la dirección de desarrollo de la investigación. El tutorial computarizado, al proveer retroinformación, parece mejorar la construcción de sistemas de hipótesis por parte de los estudiantes. Este hecho es vital para el fortalecimiento de la capacidad de diseño de los usuarios, pero también es importante anotar que no constituye condición suficiente. Por ésto, el siguiente nivel de desarrollo del tutorial debe contemplar la inclusión de modelos de estudiante derivados de la reconstrucción de rutas de navegación y del análisis de protocolos, para que sea capaz de reconocer el usuario que tiene ante sí y sugerir acciones apropiadas en aras de fortalecer sus sistemas de hipótesis.

Adicionalmente a ésto, deberá ponerse a prueba la idea de que la reconstrucción histórica de objetos, presentada al usuario por una segunda unidad temática del tutorial, permite el fortalecimiento de la "experiencia de diseño" del estudiante y contribuye a su capacidad de construir estrategias fuertes de solución de problemas.

Finalmente, las condiciones experimentales utilizadas en la investigación, aunque son apropiadas en cuanto a duración, ya que los sujetos en la solución de los problemas planteados gastan aproximadamente seis horas de trabajo, se puede enriquecer planteando la búsqueda de otra categoría de objetos, también relacionados con la teoría del equilibrio.

## **5.2.- PROYECCIONES Y ACTIVIDADES ASOCIADAS**

### **5.2.1.- Trabajos de tesis derivados de este trabajo.**

El desarrollo de esta investigación está directamente relacionada con los programas de magister en Educación Tecnológica y Tecnologías de la Información y la Comunicación y con el programa de licenciatura en Diseño del Departamento de Tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional. En este contexto se desarrolló una línea de discusión académica y de investigación que a dado lugar a una serie de trabajos de investigación por parte de los estudiantes participantes. Los trabajos que se adelantan en la actualidad son los siguientes:

- \* Organizadores Previos. Tesis de Magister Rodolfo Ramírez.
- \* Razonamiento Mecánico. Tesis de Magister Luis Sanabria.

\* Historia de los Objetos. Tesis de Magister Alvaro Acero.

\* Razonamiento Espacial. Tesis de Magister Neheray Ortega Del Castillo (Programa CINDE-UPN)

\* Ambiente de Aprendizaje para Preescolar. Tesis pregrado de Cesar López, Jorge López y Yamile Caballero.

### **5.2.2.-Otras actividades asociadas.**

Dentro de nuestro compromiso de dar a conocer este trabajo de investigación, se han desarrollado dos actividades concretas. La primera es la presentación a la Conferencia Internacional sobre Educación en Ciencia y Tecnología IISTEC-96, que se llevará a cabo en Jerusalém, Israel, bajo los auspicios del Ministerio de Educación de ese país y la Unesco. Se anexa fotocopia de la carta de aceptación de ponencia respectiva.

La segunda está relacionada con el programa del ICFES de formación de docentes de la educación superior en Tecnologías de la Información. Nuestro grupo de investigación elaboró, con base en la experiencia derivada de este proyecto, el Módulo sobre diseño de Hipertexto, que está en proceso de publicación por parte del ICFES.

## REFERENCIAS

- ANDRADE LONDOÑO, E. (1989). La Tecnología Contemporánea y sus Implicaciones en la Educación. En: Educación y Cultura, Revista del Ceid-Fecode. No 17, Marzo. Bogotá.
- ANDRADE LONDOÑO, E. (1994). El Papel de la Educación en Tecnología en el Desarrollo Nacional de los Países del Tercer Mundo. CIUP- UPN, Bogotá
- ARNHEIM, R. (1971). Arte y Percepción Visual: Psicología de la Visión Creadora. Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- ATKINSON, R. C. (1972a). Ingredients for a Theory of Instruction. American Psychologist, 27, 921-931.
- ATKINSON, R. C. (1972b). Optimizing the Learning of a Second Language Vocabulary. Journal of Experimental Psychology, 96 (1), 124-129.
- BERLINER, D.; BIVENS, L.; and CAMPBELL, V. N. (1963). Memory span and self-direction in serial learning of a name list. Palo Alto, CA: American Institute for Research, December 1963, Technical Report, AIR-D10-12/63-TR(a), (U. S. Office of Education Grant No. Title VII: 7-48-0000-183).
- BJORK, ROBERT (1994). Memory and Metamemory Considerations in the Training of Human Beings. In METCALFE, Jane and SHIMAMURA, Arthur P. (Eds.). Metacognition. Cambridge, MA: The MIT Press. Preface.
- BRIGGS, L. J. (1968). Sequencing of Instruction in Relation to Hierarchies of Competence. American Institutes for Research, Pittsburgh, PA.
- BROWN, A. L. (1978). Knowing When, Where and How to Remember: A Problem of Metacognition. In Glaser, R. (De.). Advances in instructional psychology (pp. 367-406). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- BUNDERSON, C. V. (1976). TICCIT Courseware Development Report. Paper presented at the meeting of the American Educational Research Association. San Francisco, April 1976.
- CAMPBELL, V. and BIVENS, L. (1963). Self-Direction in Programmed Geography Instruction. Palo Alto, CA: American Institute for Research, November 1963, Technical Report AIR-D10-11/63-TR(A), (U.S. Office of Education Grant No. Title VII: 7-48-0000-183).
- CARRIER, C. A.; DAVIDSON, G. V.; WILLIAMS, M. D.; and KALWEIT, C. M. (1986). Instructional Options and Encouragement Effects in a Microcomputer-Delivered Concept Lesson. Journal of Educational Research, 79(4), 222-229.
- CARRIER, C.; DAVIDSON, G.; HIGSON, V.; and WILLIAMS, M. (1984). Selection of Options by Field Independent and Dependent Children in a Computer-Based Concept Lesson. Journal of Computer-Based Instruction, 11(2), 49-54.

- DANIELS, M. C.; ALZATE R., G. y BLACKBOURN, J. (1988). Ley de Fomento a la Investigación Científica y el Desarrollo Tecnológico - Ponencias en la Cámara de Representantes. Ciencia, Tecnología y Desarrollo, 12 (1-4), 13-24.
- DAVIDSON, Janet E. & STENBERG, Robert J. (1986). The Role of Insight in Intellectual Giftedness. Gifted Child Quarterly, 28, 58-64.
- DAVIDSON, Janet E.; DEUSER, Rebeca & STERNBERG, Robert J. (1994): The Role of Metacognition in Problem Solving. In: Metcalfe, Jane and Shimamura, Arthur P. (Eds.). Metacognition. Cambridge, MA: The MIT Press. 207-226.
- DERRY, S. J.; and MURPHY, D. A. (1986). Designing Systems that Train Learning Ability: from Theory to Practice. Review of Educational Research, 56 (1), 1-39.
- ERICSON, K. A. & CLUTCHER, R. J. (1991). Introspection and Verbal Reports on Cognitive Processes - Two Studies of Thought Processes: A Response to Howe. En: New Ideas in Psychology, 9, 57-71.
- ERICSON, K. A. & SIMON, H. A. (1993). Protocol Analysis: Verbal Reports as data. Cambridge, MA: The MIT Pres. Second Edition.
- FAURE, E., International Commission on the Development of Education (1972). Learning to be: the world of education today and tomorrow. Paris: UNESCO.
- FAUST, G. W. (1974). Design Strategy and the TICCIT System. View Points, 50, 91-101.
- FISHER, M. D.; BLACKWELL, L. R.; GARCIA, A. B.; and GREENE, J. C. (1975). Effects of Student Control and Choice on Engagement in a CAI Arithmetic Task in a Low-Income School. Journal of Educational Psychology, 67(6), 776-783.
- FLAVELL, J. H. (1981). Cognitive Monitoring. In DICKSON, W.P. (De.), Children's oral Communication Skills. New York: Academic Press.
- FLAVELL, J. H. & WELLMAN, H. M. (1977). Metamemory. In KAIL, R. V. & HAGEN, J.W. (Eds.). Perspectives on the Development of Memory and Cognition. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- FLAVELL, J. H. (1979). Metacognition and Cognitive Monitoring: A New Area of Cognitive Developmental Inquiry. American Psychologist, 34, 906-911.
- FRY, J. P. (1972). Interactive Relationship between Inquisitiveness and Student Control of Instruction. Journal of Educational Psychology, 63(5), 459-465.
- GAGNÉ, R. M. (1985). The Conditions of Learning and a Theory of Instruction. New York, N.Y.: Holt, Rinehart and Winston (fourth edition).
- GAGNÉ, R. M. and White, R. T. (1978). Memory Structures and Learning Outcomes. Review of Educational Research, 48(2), 187-222.
- GARHART, C., and HANNAFIN, M. (1986). The Accuracy of Cognitive Monitoring During Computer-Based Instruction. Journal of Computer-Based Instruction, 13(3), 88-93.

- GAY, G. (1986). Interaction of Learner Control and Prior Understanding in Computer-Assisted Video Instruction. Journal of Educational Psychology, 78(3), 225-227.
- GLASGOW, J. & PAPADIAS, Dimitri (1992). Computational Imagery. Cognitive Science, 16, 355-394.
- GOEL, V. & PIROLI, P.(1992). Structure of Design Problem Spaces. Cognitive Science, Vol 16, No 3, Jul.- Sep. pp. 395 - 429.
- GOONATILAKE, S. (1984). Aborted Discovery: Science and Creativity in the Third World. Zed Books, Londres.
- GOETZFRIED, L., and HANNAFIN, M. J. (1985). The Effect of the Locus of CAI Control Strategies on the Learning of Mathematics Rules. American Educational Research Journal, 22(2), 273-278.
- GREENE, J. C. (1976). Choice Behavior and its Consequences for Learning: An Anti-Study. Doctoral Dissertation, Stanford University. Dissertation Abstracts International, 2740-A- 2741-A.
- HANNAFIN, M. J. (1984). Guidelines for Using Locus of Instructional Control in the Design of Computer-Assisted Instruction. Journal of Instructional Development, 7(3), 6-10.
- HANSEN, J. B. (1974). Effects of Feedback, Learner Control and Cognitive Abilities on State Anxiety and Performance in a Computer-Assisted Instruction Task. Journal of Educational Psychology, 66, 247-254.
- HAWKING, Stephen W. (1988). A Brief History of Time: From de Big Bang to Black Holes. Traducción al Español: Historia del Tiempo: del Big Bang a los Agujeros Negros. Bogotá, D.C.: Círculo de Lectores.
- HOLLOWAY, R. L. (1978). Task Selection and Locus of Control in Two Ability Groups' Recall. Contemporary Educational Psychology, 3, 118-126.
- HUBEL, D.H. (1986). El Cerebro. En: El Cerebro. Libros de Investigación y Ciencia. Scientific American. Prensa Científica, New York, Barcelona.
- JOHANSEN, K. J. and TENNYSON, R. D. (1983). Effect of Adaptive Advisement on Perception in Learner-Controlled, Computer-Based Instruction using a Rule-Learning Task. Educational and Communication Technology Journal, 31(4), 226-236.
- JONASSEN, D. H. (1986). Hypertext Principles for Text and Courseware Design. Educational Psychologist, 21(4), 269-292.
- JUDD, W. A. (1972). Learner-Controlled Computer-Assisted Instruction. Paper presented at the International School on Computer in Education, Pugnochiuso, Italy, July 3-21, 1972. Available from ERIC as ED 072 635.
- KOTOSKY, K., HAYES, J. R., & SIMON, H. A. (1985). Why Are Some Problems Hard? Evidence from the Tower of Hanoi. Cognitive Psychology, 17, 248-294.
- LAHEY, G. F. (1981). The Effect of Instructional Sequence on Performance in Computer-Based Instruction. Journal of Computer-Based Instruction, 7, 111-116.

- LAHEY, G. F., and COADY, J. D. (1978). Learner Control of Instructional Sequence in Computer-Based Instruction: A Comparison of Programmed Control. (NPRDC Technical Note 78-7), San Diego: Navy Personnel and Development Center.
- LAHEY, G. F., CRAWFORD, A. M., and HURLOCK, R. E. (1975). Use of an Interactive General-Purpose Computer Terminal to Simulate Training Equipment Operation. San Diego, Ca.: Navy Personnel Research and Development Center. Report TR-76-19. November 1975.
- LAYTON, D. (1993). Technology's Challenge to Science Education. Open University Press, Buckingham, Reino Unido.
- LAYTON, D. (1994). A School Subject in the Making? The Search for Fundamentals. En :LAYTON, D. (ed) Innovations in Science and Technology Education. Vol. V. Unesco, París.
- MAGER, R. F. (1961). On Sequencing of Instructional Content. Psychological Reports, 9, 405-413.
- MAGER, R. F. and Clark, C. (1963a). Explorations in Student-Controlled Instruction. Psychological Reports, 13, 71-76.
- MAGER, R. F. and CLARK, C. (1963b). The Effect of Qualitative Feedback in Automated Instruction. Palo Alto: Variant Assoc.
- MAGER, R. F. and McCANN, J. (1961). Learner-Controlled Instruction. Palo Alto: Varian Assoc.
- MALDONADO G., L. F. (1989). The Effect on Performance and Learner-Sequencing Decisions of Instructional Curriculum Maps in a Hypertext Environment. Doctoral Dissertation, Florida State University. Dissertation Abstracts International
- MALDONADO G., L. F. (1994). Análisis de Protocolos: Posibilidad Metodológica para el Estudio de Procesos Cognitivos en Personas con Discapacidad. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, Curso Internacional sobre Tecnologías de la Rehabilitación para Personas con Discapacidad.
- MALDONADO G.,L. F. y OCHOA, M. L. (1984). Proyecto de Investigación para el Desarrollo de Modelos de Diseño y Evaluación de Materiales Didácticos a Partir de las Teorías de la Cibernética, la Informática y la Comunicación. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- MALDONADO G.,L.F.,CARRILLO G, I., MONROY, L.B. y TERRERO G., A. (1977). Diseño y Comparación de Cuatro Métodos de Enseñanza en un Curso Introductorio de Psicología del Aprendizaje. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- MANDINACH, E. B. (1984). The role of strategy planning and self-regulation in learning an intellectual computer game. Doctoral Dissertation, Stanford University. Dissertation Abstracts International 45(6). 1693-A.

- MAYER, R. E. (1976). Some Conditions of Meaningful Learning for Computer Programming: Advance Organizers and Subject Control of Frame Order. Journal of Educational Psychology, 68(2), 143-150.
- MCCORMICK, R; MURPHY, P.; HENNESSY, S. (1994). Problem- Solving Processes in Technology Education: A Pilot Study. En: International Journal of Technology and Design Education. Vol.4 No 1, pp 5-34.
- METCALFE, Jane and SHIMAMURA, Arthur P. (Eds.). Metacognition. Cambridge, MA: The MIT Press. Preface.
- MONTANELLI, R. G., and STEINBERG, E. R. (1976). Uses of ACSES in Instruction. In J. Nievergelt (Ed.), ACSES: The Automated Computer Science Education System at the University of Illinois (Report no. 810). Urbana, Ill.: University of Illinois, Department of Computer Science.
- NELSON T. O., & NARENS, L. (1990). Metamemory: A Theoretical Framework and New Findings. In G. Bower (De.). The Psychology of Learning and Motivation (Vol 26). New York: Academic Press.
- NEWELL, A. & SIMON, H. A. (1972). Human Problem Solving. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- NEWKIRK, R. L. (1973). A Comparison of Learner Control and Machine Control Strategies for Computer-Assisted Instruction. Programmed Learning and Educational Technology, 10(2), 82-91.
- NOBLE, D. (1991). Social Choice in Machine Design: The Case of Automatically Controlled Tools. En: MACKKEY, H.; YOUNG, M; BENYON, J. (eds.) Understanding Technology in Education. Falmer Press. Londres.
- NOVAK, J. (1982). Teoría y Práctica de la Educación. Alianza Universidad. Madrid.
- OLIVER, W. P. (1971). Learner and Program-Controlled Sequences of Computer-Assisted Instruction. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association. New York, February 1971. Available from ERIC as ED 046 246.
- OWIE, I. (1983). Locus of Control, Instructional Mode and Student Achievement. Instructional Science, 12, 383-388.
- PEA, R. D. & HAWKING, (1987). Children's Planning Process in a Chore-Scheduling Task. In FRIEDMAN, S. L. , SCHOLNICK, E. K., & COCKING, R. R. (Eds). Blueprints for Thinking: the Role of Planning in Psychological Development. New York: Cambridge University Analogies. Child development, 51, 28-38.
- PERKINS, D.N. (1986). Conocimiento como Diseño. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- POLO, R. (1993). Lenguaje de la Forma. Documento de Trabajo sin publicar. Bogotá. pp 24-31
- SANTOGROSSI, D. A. and ROBERTS, M. C. (1978). Student Variables Related to Rates of Pacing in Self-Paced Instruction. Teaching of Psychology, 5(1), 30-33.

- SASSCER, M. F. (1982). An Exploratory Study of the Relationship between Learner Control Patterns and Course Completion in Computer Assisted Instruction. Dissertation Abstracts International 44(2), 376-377-A.
- SASSCER, M. F. and MOORE, D. M. (1984). A study of the Relationship between Learner-Control Patterns and Course Completion in Computer-Assisted Instruction. Programmed Learning and Educational Technology, 21(1), 28-33.
- SCHEFFLER, I. (1986). Computers at Schools?. Teachers College Record, 87(4), 513-528
- SCHLOSS, P. J., WISNIEWSKI, L. A., and CARTWRIGHT, G. P. (1988). The Differential Effect of Learner Control and Feedback in College Students' Performance on CAI Modules. Journal of Educational Computing Research, 4(2), 141-150.
- SEIDEL, R. J. (1975). Learner Control of Instructional Sequencing within an Adaptive Tutorial CAI Environment. (HumPRO Tech. Rep. 75-7). Alexandria, Va.: Human Resources Research Organization. June 1975.
- SEIDEL, R. J., WAGNER, H., ROSENBLATT, R. D. HILLELSOHN, M.J., and STELZER, J. (1978). Learner Control of Instructional Sequencing within an Adaptive Tutorial CAI Environment. Instructional Science 7, 37-80.
- SNOW, R. E. (1977). Research on Aptitudes: A progress Report. In Shulman, L.S. (Ed.): Review of Research in Education 4, 1976. Itasca, IL: Peacock.
- SPEARMAN, C. General Intelligence, objectively determined and measured. American Journal of Psychology, 15, 1904, citado en BOUDON, R. (1972). Para qué sirve la noción de "Estructura". Aguilar, México.
- SPIRKIN, A.G., (1961). Origen del Lenguaje y su Papel en la Formación del Pensamiento. En: GORSKI, D.P. y otros. Pensamiento y Lenguaje. Editorial Grijalbo, S.A. México.
- STEINBERG, E. R. (1977). Review of Student Control in Computer-Assisted Instruction. Journal of Computer-Based Instruction, 3(3), 84-90.
- STEINBERG, E. R., BASKIN, A. B., and MATTHEWS, T. D. (1985). Computer-Presented Organizational/Memory Aids as Instruction for Solving Pico-Fomi Problems. Journal of Computer-Based Instruction, 12(2), 44-49.
- STENBERG, R. J., & RIFKIN, B. (1979). The Development of Analogical Reasoning Processes. Journal of Experimental Child Psychology, 27, 195-232.
- STENBERG, R. J., & NIGRO, G. (1980). Development Patterns in the Solution of Verbal Processes. Journal of Experimental Child Psychology, 27, 195-232.
- SCHWARTZ, B. L. & METCALFE, J. (1994). Methodological Problems and Pitfalls in the Study of Human Metacognition. In METCALFE, Jane and SHIMAMURA, Arthur P. (Eds.). Metacognition. Cambridge, MA: The MIT Press. Preface.
- TENNYSON, R. D. (1980). Instructional Control Strategies and Content Structure as Design Variables in Concept Acquisition Using Computer-Based Instruction. Journal of Educational Psychology, 72(4), 525-532.

- TENNYSON, R. D. (1981). Use of Adaptive Information for Advisement in Learning Concepts and Rules Using Computer-Assisted Instruction. American Educational Research Journal, 18(4), 425-438.
- TENNYSON, R. D., CHRISTENSEN, D. L., and PARK, S. I. (1984). The Minnesota Adaptive Instructional System: An Intelligent CBI System. Journal of Computer-Based Instruction, 11(1), 2-13.
- TENNYSON, R. D., WELSH, J. C., CHRISTENSEN, D. L., and HAJOVY, H. (1985). Interactive Effect of Information Structure Sequence of Information and Process Learning Time on Rule Learning Using Computer-Based Instruction. Educational Communication and Technology Journal, 33(3), 233-223.
- TOFFLER, A. (1974). Learning for tomorrow. New York, NY: Random House.
- WIJNEN, W. H. F. W., and SNOW, R. E. (1975). Implementing an Evaluation System for Medical Education. Technical report No 1 Medische Faculteit, Rijksuniversiteit Limburg, Maastricht, Netherlands.
- WYDRA, F. (1980). Learner-Controlled Instruction. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.

## **ANEXOS**

**Transcripción**

**S= Sujeto**  
**E= Experimentador**  
**T= Transcriptor**

1. S.. La señorita no me indico cuántas observaciones puedo hacer.
2. S.. Considero que salimos por la parte superior izquierda.
- 2a. S.. Cuántos agujeros podemos hacer si podemos acertar la de ...
3. S..10?
4. S.. 20
5. S.. Tengo dudas. El número de acercamientos, me aleja o me acerca?.
6. S.. 30
7. S.. Sigo con la duda si me acerca o me aleja.
8. S.. 40
9. S.. Probemos en la parte superior derecha
10. S.. Comportamiento de 30.
11. S.. En la parte central superior tratamiento de 40,
12. S.. Esto me hace pensar.. , toca comprobar.., acá es mayor o menor?
13. S.. 30.
14. S.. La parte izquierda 30
15. S.. Estamos en la parte inferior izquierda.
16. S.. 20
17. S.. Parte inferior derecha en este nivel.
18. S.. Tuve un puntaje de cero punto
19. S.. El acumulado es de 0 puntos
20. S.. Para continuar es 10 intentos
21. S.. No logré encontrar el agujero negro.
22. S.. En esta parte muestra un agujero continúo con la parte inferior.
23. S.. Sigo con mi duda la referencia de lejos o de cerca que esta ..
24. E.. Lo hallaste
25. S.. En este nivel obtuvo un puntaje de 30 puntos
26. S.. El puntaje acumulado es de 30 puntos.
27. S.. Para continuar hay algo más de claridad..
28. S.. Ya la anterior era buscar un agujero, ahora vamos a encontrar dos agujeros
29. S.. Parte superior derecha,
30. S.. parte media,
31. S.. un lugar intermedio.
32. S.. Tratamiento de cero..
33. S.. Sigo con la duda, que tan lejos o cerca puede estar,
34. S.. -10
35. S.. Me hace pensar que si hubiera ubicado por coordenadas...
36. S.. en Este nivel tuve un puntaje de 30 puntos ,
37. S.. Un acumulado de 30 puntos.
38. S.. Me encuentro con dos agujeros de rededor y me hacen pensar que hasta no superar los dos agujeros no podré continuar
39. S.. Hallamos un agujero de los dos,
40. S.. Esa es una distancia como la busca el acercamiento perfecto

superior izquierda	superior derecha
inferior izquierda	inferior derecha

41. S.. Acercamiento de 40
42. S.. Acercamiento de 50,
43. S.. Cierto que me estoy alejando del agujero que me hace falta,
44. S.. No pude terminar,
45. S.. No pude encontrar el otro agujero
46. S.. Obtuve un puntaje de 0 puntos y
47. S.. sigo con un acumulado de 30,
48. S.. Quiero ver en el lugar donde encontré el agujero,
49. S.. Sigue siendo ese lugar.
50. S.. Tratamiento de 10,
51. S.. La misma distancia,
52. S.. Desplazamiento me muestra diferentes acercamientos,
53. S.. Cómo hacemos para encontrar el segundo agujero?
54. S.. Luego vamos bajando
55. S.. No pude encontrar el otro.
60. S.. Tampoco en este nivel obtuve un puntaje , 0.
61. S.. Y el puntaje acumulado es de 30.
62. S.. El agujero está en la parte central, un punto de equilibrio.
63. S.. Este costado..
64. S.. 10,
65. S.. 20
66. S.. de 10
67. S.. -10
68. S.. - 20
70. S.. Valores negativos de acercamiento.
71. S.. Tampoco pude encontrar el segundo agujero
72. S.. Puntaje de 0 puntos
73. S.. Y el acumulado sigue siendo 30 puntos.
74. S.. Me confunde esta parte al encontrar el agujero en la parte central media y al encontrarme con un puntaje negativo a derecha y a izquierda.
75. S.. La linea recta y un valor negativo me he desplazado por zona hacia la parte central
76. S.. Sigo encontrando un valor negativo.
77. S.. Lo que me decia anteriormente de las coordenadas.
78. S.. Sigo con el mismo puntaje.
79. S.. Vamos a continuar .
80. S.. Nos encontramos en la parte central uno de los agujeros.
81. S.. Vamos a recorrer toda el área y no he podido encontrar el segundo agujero,
82. S.. Los valores que muestra el acercamiento , unos valores, unos negativos y otros positivos, no me dejan ubicar claramente la posición del otro agujero.
83. S.. Acercamiento de 10
84. S.. he hallado el segundo agujero en el vertical.
85. S.. Sigo sin entender aún por qué los acercamientos han sido positivos y negativos
86. S.. Ya que cuando maneja el vértice se iba acumulando la magnitud del acercamiento ya que llegaba a un punto donde se hacia más negativo.
87. S.. Me hace pensar que de pronto es el primer punto donde lograba nivel de equilibrio,
88. S.. de pronto puede ser un punto de referencia.
89. S.. Tuve un puntaje de 30 y un acumulado que llevo es de 60. S.. Continua definitivamente
91. S..me encuentro con que el número del agujero y sigue aumentando.
92. S..Trataré de ver si la disposición que se está haciendo respecto al tablero, un agujero en el centro y otro diagonal equidistante en el vertice que puede seguir manejándose en esta pantalla.
93. S.. Salimos por el centro,
94. S..Efectivamente me encuentro con un punto en el centro.
95. S.. En el vertice definitivamente he hallados 2 puntos
96. S.. en el último vertice opuesto, vertice superior derecho y los he encontrado,

97. S.. Lo repetitivo es si la próxima pantalla me ofrece los 4 agujeros y con base en los 3 que ya encontramos se sigue manteniendo esa precisión o si se va a cambios definitivamente para el cuarto.
98. S.. Obtuve un puntaje de 40 puntos y el acumulado que tengo es de 100.
99. S.. Definitivamente me encuentro con 4 agujeros.
100. S.. Traté de verificar si la posición de los 3 agujeros anteriores continúa,
101. S.. El segundo ya no se encuentra,
102. S.. Quiero mirar bien sobre el vértice
103. S.. Definitivamente no se encuentra en los vértices opuestos,
104. S.. No lo he encontrado en los vértices.
105. S.. Qué me queda por explorar?.
106. S.. No he hallado los 4 agujeros
107. Pero como podemos observar ha cambiado la posición de los agujeros.
108. Ya no está el segundo agujero que estaba en el vértice de la esquina superior izquierda, no se encuentra fue desplazado un punto en este nivel,
109. S.. Tuve un puntaje de 60
110. S.. Y el acumulado es de 160.
111. S.. Vamos a ver si me encuentro con la pantalla que me indica buscar, encontrar 5 agujeros y si de pronto si están en la misma disposición de los otros agujeros.
112. S.. Realmente hay 5 agujeros.
113. S.. Trataré de ubicarlo respecto a los que ya he encontrado anteriormente.
114. S.. Me encuentro con el primer agujero.
115. Miraré en el vértice el que la pantalla anterior no encontré.
116. S.. he hallado el segundo agujero.
117. S.. Efectivamente hay un tercer agujero.
118. S.. Un cuarto agujero
119. S.. Y quiero mirar si el quinto agujero está en esta parte.
120. S.. Efectivamente
121. S.. En este nivel obtuve un puntaje de 50 puntos y el acumulado es de 210.
122. S.. Sigo a la expectativa si sigo aumentando el número de agujeros
123. S.. O pienso que por la disposición de la pantalla en que se han presentado los agujeros de pronto la pantalla que me lleve será otra actividad.
124. S.. Era cierto que me lleva a otra actividad
125. S.. Y me dice que ahora busque agujeros y vectores,
126. S.. Cada vector debe acercarse a la posición diferente donde se encuentre luego con el mouse ya se sabe cómo hallar el objeto.
127. S.. Arhneim le dirá qué seguirá haciendo.
128. S.. En este momento no se quién es Arhneim,
129. S.. Me dice ya sabe cómo hallar los agujeros,
130. S.. lo que me hace pensar que sigue ubicados en los cuatro vértices y en la parte central del recuadro.
131. S.. Para continuar busque los 5 agujeros y un vector.
132. S.. Voy a mirar si los 5 agujeros se encuentran en la misma posición ?
133. S.. Hallé un agujero,
134. S.. El segundo agujero,
135. S.. El tercer agujero,
136. S.. El cuarto
137. S.. El quinto agujero ha sido hallado...
138. S.. No me tardé en encontrar los agujeros,
139. S.. Vamos a ver el vector en qué zona,
140. S.. El punto medio entre el agujero del centro con esa relación a los 4 vértices lo puedo hallar
141. S.. Acercamiento de 10
142. S.. En esa parte hallo el vector medio
143. S.. Segundo intento para hallar el vector
144. S.. Se encontraba el vector en la parte media

193. S.. Las mismas . Las mismas diagonales imaginarias.
194. S.. Tenemos el primero. He hallado el primer vector.
195. S.. Voy a mirar si está en la misma posición el segundo vector tenemos un segundo
196. S.. Click y he encontrado el tercer vector
197. S.. Ahora sería trazar una vertical y una horizontal respecto a los puntos,
198. S.. Para saber aquí donde encontré el primer vector en la línea vertical imaginaria o si estaba en la línea horizontal un tercer click.
199. S.. Me hace pensar una segunda opción, que esté sobre la línea horizontal imaginaria..
200. S.. Efectivamente he hallado el vector
201. T.. Click+.
202. S.. Ahora la duda aumenta
203. S.. El número de vectores por hallar sería una nueva exploración seria.
204. S.. Un puntaje de 90
205. S.. Y el puntaje acumulado es de 440.
206. S.. Continuamos
207. S.. Correctamente, 4 vectores
208. T.. Hace la ubicación como la pantalla anterior .
209. S.. En la parte de arriba encuentro la misma disposición de los agujeros, los 4 vectores.
210. S.. voy a verificar si están en la misma posición.
211. S.. Hallamos uno primero.
212. S.. Segundo, vector.
213. S.. Considero como opción está ubicado en la línea vertical imaginaria.
- 214a. S.. Efectivamente
- 214.b S.. Encontramos esta disposición donde los 5 agujeros,
215. S.. los 4 vectores están ubicados en las 2 diagonales, en la vertical y horizontal imaginaria
216. S.. En este nivel he obtenido un puntaje de 90 puntos
217. S.. Y un acumulado de 330.
218. S.. Consideró que la disposición que me ha mostrado no sigue aumentando el número de vértices y mostrará instrucciones para hacer otro tipo de búsqueda correcta.

---

AE  
PE:  
Ex:

**Codificación de segmentos****Hi= hipótesis****He= hechos, dato.****HeMe= expresión metacognitiva.****HiMe= hipótesis metacognitiva****Re= regla, generalización**

1. S..Uno por lógica lo va sacando
2. E..Cuántos intentos?
3. T..Responde con 10 intentos porque no hay ... no hay...
4. S..Este ejercicio ya lo hicieron con otros?
5. E..Sí hay muchos más individuos
6. S..Lo cogieron más fácil? claro!.
7. S..Inicialmente coloco en un sitio cualquiera para saber el acercamiento
8. T..Mueve al centro de la pantalla
9. T..Hace click y lo encuentra
10. S.. Llevó uno pero no sé cómo lo hice..No supe realmente ..realmente cómo • lo hice. Tal vez fue como • como coincidencia o sea yo no me di cuenta cómo. O sea yo espiché, pero, no supe cómo.
11. T..Lee buscar dos agujeros.
12. S..Los mismos 10 intentos diría yo
13. T..Lee "busca dos agujeros" nuevamente.
14. T.. Hace un click
15. T..le aparece acercamiento 10,
16. T.. 20, le aparece acercamiento 20.
17. S..Me estoy alejando
18. S..Por este acercamiento yo diría que perdí 10
19. E..Cómo interpreta acercarse. Más o menos acercarse.
20. S..Si estoy a un acercamiento de 20 estoy más lejos.
21. S..Si estoy en un acercamiento de a 10 a menos 10, nuevamente, si me acerco 10, me estoy acercando.
22. S..Logicamente estoy a menos distancia del agujero negro. O debería estar.
23. E..Pero, ahí estamos a 20.
24. S..Yo no sé cómo vaya.
25. S..30
26. S..20
27. T..click, 10. Sale.
28. S..10 intentos diría otra vez
29. S..Porque no sé cómo es el acercamiento.
30. T..click 10
31. S..No, no, no. Lo hice pero, no sé cómo.
32. T..click, 10
33. T..click, 20
34. T..• Explora el lado izquierdo de la pantalla sin hacer click.
35. S..10,
36. S..-10,
37. S..la mitad, a ver si es.
38. S..No.
39. T..click sale
40. S..Coloco los 10 intentos.
41. S..Bajo un punto cualquiera de esos.

42. S..Estoy muy cerca, pero... • me estoy alejando.
43. S..10
44. S..-20
45. E..Qué aprendiste ahí?
46. S..10
47. S..-10
48. S..20
49. S..-20
50. S..Va aumentando seguidamente hacia afuera
- 50 T..click sale
51. S..Pongo 10 intentos otra vez
52. S..Pongo en un punto cualquiera
53. S..Estoy cerca, pero, me estoy alejando.
54. S..10
55. S..-20
56. T..No mueve el cursor
57. S..O sea alrededor del 0 aparece 10,
58. S..-10
59. S.. 20
60. S.. Va aumentando supuestamente.
61. S.. Pero, no. no. \*\*\*
62. S.. Acerco 10
63. S.. Bajo 10
64. S.. Me estoy alejando supuestamente
65. S.. 40
66. S.. 50
67. S.. Otro punto. Nuevamente me estoy retirando.
68. S.. 70
69. S.. 60
70. S.. Podría estar aquí
71. S.. No ahí está dirigido, o sea no.
72. T.. click, sale.
73. E.. Es lo mismo acercarse mucho que alejarse mucho?
- 74..S.. Cómo así, acercarse mucho o alejarse mucho?.
- 74..S.. 10 intentos
75. S.. Acercamiento de 10
76. T.. Click, sale
77. S.. Me quedé ahí
78. T.. Mueve un poquito a la derecha , hacia abajo. ▣
79. T.. Se acaban los 10 intentos
80. T.. Busque dos agujeros
81. S.. 10 intentos
82. T.. Inicialmente para saber el acercamiento, baja un poquito.
83. S.. Hay varios puntos que no dan aumento de 10
84. T.. Baja, 10 click
85. S.. 10
86. S.. -10
87. T.. se le acaban
88. S.. Tomo un punto cualquiera
89. E.. Aplique otra estrategia diferente a esa
90. S.. Sí
91. S.. Realmente no se me viene otra forma de buscarlos
93. E.. Explore las cuatro esquinas haber qué puntaje de acercamiento le dá
94. T.. Explora toda la pantalla

95. S.. 10
96. T.. Sale del cuadrado
97. S.. Están a la derecha
98. S.. No veo el objetivo o sea
99. S.. ah! es en el centro
100. T.. Hace click
101. S.. Ya encontré uno
102. T.. Se queda nuevamente en el mismo lugar
103. S.. -10
104. T.. Va hacia la derecha
105. S.. Lo que he cogido no sé cómo lo he cogido.
106. S.. En otra posición
107. T.. Hace dos veces click
108. T.. Sale
109. S.. Otra vez 10
110. S.. Equilibrio en el centro
111. S.. No pude realmente sacar éste.
112. S..Lo hice muy fácil pero no se cómo es
113. S.. O sea, realmente uno duda
114. S.. En el centro podría ser, diagonal a ese mismo punto.
115. S.. -10
116. S..Debería ser entre 10 y -10
117. S..Entre 10 y 0
118. S.. -10
119. S.. 0
120. S.. 10
121. S.. 20
122. S.. 30
123. S.. No sé
124. S.. 10 intentos
125. S.. Yo no entiendo esto, realmente no entiendo
126. S.. En el centro yo sé que hay uno
127. S.. Busque otro agujero
128. S..Sigamos con otro punto a ver si ...
129. S.. -20
130. S.. Allí me alejé, supuestamente
131. S.. 10
132. S.. 20
133. S.. -10 y 20
134. S.. -10
135. S.. No, no pude
136. S.. Yo no voy a poder con esto
137. S.. 10 intentos
138. S.. Comencemos por el del centro punto de equilibrio
139. S.. Busque otro agujero negro
140. T.. Va al extremo superior derecho
141. S.. Aumenta 10
142. T.. Baja -20, a la derecha 30, sube, -20
143. S.. No le estoy poniendo sentido
144. S.. Bueno, otro, a ver
145. T.. Da vuelta por la pantalla , hace click en el centro
146. S.. El centro punto de equilibrio
147. T.. Hace click en el centro y baja
148. S.. Era en el centro, ah! otra vez en el centro

149. T.. • click baja click
150. S.. Yo no pude con esta cosa
151. E.. Busque alguna estrategia
152. T.. Baja a la esquina, □
153. T.. Sube un poquito □
154. S.. Estoy alejándome del punto supuestamente, □
155. T.. Se le acaban las opciones
156. S.. Sigo insistiendo?... siiii
157. E.. Sigue una estrategia diferente
158. E.. El objetivo lo tiene claro lo que no tiene claro son las estrategias
159. T.. Escribe 10
160. S.. Ya encontré supuestamente dos agujeros:
161. S.. uno está en el centro, supuestamente es un punto de equilibrio;
162. S.. El otro estaba más o menos cerca, logicamente estaba, no no un minuto, no pude un poquito a la derecha
163. S.. Yo no entiendo realmente, no, no pude!
164. E.. Piense si el acercamiento lo puede interpretar por otro lado
165. S.. 10 intentos nuevamente
166. T.. Mueve el cursor horizontalmente, hacia arriba, hacia abajo
167. S.. 20
168. S.. 10
169. S.. 0
170. S.. 10
171. S.. 10
172. S.. -20
173. S.. 30
174. S.. Estoy alejándome. Supuestamente en esta posición varía el otro
175. S. Se le acaban los intentos
176. S..10 intentos.
177. S..No pude con esta cosa
178. S.. Aquí hay uno, en el punto de equilibrio.
179. T.. Sale a la derecha y baja. Le da cero.
180. T.. Sube, le da 10
181. T.. Otra vez 10
182. T.. Sube, le da 0,
183. T.. Sigue subiendo hace click,
184. T.. Se va a la parte izquierda Baja y hace click
185. S.. No yo no pude con esto
186. S.. No se si seguir insistiendo
187. E.. Descarte esas estrategias y busque otras
188. S.. 10 intentos porque no pude con esta cosa
189. T.. Click en el centro
190. T.. Mueve hacia la izquierda
191. T.. Mueve hacia el centro
192. S.. Equilibrio en el centro
193. T.. Mueve en el centro, click
194. S.. Busque el otro agujero •
195. T.. Mueve hacia abajo en línea vertical
196. T.. Mueve hacia abajo, va en 40.
197. T..Baja, Baja
198. T..Sale
199. S.. Creo que yo no puedo con esta cuestión
200. T.. Busca en todo el espacio.
201. E.. No pienses en pedacitos del cuadro

202. E.. Intente manejarlo como un todo completo
203. E.. Ya exploraste una área y la tienes dominada, hay otras áreas que no las tienes exploradas.
204. S.. Yo sé, que el punto de equilibrio está en el centro.
205. E.. Toda esa área ya la tienes dominada
206. S.. El centro si.....pero
207. E.. El centro ya lo exploraste. Explora otra áreas
208. E.. Si tú sigues explorando las mismas áreas seguro no lo vas encontrar
209. S.. Si
210. E.. Qué tal si exploras otras áreas que no has explorado
211. S.. Voy explorar las esquinas, haber si.....
212. T.. Coloca 10
213. E.. Vas explorar las esquinas
214. T.. Sube cerca de la esquina superior derecha
215. E.. Estar cerca de la esquina no es lo mismo que estar en la esquina
216. T.. Baja a la esquina inferior derecha
217. E.. Estás hablando de esquina y no de cerca de la esquina.
218. E.. Es diferente hablar de cerca de esquina que estar en la esquina
219. S.. La propia esquina?
220. T.. -20
221. S.. Calculo más o menos la mitad del centro y de la esquina
222. S.. Punto de equilibrio en el vertice
223. S.. O sea en una de las esquinas hay un punto de equilibrio
224. S.. En el centro sabemos que existe otro punto de equilibrio
225. S.. Por fin
226. E.. Aprendiste algo?
227. S.. Descubrí los puntos de equilibrio
228. S.. Descubrí los puntos de equilibrio pero.....
229. S. Busque tres agujeros negros.
- 230.. T. Pone 10 intentos.
231. S.. -10
232. S.. Ah! No lo noté.
233. S. Ah! Si anoté los mismos 10.
234. S.. Vamos a ver si de pronto tiene el mismo punto de equilibrio en el centro.
235. S.++
236. S.. El otro supuestamente está en el ángulo superior izquierdo
237. T.. sale del recuadro, aparece el letrero busque dentro del cuadrado.
238. S.. O sea que no está fuera, dentro del cuadrado.
239. T.. Se ubica en el ángulo superior izquierdo.
240. S.. No hay punto de equilibrio.
241. S.. ++ ah! si.
242. S.. Busquemos otro vertice.
243. T.. lee busque el agujero que falta.
244. S.. Miremos el otro vértice haber si , ++ en el ángulo superior derecho.
245. E.. Qué has hecho?
246. S.. Oh sea me guié por el primero, el punto de equilibrio en el centro.
247. S.. Los dos vértices como supe que había en los dos vértices... busqué en la misma posición para el extremo contrario.
248. S.. cuatro agujeros.
249. S.. Sabemos que hay dos en el vértice.
250. S.. ya no necesito los 10 intentos probemos con cinco para cuatro puntos.
251. S. Sabemos que hay uno en el centro pero no lo ubique ++
252. S.. Hallé en el vértice superior derecho ++
253. S. Sigo bajando al ángulo inferior derecho ++
254. S.. Puntos de equilibrio en el vértice.

255. S. Faltan dos.
256. S.. Vamos al otro extremo, hacia el lado centro izquierdo.
257. T.. Sube al puro ángulo, luego va al ángulo izquierdo inferior.
258. T.. Hace  $\boxplus$ , halla el punto de equilibrio tres.
259. T.. Va al centro.
260. S.. Punto de equilibrio, o sea por fin allá los cuatro huecos.
261. T.. Hace  $\boxplus$  en 5 agujeros
262. S.. O sea que ya por lo que he hecho o sea supuestamente, están los cuatro puntos negros en los vértices y uno en el centro.
263. S. Busquemos cinco.
264. T.. Hace  $\boxplus$  ángulo superior derecho
265. S.. Ah! no, no está....Ah!, sí está.
266. S.. los cuatro agujeros podrían ser los cuatro vértices y el centro.
267. T..  $\boxplus$  ángulo superior izquierdo.
268. T.. Lee tres agujeros .
269. S.. Aquí abajo, ángulo inferior izquierdo, punto de equilibrio en el vértice.
270. S.. Faltan dos agujeros ..
271. T.. hace  $\boxplus$  en el ángulo inferior derecho
272. S.. Punto de equilibrio en el vértice.
273. S.. Ahora punto de equilibrio en el centro
274. T.. Va y hace  $\boxplus$  en el centro
275. S.. Ya están los cinco agujeros
276. T.. lee agujeros y vectores.
277. T.. lee instrucciones
278. S.. Vectores?
279. S.. vectores?
280. S.. necesito los 10 intentos por que no ....
281. S.. los cinco agujeros deben estar en la misma posición.
282. S.. Angulo superior derecho  $\boxplus$  no... no... está.
283. S.. Busco ángulo inferior derecho  $\boxplus$
284. S..  $\boxplus$  en el vértice, tres agujeros.....
285. S.. O sea que estoy buscando los puntos de equilibrio .
286. S.. Aquí son los cuatro vértices y el centro
287. S.. Angulo superior izquierdo, ángulo superior derecho, punto de equilibrio en el centro.
288. S.. Vector, vector...
289. S.. falta el vector
290. T.. mueve la diagonal hacia el ángulo superior derecho  $\boxplus$
291. S.. Vector...
292. T.. va hacia la diagonal, ángulo inferior derecho
293. S.. O sea el vector de los cinco puntos....?
294. S.. Los cuatro vectores  $\boxplus$
295. S.. Allé el vector.
296. S.. Así es un vector?
297. S.. Listo.
298. T.. Lee cinco agujeros y dos vectores
299. T.. Escribe 10
300. S.. 10 intentos por ahora , aunque pueden ser menos.
301. S.. Cinco puntos son cinco intentos.
302. S.. Ensayemos con 7 a ver, si de pronto nos funciona.
303. S.. Los cinco puntos son los cuatro vértices y el centro.
304. T.. Hace  $\boxplus$  ángulo superior derecho
305. S.. Qué paso ahí!!!,  $\boxplus$
306. T.. Se ubica, mueve hacia abajo, se ubica en la esquina , ángulo inferior derecho  $\boxplus$ :
307. T.. mueve hacia el ángulo izquierdo inferior  $\boxplus$ .

308. T.. sube hacia el ángulo superior izquierdo  $\square +$ .
309. T.. Va al centro  $\square +$
310. S.. faltan los dos vectores.
311. S.. Pues los vectores son diagonales a los extremos, al centro.
312. S.. Aquí sabemos que hay un vector  $\square$ , diagonal del ángulo superior izquierdo al ángulo superior derecho.
313. T.. Va a la diagonal del ángulo superior derecho, ángulo inferior izquierdo, halla el vector.
314. S.. Empece otra vez?
315. S.. Digamos con 10 intentos
316. T.. Hace click en el centro
317. T.. Va al ángulo superior derecho
318. T.. Baja al ángulo inferior derecho.
319. T..  $\square$  Punto de equilibrio
320. S.. Las esquinas son los cuatro agujeros
321. T.. Hace click en el ángulo superior izquierdo
322. T.. Baja ángulo inferior
323. S.. Punto de equilibrio en el centro
324. S.. Faltan los vectores
325. T.. Hace click ángulo inferior izquierdo y, luego, en el ángulo superior derecho
326. S.. Falta un vector
327. S.. En el ángulo superior derecho yo había hallado ese vector, qué pasa?
328. T.. Va al ángulo superior izquierdo.
329. S...Acercamiento ...10 intentos.
330. S.. Dónde hallamos los vectores?
- No..
331. T.. Hace click ángulo superior izquierdo.
332. S.. Vamos al centro
333. T.. Halla el vector horizontal paralelo al centro y al primer vector
334. S..Y ahora la diagonal
335. S... Allí están los dos vectores
336. T.. Hizo click en el ángulo superior derecho
337. S.. Ahora, los cinco puntos
338. S.. Angulo superior derecho, allí hay un agujero.
339. S.. El segundo es igual
340. T.. Va al ángulo inferior izquierdo.
341. T.. Click Exitoso
342. S.. Angulo superior izquierdo
343. S.. Y el punto central , punto de equilibrio
344. S.. 5 agujeros y tres vectores
345. S.. Calculo 10 acercamientos
346. T.. Lee busque 5 agujeros y tres vectores
347. S.. Ya sabíamos que un vector está paralelo al centro,
348. S.. Hallé el vector
349. S.. Y el otro diagonal al centro
350. S.. Angulo superior izquierdo  $\square$ .
351. S.. Ahora hallamos la otra línea
352. S.. Angulo derecho
353. S.. 3 vectores y 5 agujeros,
354. T.. El uno está en el centro y los 4 en los extremos.
355. T.. Angulo derecho superior exitoso
356. T.. Angulo izquierdo superior exitoso
357. S.. Punto de equilibrio en el centro
358. T.. Angulo inferior izquierdo
359. T.. Angulo inferior derecho

- 360. T.. Click+.
- 361. S.. 3 vectores
- 362. S.. Busque 5 agujeros y 4 vectores
- 363. S.. 10 intentos
- 364. S.. O sea ya tengo los vectores y las diagonales al centro en paralelo
- 365. S.. Podemos decir que el otro está vertical al centro
- 366. S.. Hallé el vector,.
- 367. S.. Ahora busco el horizontal y el perpendicular al centro,
- 368. T.. Click+
- 369. S.. Hallé el vector izquierdo superior
- 370. T.. click+
- 371. S.. y el derecho inferior
- 372. T.. click+
- 373. S.. Hallé el paralelo al centro
- 374. T.. click+
- 375. S.. El otro perpendicular al centro
- 376. S.. Los cuatro puntos: el centro y los vertices.
- 377. T.. Va al centro
- 378. T.. Angulo superior derecho
- 379. T.. Angulo inferior derecho
- 380. T.. Angulo inferior izquierdo
- 381. T.. Angulo superior izquierdo
- 382. S.. Punto de equilibrio en el vertice
- 383. S.. Puntaje 90
- 384. S.. Acumulado 360

PE:

Ex:

**Codificación de segmentos****Hi= hipótesis****He= hechos, dato.****HeMe= expresión metacognitiva.****HiMe= hipótesis metacognitiva****Re= regla, generalización**

2. He. Posición inicial, parte superior izquierda.
  3. He: acercamiento 10
  4. He: acercamiento 20
  5. Hi: Si aumenta el valor de acercamiento aumenta la distancia a la solución?
  6. He: acercamiento 30
  7. Si aumenta el valor de acercamiento aumenta la distancia a la solución?
  8. He: acercamiento 40.
  9. Obj. Explorar la parte superior derecha
  10. He: acercamiento 30
  11. He: acercamiento 40.
  12. Obj. hallar el significado del valor de los acercamientos.
  13. He: acercamiento 30
  14. He: en parte izquierda, acercamiento 30.
  15. He: posición, parte inferior izquierda.
  16. He: acercamiento 20
  17. He: posición parte inferior derecha
  18. He: puntaje en este nivel 0
  19. He: puntaje acumulado 0
  20. HeMe: el computador me da diez intentos más para hallar la solución.
  21. HeMe: No pude encontrar la solución.
  22. Hi: en la parte inferior hay un agujero.
  23. Obj. Hallar el significado del valor de acercamiento.
  24. He: el centro punto de equilibrio.
  25. He: puntaje en el nivel 30
  26. He: puntaje acumulado 30
- 
28. Obj. encontrar 2 agujeros.
  29. He: Posición, parte superior derecha.
  30. He: posición, parte media.
  31. He: posición, sube media distancia al borde superior.
  32. He: acercamiento 0
  33. Obj. hallar el significado del valor del acercamiento.
  34. He: acercamiento -10.
  35. Hi: las coordenadas podrían ser una guía de búsqueda.
  36. He: puntaje del nivel 30
  37. He: puntaje acumulado 30
  38. Obj. Hallar 2 agujeros para continuar.
  39. He. El centro es un punto de equilibrio.
  40. — el acercamiento fue preciso
  41. He: acercamiento 40
  42. He: acercamiento 40
  43. Hi: si aumenta el valor del acercamiento entonces se está alejando de la solución.
  44. Ev. No pude terminar.
  45. Ev. No pude encontrar el otro agujero.
  46. He. Puntaje 0
  47. He. Acumulado 30
  48. Obj. Identificar el sitio del agujero.

49. Ev. Es el mismo lugar.  
 50. He: acercamiento 10  
 51. He: Acercamiento 10  
 52. Re: el acercamiento cambia con la posición.  
 53. Obj. buscar el segundo agujero.  
 54. He. bajar.  
 55. Ev. No pude encontrar el otro.  
 60. He. Puntaje 0  
 61. He: Acumulado 30.  
 62. He: Centro punto de equilibrio  
 64. He:acercamiento 10.  
 65. He: acercamiento 20.  
 66. He: acercamiento 10  
 67. He: acercamiento -10  
 68. He: acercamiento -20  
 70. Re: los acercamientos pueden tener valores negativos.  
 71. Ev. No puedo encontrar el segundo agujero.  
 72. He: puntaje 0  
 73. He: acumulado 30.  
 74. Ev. me confunde los valores negativos cerca a la posición del centro.  
 75. Re: Si me desplazo en línea recta siguiendo los valores negativos, me dirijo al centro.  
 76. He: acercamiento negativo.  
 77. -- si tuviera coordenadas, me orientaría mejor.  
 78. He: puntaje 0  
 79. -- vamos a continuar  
 80. He: solución centro.  
 81. HeMe: No encuentro el segundo agujero.  
 82. Ev. No encuentro relación entre los valores de los acercamientos y las posiciones del agujero.  
 83. He: acercamiento 10  
 84. He: solución en el vértice  
 85. Ev. No hallo la relación entre valores negativos y positivos de los acercamientos.  
 86. He: hacia el vértice aumenta el valor del acercamiento, y en dirección contraria, los valores negativos aumentan.  
 87. Hi: agujero del centro, punto de equilibrio.  
 88. Hi: el centro punto de referencia.  
 89a. He: Puntaje 30.  
 89b. He: acumulado 60.
- 
91. Ev. Me encuentro con el agujero y el acercamiento sigue aumentando.  
 92. Obj. Ver si las posiciones de las soluciones anteriores se mantienen.  
 93. -- Posición inicial, centro.  
 94. He: el centro es una solución.  
 95. He: solución en el vértice inferior izquierdo.  
 96. He: solución vértice superior derecho.
- 
97. HiMe: el próximo problema será hallar cuatro agujeros y los hallados permanecerán.  
 98a. He: puntaje 40  
 98b. He: Acumulado 100  
 99. HeMe: el problema es hallar cuatro agujeros.  
 100. Obj. validar la hipótesis 97 (segunda parte).  
 101. He: el vértice superior derecho no es solución.  
 102. obj. revisar el hecho 101.  
 103. He: la solución no se halla en los vértices opuestos.  
 104. ev. no he encontrado la solución en los vértices.  
 105. Obj. identificar las áreas no exploradas.  
 106. Ev. no he hallado los 4 agujeros.  
 107.Re. la posición de los agujeros cambia.  
 108. He. El vértice superior izquierdo ya no es solución—confirmación de la regla 107.  
 109. He. Puntaje 60.  
 110. He. Acumulado 160
-

- 111. HiMe. El siguiente problema son cinco agujeros y los agujeros estarán en el mismo sitio.
- 112. Obj. hallar cinco agujeros.
- 113. Obj. Identificar el agujero cinco y conservar los cuatro hallados.
- 114. He. Solución centro
- 115. Obj. Probar si el vértice superior izquierdo es solución.
- 116. He. Solución vértice superior izquierdo.
- 117. He. solución vértice inferior derecho.
- 118. He. Solución vértice superior derecho.
- 119. Obj. Probar solución vértice inferior izquierdo
- 120. He. Solución vértice inferior izquierdo.
- 121a. He. Puntaje 50.
- 121b. He. Acumulado de 210.

- 122. HiMe. El próximo problema aumentará el número de agujeros.
- 123. HiMe. Habrá otra actividad en el próximo problema.
- 124. He. Confirma la Hi 123.
- 125. Obj. Hallar agujeros y vectores.
- 126. Hi: el vector debe moverse desde la posición donde está.
- 127. -- Arnheim le dirá que seguirá haciendo.
- 128. -- No sé quién es Arnheim.
- 129. EvMe. Ya sé como hallar los agujeros.
- 130. Hi. Los agujeros son los vértices y el centro.
- 131. Obj. Buscar 5 agujeros y un vector.
- 132. Obj. Constatar la Hi. 130.
- 133. He. Solución centro
- 134. He. Solución vértice superior izquierdo.
- 135. He. solución vértice inferior derecho.
- 136. He. Solución vértice superior derecho.
- 137. Obj. Solución vértice inferior izquierdo
- 138. Ev. Me demoré muy poco en hallar los agujeros.
- 139. Obj. Hallar el vector.
- 140. Hi: el vector está en el punto medio entre el centro y los vértices.
- 141. He: acercamiento 10
- 142. Obj. Validar la Hi. 140. Primer intento
- 143. Obj. Validar la Hi 140. Segundo intento.
- 144. He. vector izquierda superior ,derecha inferior.
- 145. Re. Los vectores están en el medio de los triángulos que forman los agujeros de los vértices con el centro.
- 146. He. puntaje 70
- 147. He. Acumulado 280.

- 148. HiMe. Aumenta el número de agujeros o el número de vectores.
- 149. Obj. validar la Hi. 148.
- 150. He. 5 agujeros y dos vectores. valida la h. 148.
- 151. He. un agujero.
- 152. Re. Los agujeros negros conservan su posición.
- 153. --Busqué el agujero dentro del cuadro.
- 154. Ev. ha cambiado la posición de los agujeros.
- 155. He. Agujero en el vértice inferior izquierdo.
- 156. He. Agujero en el vértice inferior derecho.
- 157. He. Agujero en el vértice superior derecho.
- 158. Ev. Hallé los 4 agujeros
- 159a. Obj. Revisar el vértice superior izquierdo.
- 159b. Hi. Los agujeros están dentro del cuadro. La revisión anterior se hizo fuera del cuadro.
- 160. He. Agujero en el vértice superior izquierdo. validación de la Hi. 159b.
- 161. Ev. El primer intento se hizo fuera del cuadro y el segundo dentro del cuadro. El computador me orientó a buscarlo dentro.
- 162. Ev. Encontré los 5 agujeros.
- 163. Obj. Buscar 2 vectores.
- 164. Obj. verificar si el vector uno conserva su posición.
- 165. Obj. Intentar hallar el vector cerca a la posición anterior.

166. Hi. El vector está en otra posición.  
 167. He: acercamiento 10  
 168. He: mover hacia abajo  
 169. He: puntaje 0  
 170. He. Acumulado 80  
 171.re. Los agujeros conservan su posición.  
 174. Re. El vector es una línea que atravieza de arriba abajo.  
 175. Obj. Probar las diagonales que tocan los vértices.  
 176. He. Halla un vector.  
 177.Obj. Identificar el número de intentos permitidos por secuencia  
 179. He. se acabaron las opciones.  
 180. He. Halló un vector diagonal.  
 181.He. Halló el segundo vector diagonal .  
 182. Hi. El próximo problema tendrá más vectores.  
 184. He. Acumulado 350.

- 
185. He. Aumenta el número de vectores. Comprueba Hi.182.  
 186. Obj. Ubicar agujeros negros.  
 187. He. Primer agujero.  
 188. He. Segundo agujero.  
 189. He. Tercer agujero  
 190. He. Cuarto agujero  
 191. He. Quinto agujero  
 192. Obj. Constatar si las posiciones de los vectores se mantienen.  
 193. Hi. Las diagonales son vectores.  
 194. He. Halló el primer vector.  
 195. Obj. Encontrar el segundo vector.  
 196. He. halló el tercer vector  
 197. Hi. Las líneas horizontales y verticales pueden ser vectores.  
 198. Obj. Identificar si el vector está en la línea vertical u horizontal.  
 199. Hi. El vector es una línea horizontal.  
 200. He. Halla vector horizontal.  
 203. Obj. identificar el número de vectores del siguiente problema.  
 204. He. Puntaje 90.  
 205. He. Acumulado 440.

- 
207. Obj. hallar cuatro vectores.  
 209. Hi. La posición de los agujeros y vectores se mantiene.  
 210. Obj. verificar la posición de los vectores y agujeros.  
 211. He. vector uno.  
 212. He. vector dos.  
 213. Hi. El vector es una vertical.  
 214a. He. Vector vertical.  
 214b. He. halla los 5 agujeros.  
 215. He. Halla los vectores en las diagonales, la horizontal y la vertical que pasan por el centro.  
 216. He. puntaje 90.  
 217. He. Acumulado 330.  
 -- La estructura del juego no admite aumento en el número de vectores y abrirá otra actividad.

## ANEXO 2B

### Codificación de segmentos

**Hi= hipótesis**

**He= hechos, dato.**

**HeMe= expresión metacognitiva.**

**HiMe= hipótesis metacognitiva**

**Re= regla, generalización**

1. Hi: Hay una solución lógica para el problema.
3. HiMe: En 10 intentos o menos soluciono el problema.
7. He: La posición inicial del cursor es una posición al azar.
8. He: Posición inicial al azar es igual al centro de la pantalla.
9. He: El centro es la primera solución.
10. He Me: no identifiqué la solución.
15. He: Acercamiento 10.
16. He: Acercamiento 20
17. Hi: Si aumenta el valor numérico del acercamiento entonces, me alejo de la solución.
23. He: acercamiento 20.
24. HeMe: No identifico la relación entre los valores de acercamientos.
25. He: Acercamiento 30
26. He: Acercamiento 20
27. He: Acercamiento 10
28. HiMe: en 10 intentos o menos obtengo la solución.
29. HeMe: No identifico la relación entre los valores del acercamiento.
30. He. Acercamiento 10.
31. HeMe: no identifiqué la primera solución que hallé.
32. He: Acercamiento 10
33. He: Acercamiento 20.
35. He: Acercamiento 10.
36. He: Acercamiento -10.
37. Hi: La mitad entre 10 y -10 es la solución.
38. Hev: la hipótesis es falsa.
40. HiMe: en 10 intentos o menos obtengo la solución
41. He: posición inicial al azar.
42. HeMe: Estoy cerca a la solución, pero, los movimientos que realizo con el cursor, me alejan.
43. He: acercamiento 10.
44. He: acercamiento -20
46. He: acercamiento 10
47. He: acercamiento -10
48. He: acercamiento 20
49. He: Acercamiento -20
50. Re: El acercamiento aumenta hacia los bordes del cuadrado.
51. HiMe: en 10 intentos o menos obtengo la solución.
52. He: Posición inicial al azar.
53. HeMe: Estoy cerca de la solución, pero, los movimientos que realizo con el cursor me alejan.
54. He: Acercamiento 10
55. He: Acercamiento -20
57. Re: Alrededor de 0 aparece 10.
58. He: acercamiento -10
59. He: acercamiento 20

60. Hi :los valores de acercamiento están aumentando.
- 61.He: Comprobación hipótesis falsa.
62. He: acercamiento 10
- 63.He: Un movimiento vertical hacia abajo da un acercamiento de 10.
64. Hi: Los valores de acercamiento están aumentando.
65. He: acercamiento 40.
66. He: Acercamiento 50.
67. Re: los valores de acercamiento están aumentando.
- 68.He: acercamiento 70
69. He: acercamiento 0
70. Hi: La solución es el punto x.
- 71.He: X no es la solución.
74. HiMe: En 10 opciones o menos encuentro la solución.
- 75.He: Acercamiento 10.
- 77.HeMe: No he hallado otra alternativa de solución.
- 81.HiMe: En 10 opciones o menos encuentro la solución.
- 83.Re: Algunos valores de acercamiento no son múltiplos de 10.
85. He: acercamiento 10
86. He: acercamiento -10
88. He: posición inicial al azar
91. HeMe: No hallo otra alternativa de solución
95. He: acercamiento 10
97. He: los acercamientos aparecen a la derecha de la vertical izquierda del cuadrado.
98. Ob: Cuál es el objetivo?
99. He: El centro es una solución.
103. He: acercamiento -10
105. HeMe: desconozco el criterio para identificar una solución.
109. HiMe: requiero por lo menos diez intentos para resolver el problema.
110. He: El centro es una solución.
111. HeMe: No encontré alternativa de solución.
112. HeMe: identifiqué el centro como solución, pero no identifiqué la razón de la solución.
114. Hi: la solución es un punto de la diagonal que pasa por el centro del cuadrado.
115. He: acercamiento -10
116. Hi: la solución está entre 10 y - 10
117. Hi: La solución es un punto entre 10 y 0
118. He: acercamiento -10
119. He: Acercamiento 0
120. He: Acercamiento 10
121. He: Acercamiento 20
122. He: Acercamiento 10
123. HeMe: No encuentro relación entre los hechos.
124. HiMe: necesito por lo menos 10 intentos para hallar la solución.
125. HeMe: no encuentro relación entre los hechos.
126. HeMe: sé que el centro es una solución
129. He: acercamiento -20
130. HeMe: -20 indica alejamiento de la solución
131. He: acercamiento 10
132. He: acercamiento 20
133. He: acercamiento -10
- 133a. He: acercamiento 20
134. He: acercamiento -10
135. HeMe: no hallé la solución
136. HiMe: no encontraré la solución
137. HiMe: necesito por lo menos 10 intentos para resolver el problema.

138. HeMe: sé que el centro es una solución
141. He: el extremo superior derecho da un acercamiento de 10.
- 142a. He: bajando acercamiento -20
- 142b. He: derecha acercamiento 30
- 142c. sube, acercamiento -20
143. HeMe: no identifico relación entre los hechos.
146. He: el centro es una solución.
150. ReMe: no puedo identificar la solución
154. Re: me estoy alejando de la solución.
159. HiMe: requiero por lo menos 10 intentos para hallar la solución.
160. HeMe: encontré dos soluciones.
161. He: el centro es una solución.
162. HeMe: olvidé la segunda solución
163. ReMe: no puedo encontrar solución al problema.
165. HiMe: necesito por lo menos 10 intentos para hallar la solución.
167. He: Acercamiento 20
168. He: acercamiento 10
169. He: Acercamiento 0
170. He: Acercamiento 10
171. He: Acercamiento 10
172. He: Acercamiento -20
173. He: Acercamiento 30
174. Re: si aumentan los valores del acercamiento, me estoy alejando de la solución
176. HiMe: Necesito por lo menos 10 intentos para resolver el problema.
177. ReMe: no puedo encontrar la solución al problema.
178. He: el centro es una solución.
179. He: derecha, abajo, acercamiento 0
180. He: subiendo, acercamiento 10
181. He: mismo sitio, acercamiento 10
182. he: subiendo, acercamiento 0
185. ReMe: no puedo hallar la solución al problema.
186. Hi: si no hallo la solución entonces debo desistir.
188. HiMe: necesito por lo menos 10 intentos para resolver el problema.
194. He: el centro es una solución.
199. ReMe: no puedo resolver el problema.
204. He: el centro es una solución.
211. Obj: Voy a explorar las esquinas.
212. HiMe: necesito al menos 10 intentos para resolver el problema.
219. Obj. Cuál es el lugar de la esquina.
220. He: Acercamiento -20
221. Hi: La solución está en el vértice.
222. He: El vértice es la segunda solución al problema.
223. Re: El vértice es una solución al problema y el centro es otra solución.
225. HeMe: Conozco la solución al problema.
227. HeMe: Conozco que hay dos puntos de equilibrio.
- 
229. Obj. Hallar tres agujeros negros
230. HiMe: necesito al menos 10 intentos para resolver el siguiente problema.
231. He: Acercamiento -10
233. HeMe: anote 10 intentos
234. Hi: el centro es un punto de equilibrio.
235. He: el centro es un punto de equilibrio.
236. Hi: el vértice superior izquierdo es un punto de equilibrio.

238. He: la solución no está fuera del recuadro.  
240. He: el vértice superior izquierdo no es un punto de equilibrio.  
241. He: corrección, el vértice superior izquierdo es un punto de equilibrio.  
243. Obj: explorar otro vértice.  
244. Hi: el vértice superior derecho es la solución.  
245. He: el vértice superior derecho es un punto de equilibrio.  
246. ReMe: partí de que el centro era una solución y  
247. ReMe: las otras soluciones está en los vértices.
- 
- 

248. Obj: hallar cuatro agujeros.  
249. HeMe: sé que dos puntos están en los vértices.  
250a. HeMe: requiero menos de 10 intentos para resolver el problema.  
250b. HiMe: requiero 5 o menos intentos para resolver el problema.  
251. HeMe: fallé al identificar el punto del centro.  
252. He: El vértice superior derecho es una solución.  
254. He: El vértice inferior derecho es una solución.  
255. Obj. buscar las dos soluciones faltantes.  
256. Hi: punto centro izquierdo es una solución.  
257. He: el ángulo superior izquierdo no es la solución.  
258. He: El ángulo inferior izquierdo es una solución.  
260. He: el centro es una solución.  
262. Hi: La soluciones son: centro y los cuatro vértices.
- 
- 

263. Obj: hallar cinco agujeros.  
265. He: solución ángulo superior derecho.  
266. Hi: los cuatro agujeros están en los cuatro vértices y el centro.  
267. He: solución en ángulo superior izquierdo.  
268. Obj: tres agujeros.  
269. He: solución en el ángulo inferior izquierdo.  
270. Obj: dos agujeros.  
272. He: solución en el ángulo inferior derecho.  
273. He: solución en el centro.  
275. HeMe: identifiqué las cinco soluciones.  
278. HeMe: no sé que son vectores.
- 
- 

280. HiMe: necesito 10 o menos intentos, porque no sé que son vectores.  
281. Re: los agujeros son los 4 ángulos y el centro.  
282. He: ángulo superior derecho es solución.  
283. He: solución en ángulo inferior derecho.  
284. Obj: tres agujeros  
286. ReMe: los cuatro vértices y el centro son soluciones.  
287. He: solución en los ángulos superior izquierdo, superior derecho y en centro.  
288. Obj: identificar el vector.  
293. Hi: el vector son los cinco puntos.  
295. He: la diagonal que parte del ángulo superior derecho es un vector.  
296. Hi: la diagonal es un vector.  
297. HeMe: tengo el problema resuelto.
- 
- 

300. HiMe: necesito menos de 10 intentos para resolver el problema.  
301. HeMe: requiero cinco intentos para halar los cinco agujeros.  
302. HiMe: requiero 7 intentos para resolver el problema.  
303. Re: los agujeros son los cuatro vértices y el centro  
305. He: Solución en ángulo superior derecho

306. He: Solución en el ángulo inferior derecho  
 307. He: Solución en ángulo inferior izquierdo.  
 308. He: solución en ángulo superior izquierdo  
 309. He: Solución en el centro.  
 310. Obj. dos vectores.  
 311. Hi: los vectores on diagonales que pasan por las esquinas y el centro.  
 312. He: la diagonal ángulo superior izquierdo - ángulo inferior derecho es un vector.  
 313. He: la diagonal ángulo superior derecho - ángulo inferior izquierdo es un vector.

---

315. HiMe: Necesito 10 o menos itentos para resolver el problema.

317. He: solución en ángulo superior derecho.  
 318 He: solución en ángulo inferior derecho.  
 321. He: solución en ángulo superior izquierdo.  
 322. He: solución en ángulo inferior izquierdo.  
 323. He: solución en el centro.  
 324. Obj: los vectores.  
 325a. He: vector diagonal que parte del ángulo superior derecho  
 325b. He: Vector, diagonal que parte del ángulo superior derecho.  
 326. Obj. hallar un vector  
 327. He: en ángulo superior derecho no hay otro vector.  
 328. He: en ángulo superior diquierdo no hay otro vector.  
 329. HiMe: requiero 10 o menos itenots para hallar la solución.  
 330. Obj. hallar los vectores.  
 332. He: la línea horizontal que pasa por el centro es una solución.  
 336. He: Las diagonales son vectores.  
 338. He: En el ángulo superior derecho hay un agujero.  
 340. He: En el ángulo inferior izquierdo hay un agujero.  
 342. He: En el ángulo superior izquierdo hay un agujero.  
 343. He: punto de equilibrio en el centro.

---

344. Obj. Cinco agujeros y tres vectores.

345. HiMe: necesito 10 o menos intentos para resolver el problema.  
 347. HeMe: sabíamos que un vector es la horizontal que pasa poreal centro.  
 348. He: la horizontal que pasa por el centro es un vector.  
 350. He: la diagonal que parte del ángulo superior izquierdo es un vector.  
 352. He: la diagonal que parte del ángulo superior derecho es un vector.  
 353. Obj. tres vectores y cinco agujeros.  
 354. Re: un agujero está en el centro, los otros en las esquinas.  
 355. He: solución en ángulo superior derecho.  
 356. He: Solución en ángulo superior izquierdo.  
 357. He: Solución en el centro.  
 358. He: solución en Angulo inferior izquierdo  
 359. He: solución en Angulo inferior derecho

---

362. Obj. Busque 5 agujeros y 4 vectores

363. HiMe: requiero 10 menos intentos para resoler el problema  
 364. Re: Las diagonales y la horizontal al cetro son vectores.  
 365. Hi: la vertical al centro es un vector  
 366. He: La vertical al centro es un el vector.,  
 367. Obj. señalar la horizontal al centro,  
 369. He: La diagonal que parte del ángulo izquierdo superior es un vector.  
 371. He: la diagonal que parte del ángulo derecho inferior es un vector.  
 373. He: la línea paralela al centro es un vector.  
 377. He: el centro es agujero

378. He: Angulo superior derecho es una solución  
379. He: el Angulo inferior derecho es una solución  
380. He: el Angulo inferior izquierdo es una solución  
381. He: el Angulo superior izquierdo es una solución  
383. He: Puntaje 90  
384. He: Acumulado 360

---

---