

Este artículo presenta un software educativo para asistir más eficientemente la enseñanza y el aprendizaje de biología. Con la finalidad de producir este material de aprendizaje, se siguieron los etapas globales de diseño pedagógico, desarrollo y evaluación de software. El software elaborado, que ha sido denominado GÁMETO, integra las modalidades de software de tipo tutorial, ejercitación y simulación. GÁMETO fue producido para estimular una adquisición efectiva y un aprendizaje significativo de conceptos y procesos biológicos como mitosis, meiosis y reproducción humana, a nivel de educación secundaria y terciaria.

Los componentes estructurales del diseño de GÁMETO son analizados y discutidos en profundidad en este estudio, así como también la metodología utilizada para desarrollar y evaluar la calidad educativa del software. El estado de desarrollo es también discutido en términos de los beneficios de los lenguajes de hipertexto y autor utilizados, las estrategias empleadas y las características del hardware tomadas en consideración para lograr las metas y objetivos. Asimismo, se presenta una visión general del software en términos de sus fortalezas educativas y la forma

## **PRODUCCION DE SOFTWARE EDUCATIVO DE APOYO AL APRENDIZAJE DE LA BIOLOGIA DE LA REPRODUCCION (\*)**

Finalmente, GÁMETO muestra que es posible desarrollar un software flexible para asistir eficientemente a aprendices de ciencias, en su entendimiento de conceptos y procesos biológicos básicos, e incorpora un nuevo enfoque para lograr más significativamente objetivos que son críticos en el aprendizaje de la ciencia.

**Sánchez Ilabaca, Jaime; Mallegas Vera, Armando y Astroza Hidalgo, Carlos**

**Centro Computación Educativa**

**Universidad de Antofagasta**

(\*) Informe presentado en el XI Encuentro Nacional de Investigadores en Educación, CPEIP, Santiago Septiembre 25-27, 1991.

## I. ABSTRACT

INSERTAR FIGURA 1 A ESTA ALTURA

Este estudio presenta un software educativo para asistir más eficientemente la enseñanza y el aprendizaje de biología. Con la finalidad de producir este material de aprendizaje, se siguieron las etapas globales de diseño pedagógico, desarrollo y evaluación de software. El software elaborado, que ha sido denominado GAMETO, integra las modalidades de software de tipo tutorial, ejercitación y simulación. GAMETO fue producido para estimular una enseñanza efectiva y un aprendizaje significativo de conceptos y procesos biológicos como mitosis, meiosis y reproducción humana, a nivel de educación secundaria y terciaria.

Los componentes estructurales del diseño de GAMETO son analizados y discutidos en profundidad en este estudio, así como también la metodología utilizada para desarrollar y evaluar la calidad educativa del software. El estado de desarrollo es también discutido en términos de los beneficios de los lenguajes de hipertexto y autor utilizados, las estrategias empleadas y las características del hardware tomadas en consideración para lograr las metas y objetivos. Asimismo, se presenta una visión general del software en términos de sus fortalezas educativas y la forma como integra modernos enfoques curriculares y de la psicología instruccional, en relación con la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia.

Finalmente, GAMETO muestra que es posible desarrollar un software flexible para asistir eficientemente a aprendices de ciencias, en su entendimiento de conceptos y procesos biológicos básicos e incorpora un nuevo enfoque para lograr más significativamente objetivos que son críticos en el aprendizaje de la ciencia.

## II. INTRODUCCION

La elaboración de materiales de aprendizaje basados en computador requiere de una integración de diversos componentes involucrados en esta tarea. Es así como la sincronización coherente de componentes como teorías de aprendizaje, modelos de diseño instruccional, modelos de enseñanza, software y hardware interactivo y contenido, permite predecir fácilmente la efectividad del software (Baek y Layne, 1988; Bork, 1985).

Diversos enfoques acerca de estrategias investigativas concernientes a la producción de software educativo han sido ampliamente discutidos en la literatura (Bork, 1985; Peters, 1982; Chambers y Sprecher, 1983; Alessi y Trollip, 1985, 1991; Gray, 1988; Baek y Layne, 1988; Sánchez, 1989, 1990, 1991). La gran mayoría de estos enfoques consideran tres etapas principales en la producción de software educativo: Diseño Pedagógico, Desarrollo y Evaluación (ver Figura 1).

---

### INSERTAR FIGURA 1 A ESTA ALTURA

---

En términos globales, el diseño consiste en una planificación pedagógica del material de aprendizaje. Este es el proceso de definición de la estructura principal y específica del software e incluye las principales características, secuencia y orden de los componentes instruccionales del software, así como también su relación estructural y funcional (Bork, 1985; Sánchez, 1989).

Asimismo, el desarrollo del software considera la concreción del diseño en términos de establecer las instrucciones lógicas y la programación computacional, ya sea utilizando un lenguaje de programación, lenguaje de autor o sistema de autor (Sánchez, 1989).

Finalmente, la etapa de evaluación implica la validez interna y externa del software, así como también la consistencia, efectividad y valor educativo del material de aprendizaje. Asimismo, la evaluación permite emitir juicios acerca de la forma como ha sido utilizado el potencial del computador en función de una mejor y más eficiente estimulación de estrategias cognitivas y meta-cognitivas, destrezas intelectuales y pensamiento crítico y creativo (Bork, 1985; Muller, 1985; Scheckler y Schuell, 1989).

Es en este contexto, que el objetivo de este estudio fue presentar y discutir una nueva y moderna metodología de producción de software, basada en un estudio de tipo investigación y desarrollo que culminó con la elaboración de GAMETO: un flexible y fluido software educativo de apoyo a la enseñanza y aprendizaje de conceptos, procesos y principios biológicos a nivel secundario y terciario, que ha sido elaborado considerando teoría contemporánea de educación de la ciencia, tecnología interactiva y algunos conceptos emergentes de la biología de la reproducción (Sánchez, Mallegas y Astroza, 1989; Sánchez y Mallegas, 1990; Sánchez, Mallegas, Astroza y Olivares, 1991).



### III. METODOLOGIA

#### PREGUNTA INVESTIGATIVA

Este estudio fue concebido con la intención de dar respuesta a la interrogante: ¿será posible producir un flexible y fluido software educativo de apoyo a la enseñanza y el aprendizaje de procesos de la biología de la reproducción a nivel de educación media y superior, utilizando aspectos metodológicos que involucren modernos paradigmas del aprendizaje escolar, métodos de enseñanza y estrategias de diseño instruccional?

Para dar respuesta a esta interrogante, se elaboró un software siguiendo las etapas de:

- Conceptualización
- Especificación
- Diseño Pedagógico
- Desarrollo
- Evaluación
- Documentación
- Diseminación

#### CONCEPTUALIZACION

Esta etapa consistió en la especificación del propósito fundamental y la idea conceptual que está detrás del software. Esto es, previo al inicio del proceso de producción propiamente tal, se conceptualizó el producto que se pretendía generar, su extensión, campo de acción, propósito e idea global.

#### ESPECIFICACION

Una vez definida la idea global del producto que se pretendía elaborar, se especificaron las características distintivas del software. Es decir, se delinearon aquellas características y recursos pedagógicos y computacionales que se utilizaron y que hacen que el producto sea particularmente distintivo de otros materiales de aprendizaje por computador, constituyendo la gran fortaleza del software.

## DISEÑO PEDAGÓGICO Y TIEMPO

El diseño de GAMETO consistió en las fases de Planificación Temprana, Brainstorming, Descripción Detallada, Diseño Global, Diseños Específicos y Diseño de Pantalla. La planificación temprana consistió en el desarrollo de la estrategia principal del software, de acuerdo a las metas, objetivos y prerequisites. El brainstorming incluyó un flujo de ideas en cuanto a qué y cómo organizar y secuenciar los contenidos.

La descripción detallada consistió en la definición de la estrategia instruccional y la metodología, esto es, cómo enseñar, lo cual implica un modelo de enseñanza, un paradigma de aprendizaje humano y una estrategia instruccional. Esta fase también implicó el uso de la técnica meta-cognitiva de los mapas conceptuales y la operacionalización de los conceptos pedagógicos de organizador avanzado, estructura cinética de las comunicaciones verbales escritas, asimilación y acomodación, reconciliación integrativa, diferenciación progresiva, eventos de instrucción, modelamiento simbólico, aprendizaje vicario y secuencia instruccional.

El diseño global consistió en el establecimiento de la estructura general del software, sus componentes fundamentales (presentación, modalidad, evaluación, etc.) y la relación estructural y funcional entre ellos. Se trata del plano arquitectónico del software, en donde quedan representadas las características pedagógicas y computacionales del software.

Los diseños detallados correspondieron a la especificación fina de cada una de las estructuras generales del diseño global. Esto es, se definieron las etapas, los procesos específicos, su secuencia e interacción entre los elementos constitutivos de cada estructura parcial del diseño global. Así por ejemplo, se especificaron en detalle las etapas, componentes y secuencia de fases como la presentación del software y la aplicación de la modalidad tutorial.

El diseño de pantalla consistió en la especificación y materialización de un modelo de diseño de pantalla. Entre otras cosas, se determinó la forma como el material de aprendizaje sería presentado, esto es, se generó una interfaz usuaria que además de ser interactiva, involucrara la utilización armónica de conceptos pedagógicos y los atributos computacionales de mayor valor instruccional. Ello implicó la elaboración y diagramación de gráficos, la determinación de la secuencia gráfica, distribución de la información, tipos de gráficos, tablas, iconos, figuras y diagramas así como también el modelo de diseño de pantalla. A su vez, el diseño gráfico de GAMETO consideró los lineamientos fundamentales sobre aparición visual del material de aprendizaje y su



estructura en el espacio y tiempo.

#### DESARROLLO

Como resultado del diseño pedagógico de GAMETO, se elaboraron diversos cuadernos de diseño de pantalla. Adicionalmente, diversos prototipos de diseño de pantalla fueron desarrollados para cada unidad biológica estudiada. Posteriormente, los cuadernos de diseño de pantalla fueron traducidos a código computacional y programación. Como orientación conceptual para el desarrollo del contenido del software se aplicó la técnica de los mapas conceptuales. En el desarrollo de GAMETO se utilizó una plataforma de hardware de tipo Macintosh y software de producción como hypercard, academic, superpaint, apple scan, video works y turbo pascal. Todo ello constituyó una flexible integración de diferentes herramientas de autor para generar una interfaz usuaria interactiva, factor necesario para navegar a través del conocimiento, permitiendo enlaces fluidos de ideas.

Paralelamente a esta etapa, se diseñaron y desarrollaron los manuales de apoyo para el alumno y el profesor, los cuales también fueron implementados por pantalla.

#### EVALUACION

El proceso evaluativo del software fue definido como una forma de enriquecimiento, mejoramiento y un feedback permanente en el proceso de producción. La evaluación de GAMETO consideró la validación externa e interna del software, su consistencia, efectividad y valor educativo. Se buscaron juicios que determinaron en qué medida se utilizaron eficientemente las ventajas computacionales para estimular un aprendizaje activo y significativo. GAMETO fue validado mediante el uso de evaluación de tipo formativa y sumativa (Chambers y Sprecher, 1983; Scheckler y Schuell, 1989; Sánchez, 1989). Primeramente, se aplicó una evaluación formativa, la cual consistió en una revisión cualitativa de aspectos técnicos y pedagógicos como lenguaje y gramática, características de superficie, menus, funciones invisibles, disciplina y manual, corrigiendo errores y mejorando el software. Asimismo, se efectuó una evaluación de pares, considerando para ello la opinión de profesores y expertos en biología y computación, mediante una encuesta estructurada. La evaluación formativa culminó con una evaluación piloto con treinta alumnos de educación media y cinco alumnos universitarios, los cuales desarrollaron el software y contestaron posteriormente una



encuesta semi-estructurada, en donde se les consultó acerca de su opinión en relación con el software y se les solició sugerencias para mejorar y enriquecer el software.

La evaluación sumativa consistió en consultar la opinión de analistas y expertos en biología y computación, su opinión acerca del producto final. A su vez, se realizó una experimentación de campo, la que consistió en la aplicación de un diseño experimental de tipo pretest-postest con grupo control para determinar el efecto de la utilización del software en el rendimiento y actitudes frente a los computadores, al aprendizaje y a la biología de la reproducción.

#### IV. RESULTADOS

##### ESTRUCTURA GLOBAL DE "GAMETO"

La estructura general de GAMETO incluye una cuidadosa integración de las modalidades de uso del computador de tipo tutorial, ejercitación y simulación. Para ello, se concibieron tres módulos opcionales de diferentes enfoques educativos, para presentar la información biológica. Adicionalmente, GAMETO incluye módulos de remediación y evaluación sumativa(ver Figura 2).

---

INSERTAR FIGURA 2 A ESTA ALTURA

---

Existen diversos factores relevantes al diseño de GAMETO. Los componentes estructurales principales del software son:

- Introducción
- Motivación
- Presentación
- Lección
- Modalidad
- Evaluación Sumativa de la Lección
- Unidad Remedial
- Término

GAMETO comienza con una introducción que especifica las instrucciones generales



para utilizar el software. También incluye el nivel y tipo de audiencia y los principales módulos, unidades y contenidos. GAMETO contempla los siguientes módulos:

- Célula
- Ciclo Celular
- Gametogénesis
- Reproducción
- Reproducción Humana

La Motivación, por otro lado, corresponde a una situación problemática desafiante que capta la atención del aprendiz y lo estimula a obtener una o más respuestas luego de desarrollar el software.

Asimismo, la Presentación del software incluye la formulación de los objetivos, especificación de los prerrequisitos para la lección, presentación y entrega de resultados de un test de diagnóstico y estimulación del recuerdo de aprendizajes previos a aquellos aprendices que lo requieran. Finalmente, la presentación incorpora un menú para iniciar la lección y seleccionar el tipo de modalidad.

La Lección involucra el tipo de material de aprendizaje que se enseñará, la estructura, organización, secuencia y forma cómo se enseñará dicho material.

La Modalidad corresponde a la forma de presentación del material de aprendizaje, la cual puede ser de tipo tutorial, simulación y ejercitación, ya sea en forma integrada o cada modalidad por separado.

La Evaluación Sumativa de la Lección consiste en diversos tests que pretenden medir el nivel y forma de logro o no logro de los objetivos de la lección, así como también permiten detectar problemas en la comprensión y aprendizaje de ciertos conceptos.

La Unidad Remedial considera un módulo de reforzamiento para aquellos aprendices que no lograron un cierto nivel de dominio de los objetivos planteados.

El Término es la salida desde la lección al menú principal y ocurre luego de la aprobación de la evaluación sumativa de la lección.

## DISEÑOS ESPECIFICOS

### Diseño de Presentación

La presentación del software se inicia con la información a los aprendices acerca de los objetivos generales y específicos del software. Luego se establecen los pre-requisitos de la lección, para posteriormente someter al aprendiz a un test de diagnóstico.



Finalmente, de acuerdo a los resultados obtenidos por el aprendiz en el test de diagnóstico, se estimulan los recuerdos de aprendizajes previos a aquellos aprendices que lo requieran (ver Figura 3).

---

INSERTAR FIGURA 3 A ESTA ALTURA

---

### Diseño de la Lección

El software considera la posibilidad de optar por diferentes modalidades de enseñanza por microcomputador (Sánchez, 1989). Esto es, la metodología utilizada puede ser sólo de tipo tutorial, simulación o ejercitación, o bien alternativas integradas que constituyen posibles combinaciones entre dichas modalidades.

#### Modalidad Tutorial

La modalidad tutorial del software se inicia con la focalización de la atención, esto es la presentación de dinámicas instrucciones operacionales iniciales, tales como "mire" y "observe", de manera de mantener al aprendiz en alerta y atraer su atención.

Luego, se presentan los estímulos con características distintivas, que consiste en presentar el material de aprendizaje (material de estímulo) en forma organizada, al cual el aprendiz debe responder, enfatizando aquellas características distintivas de la información presentada.

La orientación del aprendizaje, etapa siguiente en el diseño de la lección, consiste en guiar al aprendiz para que éste establezca un enlace cognitivo entre la información previa almacenada en memoria y el nuevo material de aprendizaje. Para ello, se utilizan conceptos generales y abstractos al inicio, para luego ir progresivamente diferenciándolos.

Posteriormente, se formulan diversas preguntas socráticas. Estas se caracterizan por ser presentadas previa entrega de información concisa y básica. Son preguntas cuidadosamente formuladas para guiar al aprendiz a entender el material, intentándose arribar a una respuesta sólida a partir de varias preguntas. Todo ello bajo la premisa que para desarrollar el pensamiento del aprendiz, éste debe ser ejercitado.



Una vez presentadas las preguntas e iniciado un diálogo pregunta-respuesta, éstas últimas son evaluadas. Si el aprendiz responde correctamente, obtiene un feedback y continúa el diálogo pregunta-respuesta. Si no arriva a la respuesta correcta, existen al menos dos posibilidades de someterse a una unidad remedial (el número de posibilidades dependerá de la complejidad del contenido). Si la respuesta incorrecta persiste, se presenta la respuesta correcta entregando una explicación de cómo se arriva a dicha respuesta. El contenido de la unidad remedial responderá sólo a aquellos aprendizajes no logrados evidenciados en la respuesta (ver Figura 4).

---

INSERTAR FIGURA 4 A ESTA ALTURA

---

### Modalidad Simulación

Quando el software considera la modalidad de simulación, ésta se inicia con la presentación de un fenómeno siempre cambiante. Luego, se establecen las condiciones iniciales de la simulación o representación del fenómeno. El aprendiz debe tomar decisiones al respecto, lo que implica el requerimiento de una acción, para posteriormente emitir respuestas a dichas acciones. El aprendiz actúa y basándose en los cambios del sistema interno, la descripción o las condiciones del fenómeno cambia. Ante ello, el aprendiz se ve enfrentado a una situación levemente nueva y otra vez debe tomar decisiones y ejecutar alguna acción. El fenómeno cambia y el ciclo se repite hasta que el aprendiz, o escoge finalizar la simulación o esta es completada, con o sin éxito (ver Figura 5).

En el diseño del software que se postula, la modalidad de simulación va siempre integrada a otra modalidad, ya sea tutorial o ejercitación.

---

INSERTAR FIGURA 5 A ESTA ALTURA

---



### Modalidad Ejercitación

El diseño del software para la enseñanza de la biología, considera la posibilidad de obtener una ejercitación con un cierto contenido cuando lo requiere el aprendiz. En términos generales, la ejercitación consiste en la selección de un cierto ítem, a partir de un menú, presentarlo, permitir que el aprendiz responda, evaluar la respuesta y dar un feedback positivo en caso de responder correctamente y una ayuda remedial si lo hace incorrectamente. La evaluación de las respuestas considera un contador de respuestas erróneas, el cual es determinante para el tipo y contenido que presentará la unidad remedial (ver Figura 6).

---

INSERTAR FIGURA 6 A ESTA ALTURA

---

#### Unidad Remedial

La unidad remedial consiste en la presentación del material de aprendizaje no logrado, utilizando una metodología un tanto diferente a la utilizada en la presentación de contenidos del software. El nivel y contenido dependerá de los resultados obtenidos en la lección, es decir, el remedial será diferenciado según sea la situación y el nivel de dominio logrado. La presentación de este remedial considera modalidades metodológicas tales como, diagramas globales, esquemas generales y tablas comparativas. La unidad remedial puede desarrollarse antes o después de la evaluación sumativa.

#### Evaluación Sumativa de la Lección

La evaluación sumativa consiste en un test global para medir el rendimiento del aprendiz. Si el aprendiz logra un cierto dominio exigido, éste termina la lección y puede iniciar la lección siguiente o un nuevo volumen. En caso contrario, el aprendiz tendrá la posibilidad de revisar la unidad remedial. Si nuevamente no se logran los criterios de dominio, el aprendiz tendrá que revisar aquellos contenidos no logrados, así como también la modalidad de software más débil en su aprendizaje.



Así se culminó con una segunda revisión general del software.

### DESARROLLO DEL SOFTWARE

Como se ha dicho, el desarrollo consistió fundamentalmente en el diseño de códigos, codificación y programación. Para ello se utilizó una variada gama de software, como un lenguaje de hipertexto(hypercard), un lenguaje de programación(Turbo Pascal), software de dibujo(Superpaint, MacDraw, Cricket Draw), un software gráfico(Cricket Graph), un software de animación(Video Works) y software de digitalización(Apple Scan). Así también, se utilizó un medio ambiente de hardware(Macintosh), un sistema de almacenamiento auxiliar externo(Disco Duro 20Mb), un digitalizador de imágenes(Scanner) y una impresora(Imagewriter II).

Con estos ambientes de hardware y software se elaboraron los cinco volúmenes básicos del software:

- Célula
- Ciclo Celular(mitosis y meiosis)
- Gametogénesis
- Reproducción(asexual y sexual)
- Reproducción Humana

### EVALUACION

El producto terminado fue validado formativa y sumativamente. El software fue sometido a una amplia y exhaustiva revisión cualitativa por el equipo investigativo, lo que constituyó la primera revisión general del software. Luego, el software se sometió a consideración de tres expertos: un experto en biología(profesor), un experto en producción de software y un especialista en diseño instruccional, todos los cuales contestaron un cuestionario de opinión acerca del software. Asimismo, el software fue sometido a consideración de un diseñador gráfico. Todos ellos calificaron el software emitiendo juicios evaluativos como "excelente", "un producto de buen nivel pedagógico", "especifica objetivos y prerrequisitos", "posee una secuencia lógica en la presentación de los contenidos", "de un nivel de dificultad adecuado para la audiencia especificada", "de una narrativa clara", "posee un feedback interactivo", "involucra activamente al alumno", "utiliza el medio instruccional en forma correcta", "el contenido es claro y motivador", "estimula destrezas cognitivas y afectivas, y el desarrollo del pensamiento creativo y crítico", sugiriendo formas de mejoramiento y enriquecimiento del material



Así, se culminó con una segunda revisión general del software.

Una vez desarrollada la segunda versión, el software fue sometido a una prueba piloto con treinta estudiantes, reunidos en grupos de cuatro alumnos de cuarto año de Educación Media. Así también, dos alumnos de nivel universitario fueron sometidos a la misma prueba. Todos los estudiantes contestaron un cuestionario semi-estructurado, donde se les consultó su opinión acerca del software y se observó sus reacciones y dificultades presentadas en el desarrollo del software, siendo finalmente sometidos a una prueba evaluativa. En cuanto a la apreciación global de los aprendices en relación al software, estos señalaron que es un "excelente producto", "didáctico", "fácil de entender", "que a los estudiantes les gustará y aprenderán con este programa", "de gran ayuda", "que les gustaría utilizar otra vez el programa", "recomendarían el software al profesor de biología" y que en una escala de 1 a 7, le pondrían en promedio la nota 6.8. Los aprendices también sugirieron formas de mejoramiento del software y mostraron un gran interés y disposición para con el uso del software. Todos ellos lograron los objetivos mínimos del material de aprendizaje. Como resultado, se realizó una nueva revisión del software.

La experimentación de campo está en desarrollo y se espera tener pronto resultados que permitan descifrar el rol de la intervención realizada sobre el rendimiento y las actitudes de los aprendices.

## VI. BIBLIOGRAFIA

### V. DISCUSION FINAL

Existe bastante especulación acerca de cómo producir software educativo. El propósito fundamental de este estudio fue presentar un paradigma de producción de software de apoyo para la enseñanza y aprendizaje de la biología de la reproducción.

Para lograr este propósito se presenta un moderno y funcional paradigma arraigado en enfoques teóricos y prácticos de diseño de material de aprendizaje por microcomputador. Paradigma que está fuertemente impregnado de componentes educativos, instruccionales y computacionales, haciendo énfasis en aspectos instruccionales fundamentales para generar aprendizajes efectivos y significativos, tales como motivación, atención, retención, recuerdo, feedback, interacción socrática, adquisición, retención y recuperación mental de la información. Todo ello contribuyó a producir un software cuya estructura y funcionalidad es independiente del tipo de contenido. El paradigma presentado constituye un modelo de integración de aspectos teóricos y prácticos, otorgando un real significado instruccional al proceso de producción de software educativo.



Diversos son los estudios que indican que la educación de la ciencia debe ser rejuvenecida. Se requieren nuevos enfoques y metodologías, en orden a estrechar las distancias entre el curriculum informal y aquel formal. Es en este contexto, que GAMETO es un ejemplo de un moderno material de aprendizaje para asistir la educación de la biología y una forma de aprendizaje con la herramienta del futuro.

Asimismo, cuando iniciamos este estudio nos formulamos la pregunta investigativa sobre si era posible producir un software educativo de apoyo a la enseñanza y aprendizaje de la biología de la reproducción a nivel de educación media. Nuestra respuesta a esta interrogante es afirmativa, presentando un producto que reúne características metodológicas que lo define como un material de aprendizaje por computador. Este producto si se utiliza como material de apoyo docente, permite complementar la enseñanza de la biología de la reproducción y facilitar una visión más integradora de los procesos reproductivos.

Finalmente, GAMETO muestra que es posible desarrollar software de calidad para asistir eficientemente el entendimiento de conceptos, procesos y principios de la biología de la reproducción, incorporando un nuevo enfoque para entender más significativamente dichos procesos fundamentales.

## VI. BIBLIOGRAFIA

- Allesi, S. & Trollip, S. (1985). Computer-Based Instruction: Methods and Development. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Allesi, S. & Trollip, S. (1991). Computer-Based Instruction: Methods and Development. New Jersey: Prentice-Hall Inc. Segunda Edición.
- Baek, Y. & Layne, B. (1988). Color, graphics and animation in a computer-assisted learning tutorial lesson. Journal of Computer-Based Instruction, 15(4), 131-135.
- Bork, A. (1985). Personal Computers for Education. New York: Harper & Row, Publishers.
- Chambers, J. & Sprecher, J. (1983). Computer-Assisted Instruction: Its Use in the Classroom. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Gray, S. (1988). Sequence control menus and CAI: A follow-up study. Journal of Computer-Based Instruction, 15(2), 57-60.
- Gagné, R., Wager, W. y Rojas, A. (1981). Planning and authoring Computer-Assisted Instruction lessons. Educational Technology, 21, 17-26.
- Muller, E. (1985). Application of experimental and quasi-experimental research designs to educational software evaluation. Educational Technology, 25(10), 27-31.

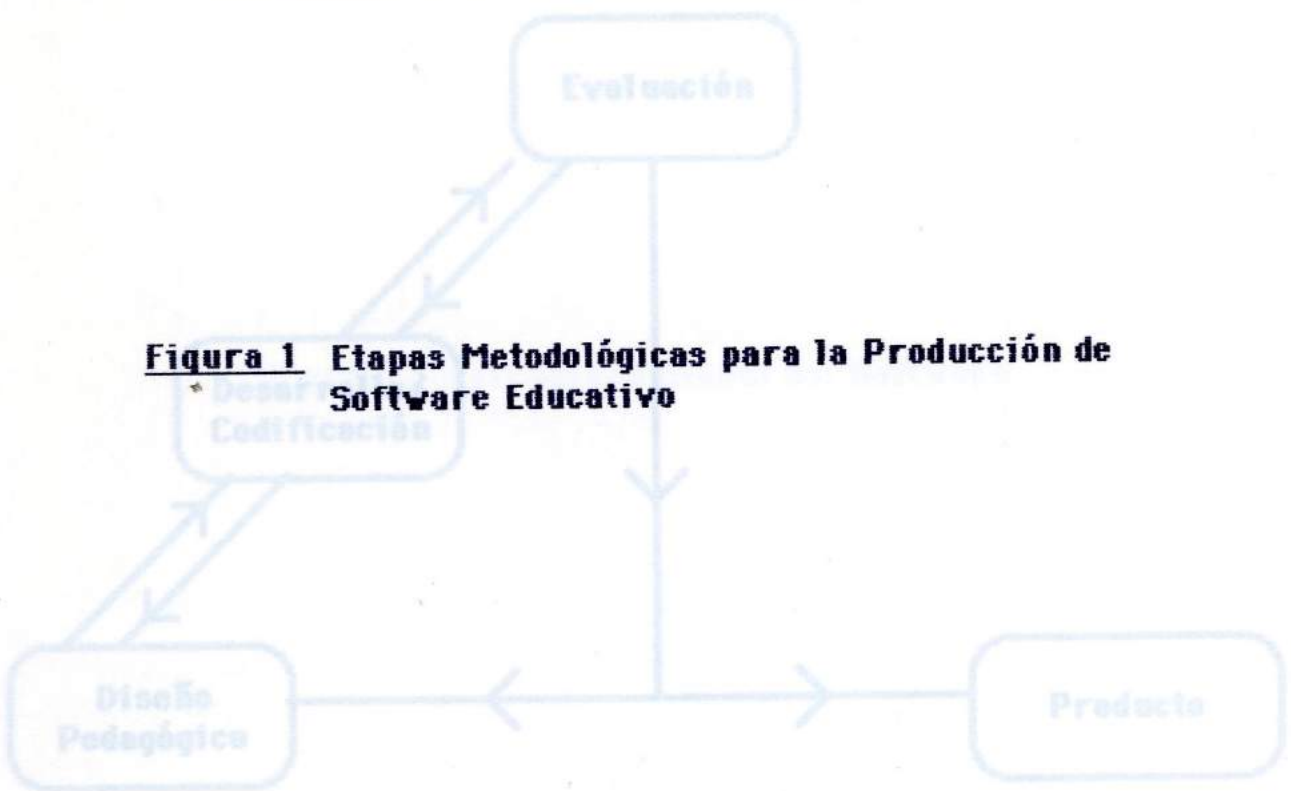


- Sánchez, J., Mallegas, A., Astroza, C. y Araya, V. (1991). GAMETO: Un modelo de producción de software instruccional. Anales XIV Taller de Ingeniería de Sistemas.
- Sánchez, J., Mallegas, A., Astroza, C. y Olivares, A. (1991). Designing, developing, and evaluating software to assist biology education. En McKye, G. y Trueman, D. (Editores) The Twelfth Educational Computing Organization of Ontario Conference and the Eighth International Conference on Technology and Education, 624-626, Ontario, Canadá.
- Sánchez, J. y Mallegas, A. (1990). GAMETO: A new approach to software development. En Estes, N./ Heene, J.; Leclerq, D. (Editores). The Seventh International Conference on Technology and Education. 1, 20-23.
- Sánchez, J., Mallegas, A. y Astroza, C. (1989). Un paradigma de diseño de software para la enseñanza y aprendizaje de la biología de la reproducción. Pub. IV Encuentro y Taller de Educación e Informática.
- Sánchez, J. (1989). Paradigmas metodológicos para la construcción de Sistemas Tutoriales Inteligentes. Pub. XII Taller de Ingeniería de Sistemas.
- Sánchez, J. (1989). Estrategias metodológicas para la producción de software educativo. Microbyte, 6(2), 22-31.
- Sánchez, J. (1989). Taxonomías educomputacionales. Microbyte, 5(9), 29-38.
- Schueckler, L. & Schuell, T. (1989). A comparison of software evaluation forms and reviews. Journal of Educational Computing Research, 5(1)17-33.

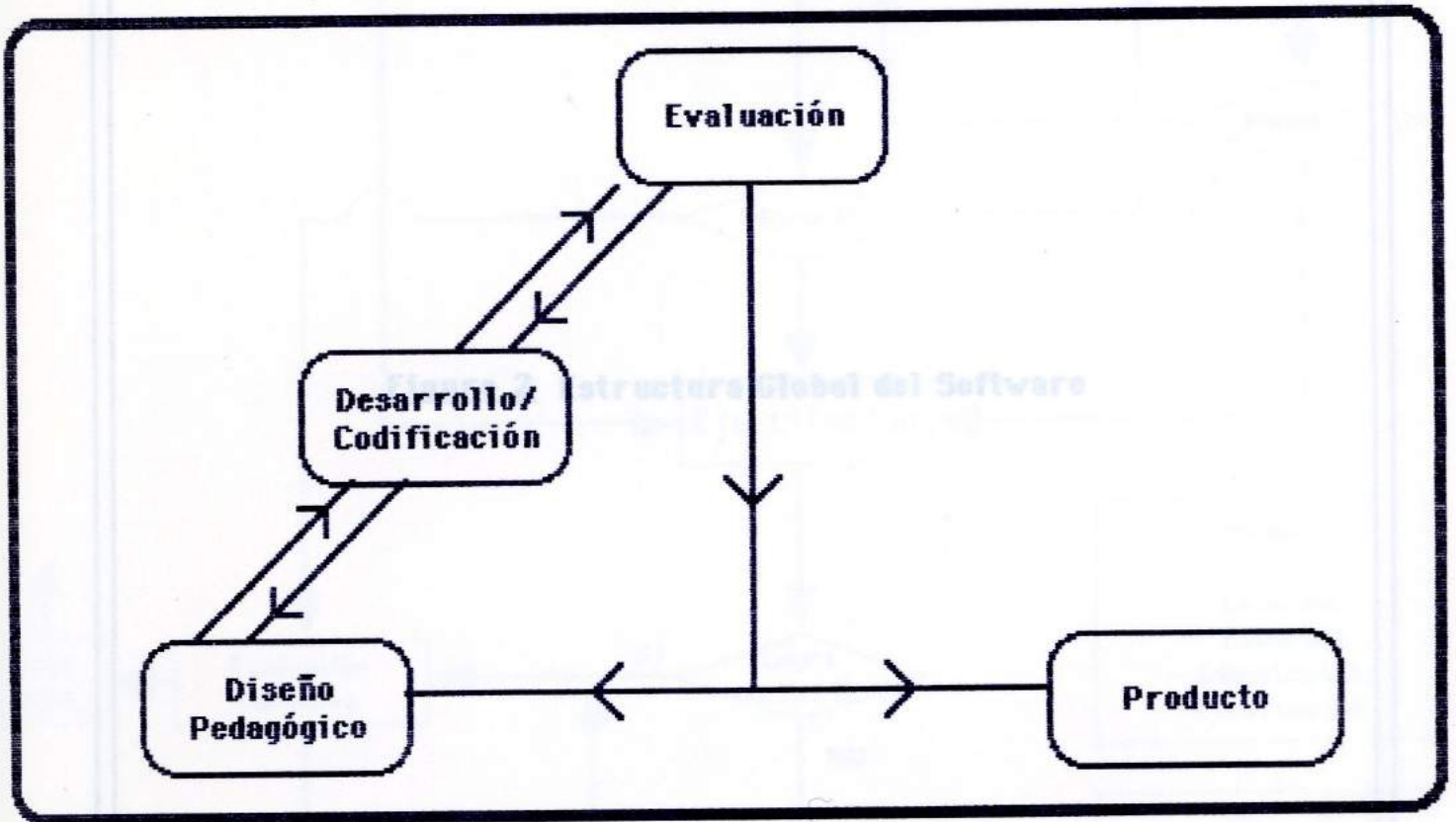
**ANEXO DE FIGURAS**



**Figura 1** Etapas Metodológicas para la Producción de Software Educativo

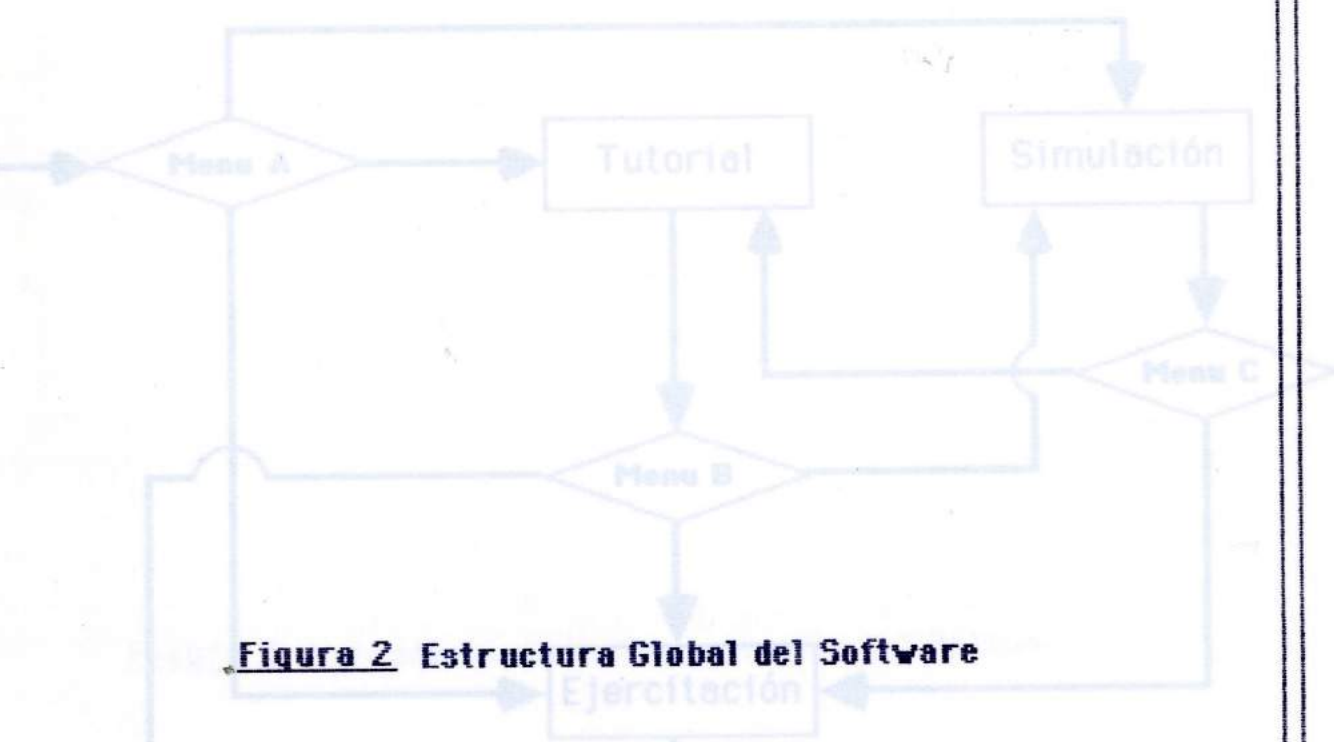








Producción  
Distribución  
Ejecución



**Figura 2 Estructura Global del Software**

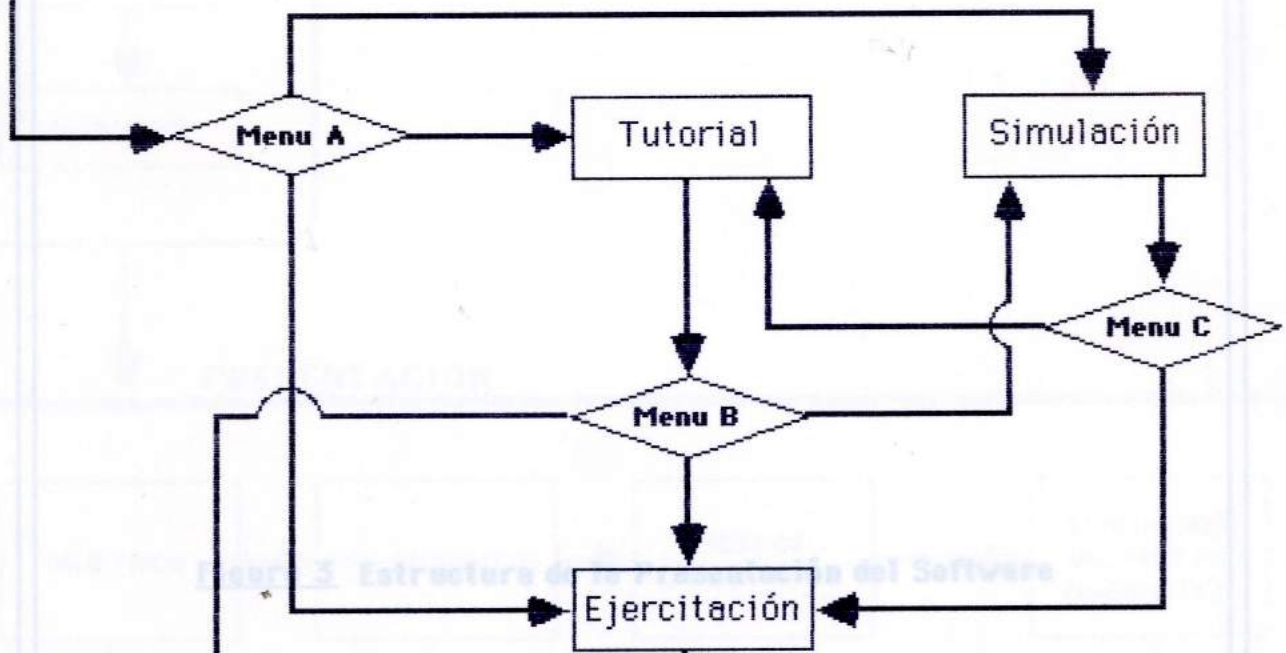
- Menu A**
- Lección
  - Tutorial
  - Simulación
  - Ejercitación

- Menu B**
- Simulación
  - Ejercitación
  - Evaluación

- Menu C**
- Tutorial
  - Ejercitación



Introducción  
Motivación  
Presentación



- Menu A**
- Lección
  - Tutorial
  - Simulación
  - Ejercitación

- Menu B**
- Simulación
  - Ejercitación
  - Evaluación

- Menu C**
- Tutorial
  - Ejercitación

MANL  
MONL

Evaluación Sumativa

Aprueba

Término

Unidad Remedial

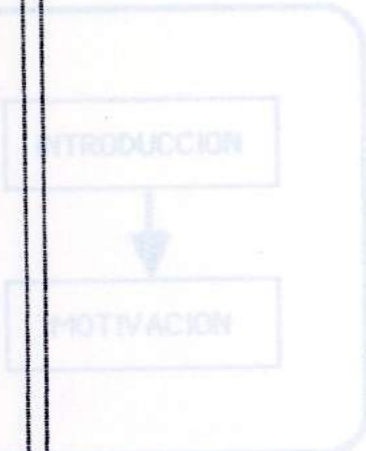
Logra Criterio

Tutorial

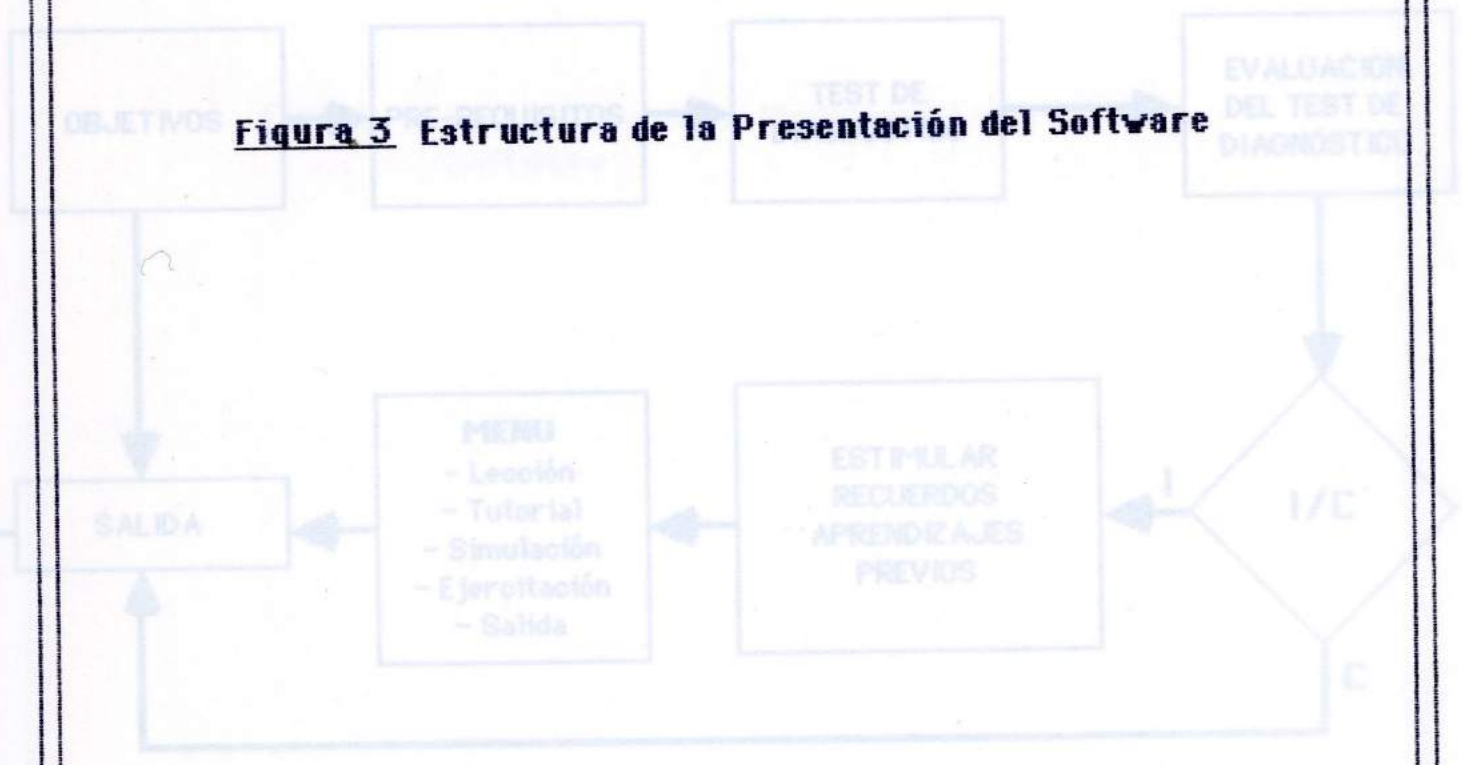
Simulación

Ejercitación

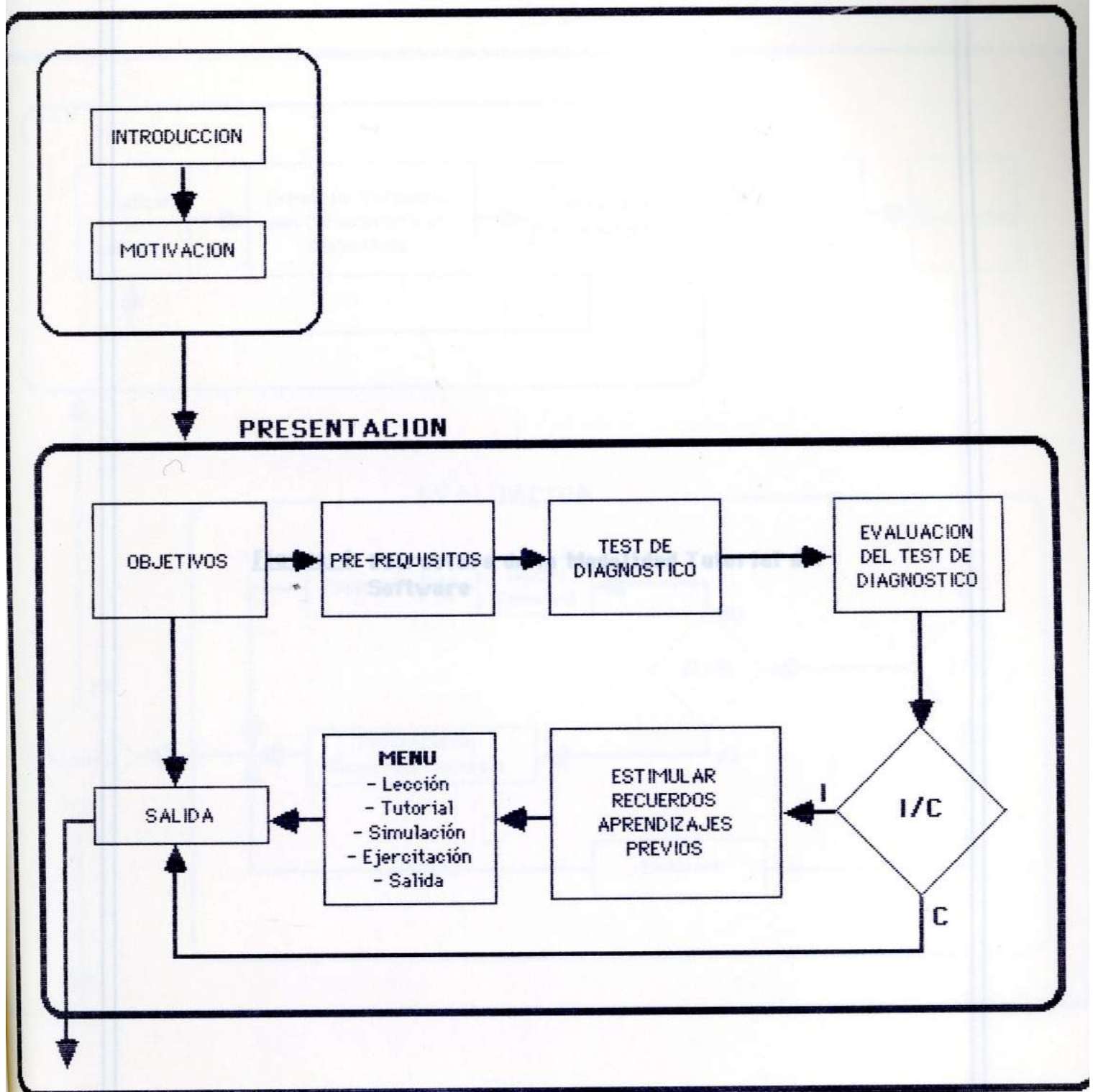




**PRESENTACION**

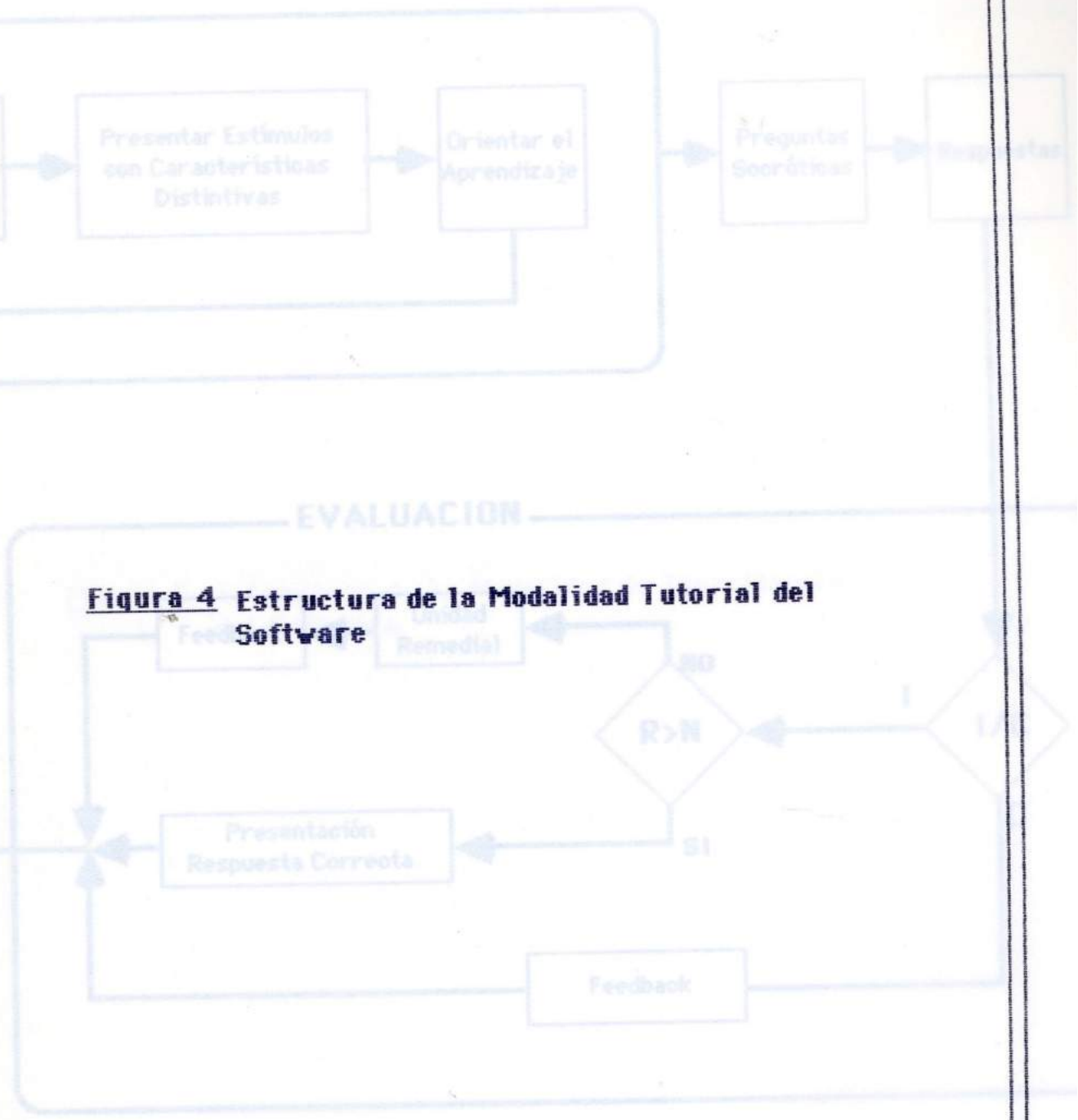


**Figura 3 Estructura de la Presentación del Software**



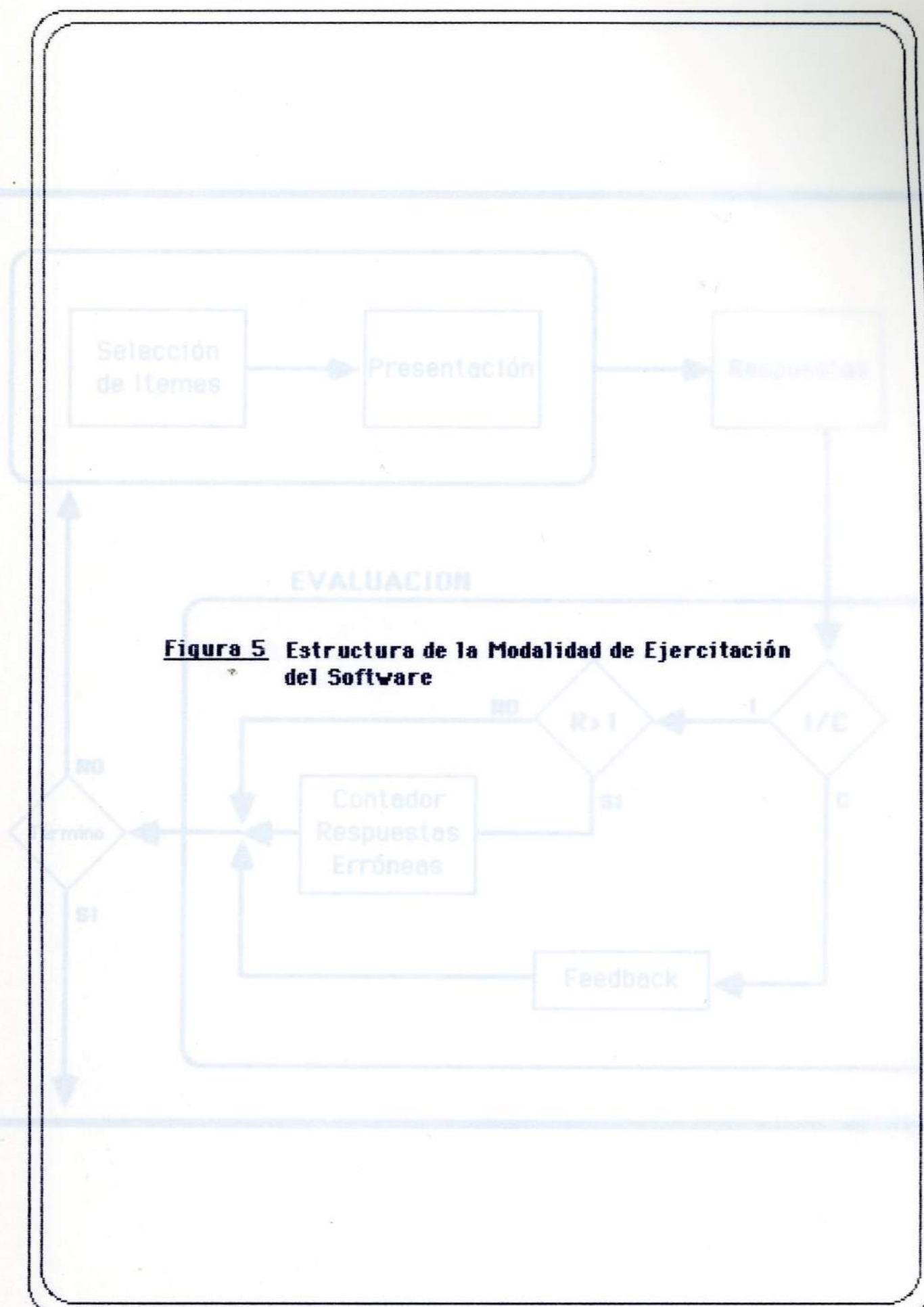


**Figura 4 Estructura de la Modalidad Tutorial del Software**

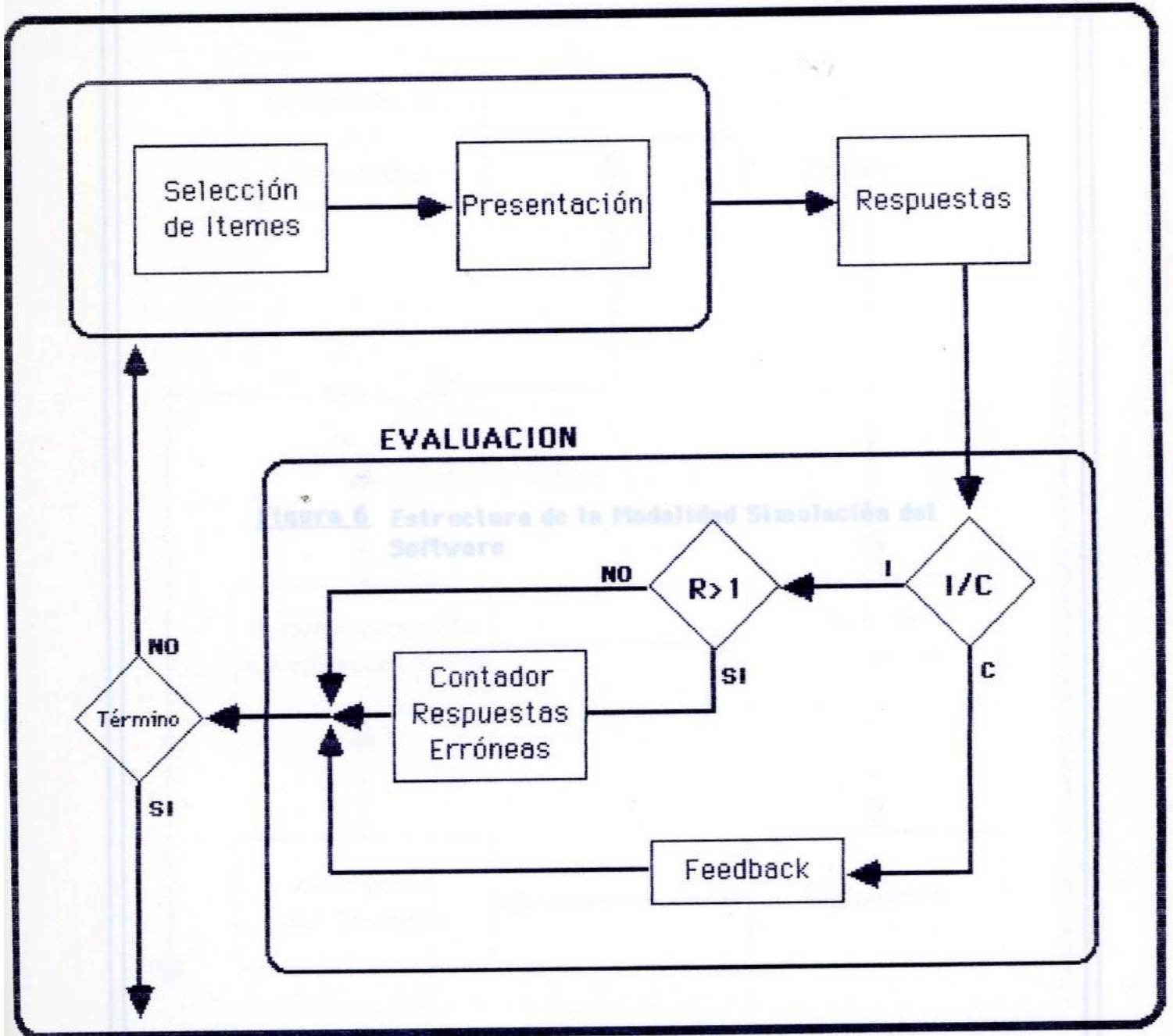








**Figura 5** Estructura de la Modalidad de Ejercitación del Software







**Figura 6 Estructura de la Modalidad Simulación del Software**



