

J. ZAMBRANO *

RESUMEN

El siguiente trabajo presenta los elementos a ser considerados en la realización de diálogos (interactivos) para la enseñanza de la programación, siguiendo como metodología la realización de maquetas experimentales que verifiquen las hipótesis de trabajo provenientes de una especificación pedagógica. Estas maquetas están concebidas como un recurso suplementario en una iniciación a la programación y ellas responden a varios objetivos: validar un enfoque de la enseñanza de la algorítmica e integrar la herramienta en este enfoque, validar una manera de trabajo informática de concepción y de producción de programas didácticos,

ABSTRACT

Key elements to be considered during performance of C.A.I. dialogues are discussed in this paper. The methodology herein followed rests upon the building up of experimental models in order to verify set of hypotheses attached to particular work issues of a pedagogic nature.

Such a progressive family of experimental models is conceived as a complementary aid in programming learning and several objectives are aimed to, mainly to asses:

- a teaching programming approach incorporating the tool we present here
- a computational practice for the Computer Assisted Software production.

* Licenciado en Computación (Vls. 1975)
Doctor en Informática (FRA, 1984).
Universidad Central de Venezuela, U.C.V.
Facultad de Ciencias, Escuela de Computación,
Apartado 47002, Caracas 1041-A, Venezuela.
Tlf. (02) 6627233

1. INTRODUCCION

Abordamos en este trabajo algunos aspectos de la enseñanza de la programación que sigue los principios que han sido acordados por la comunidad informática actual. Una enseñanza tal debe considerar tanto los métodos propios a la construcción como las técnicas que permiten la descripción de programas, tomando en cuenta las restricciones impuestas por el medio informático utilizado y la calidad que se espera del programa-producto.

Dentro de este contexto se busca ubicar entonces a la programación como una actividad que abarque las etapas siguientes: elaboración de un cuaderno de notas (conocimiento del problema), análisis del problema que conduzca a una especificación en términos informáticos, construcción de un programa, pruebas, redacción de documentos, integración en el sitio de utilización, explotación y mantenimiento.

Podemos resumir acá, algunos elementos fundamentales sobre la actividad de la programación que deben aclarar la concepción de su enseñanza:

- a) La actividad de la programación reposa en una clara distinción entre el análisis, la construcción propiamente dicha y la verificación progresiva de la corrección.
- b) El programa-producto, es decir el resultado del trabajo del programador, debe ser apreciado en términos de diversos factores: fiabilidad, seguridad, robustez, adaptabilidad, y mantenimiento. Además el programa producto debe consistir no solamente de un texto final redactado en un lenguaje de programación sino también de diversos documentos necesarios para su explotación y su mantenimiento: documento de análisis, documento técnico y documento para el usuario.

Esta visión sobre la actividad de la programación, nos permite analizar algunos problemas específicos a la enseñanza de la programación y justificar entonces la búsqueda de soluciones que integre al computador para ayudar a esta enseñanza.

Estos problemas específicos pueden ser resumidos al considerar de manera general los aspectos siguientes: el público a quien va dirigida la enseñanza (diferentes edades, diferentes profesiones o actividades, carencia en general de una cultura informática, problemas de masa estudiantil...), la importancia del trabajo conceptual en la actividad de programación que se opone constantemente a los aspectos técnicos de la disciplina y a las relaciones psicológicas particulares del público desde el punto de vista de las máquinas - (aspectos lúcidos, comportamientos artesanales,...). Se debe en este sentido recordar algunos mecanismos intelectuales que condiciona la facilidad con la cual el estudiante podrá asimilar el fundamento de la programación: capacidad de abstracción, capacidad de analogía y aptitud al razonamiento formal.

La importancia de esos mecanismos intelectuales aparece desde el comienzo del aprendizaje de la programación: se deben introducir simultáneamente las nociones de proceso, algoritmo, y análisis descendente, así como las notaciones para expresarlas.

Sobre la base de estas observaciones que acabamos de hacer sobre la programación y los pro

blemas impuestos para su enseñanza, hemos podido discernir donde se podría realizar un aporte de la enseñanza asistida por computador en una enseñanza tal. La existencia de un cierto consenso sobre la enseñanza de la algorítmica permite vislumbrar la concepción de programas didácticos en el tema.

Enseñanza asistida por computador -E.A.C.-

Queremos situar nuestro trabajo sobre la base de un análisis de los problemas que se imponen actualmente en E.A.C.

En un principio la E.A.C. estaba considerada como una solución a problemas pedagógicos propios de una minoría, por lo que se aceptaba (por razones políticas o sociales) cos-tos relativamente importantes: retardos escolares de grupos socioculturales particulares, formas de enseñanza destinadas a minusválidos, etc.. Esta problemática ha sido totalmente transformada con la llegada de la microinformática, la telemática y la informática individual (PeF-82).

La E.A.C. se ha convertido ahora en un fenómeno de masa sometido al impacto de los me-dios, en una sociedad donde la informática por una parte y los problemas de la educación por otra, ocupan un lugar predominante.

Lo que caracteriza a la E.A.C. en el sistema educativo, es un esfuerzo centralizado de equipamiento de los establecimientos, de formación de los docentes, de desarrollo de herramientas y de normalización de esas herramientas. El objetivo de esta informatización es, a corto plazo, hacer efectiva la integración de la informática en la pedagogía apoyándose en una participación activa de los docentes.

Aunque los objetivos y enfoques de la E.A.C. son muy variados, se destaca una orientación tendiente a transformar los sistemas educativos actuales sobre la base de un principio de educación individualizada gracias al computador (Pap-83); esto ha dado origen a diversas tendencias en la forma de trabajar en E.A.C.:

- lenguajes especializados (lenguajes-autores)
- el enfoque del "niño programador" (Pap-80), (Pap-83)
- productos terminados por casas editoras o sociedades de servicio especializadas
- una práctica general que integre los diversos aspectos de la concepción, de la producción, de la explotación y de la evaluación de programas didácticos.

Presentamos en este trabajo los elementos básicos (pedagógicos e informáticos) que deben ser tomados en cuenta para la realización de maquetas de trabajo que avalen ciertas hipótesis sobre la enseñanza de un sujeto y proponemos su realización de manera sistemática que permitan por una parte la verificación de las hipótesis y por la otra la integración de funciones pedagógicas provenientes del análisis pedagógico realizado que incrementen las soluciones informáticas utilizadas en un contexto de E.A.C.

La metodología consiste entonces, en una clara separación de las fases de análisis pedagógico y de realización informática. Esta separación permite no solo la realización de un

análisis pedagógico más claro y sistemático sino además de discernir sobre las eventuales funciones pedagógicas que deben integrarse al contexto de E.A.C. Por otra parte se busca la definición de hipótesis de trabajo para la realización de nuevas maquetas y la integración de los resultados provenientes de la realización de esas maquetas para la producción de programas didácticos completos.

2. ESPECIFICACION PEDAGOGICA DE LA MAQUETA

La maqueta realizada es un apoyo a la acción tanto del alumno como del docente. Este apoyo debe permitir al alumno entre otras cosas; adquirir los conocimientos de forma individual, trabajar el tiempo que desee para disipar las dudas potenciales del curso correspondiente, concentrarse en un sujeto; en cuanto al docente, ella debe permitirle presentar aquello que es difícil a mostrar en un curso tradicional.

La elaboración de la maqueta se apoya en la escogencia de los elementos siguientes:

- Los sujetos tratados en el programa didáctico
- Los momentos pedagógicos del aprendizaje de estos sujetos
- Los enfoques pedagógicos utilizados para enseñar esos sujetos.

2.1 Sujetos abordados en la maqueta

La maqueta presentada ha sido concebida como apoyo a una iniciación a la programación, donde el estudiante deberá completar, al utilizar los programas didácticos, todo cuanto es desarrollado en clases por el docente. Para nuestra primera experiencia hemos seleccionado dos temas por considerarlos particularmente bien adaptados a una experiencia de E.A.C.: la noción de algoritmo y la noción de análisis descendente.

Consideraremos un documento de análisis como la descripción de un algoritmo cuyos componentes deben mostrar los diferentes niveles de abstracción del proceso seguido para obtener el programa correspondiente.

2.2 Modelos de algoritmos que sirven de soporte a la exposición de los sujetos escogidos.

Los algoritmos propuestos en la maqueta ilustran esencialmente la composición condicional y la composición iterativa para los dos tipos de ejercicios presentados.

Dos métodos de análisis se proponen a los estudiantes para las composiciones precedentes, que tienden a resolver la dificultad de comprensión de los sujetos: el análisis por casos y el tratamiento secuencial.

El análisis por casos: La ejecución de acciones en un proceso depende a menudo del valor de ciertas variables que determinan el estado corriente del proceso.

El análisis por caso ayuda a construir una solución analizando cada uno de los casos posibles determinados por el problema a resolver, y asociando a cada caso una acción que exprese la solución. Esta herramienta de análisis, impone un rigor sistemático que obliga a: precisar la lista de casos posibles y expresarlos; precisar las acciones que resuelven el problema y establecer una exclusión mutua entre los casos definidos.

El análisis por caso define entonces una partición del dominio de los datos donde se ha-

cen corresponder los casos y las acciones a fin de resolver el problema. Para el análisis por casos, nos apoyamos en las composiciones selectivas y condicionales (IPS-83) que hace precisar el conjunto de casos posibles y las acciones correspondientes.

El tratamiento secuencial: Este método (Sch-79), (IPS-83) utiliza un modelo abstracto de "máquina secuencial" que permite describir los esquemas de tratamiento secuencial haciendo abstracción de la representación de la secuencia dada.

El tratamiento secuencial de la información hace intervenir una máquina secuencial de acceso y una máquina secuencial de tratamiento.

El modelo nos permite hacer la manipulación de los algoritmos de la manera más simple para ilustrar las ideas más importantes de los sujetos en cuestión.

Una máquina de acceso secuencial permite acceder secuencialmente los elementos de una secuencia que se encuentra en una cinta.

La máquina vista desde el exterior presenta:

- una ventana llamada "CARACTER CORRIENTE" (CC)
- dos botones llamados "ARRANCAR" y "AVANZAR" (ARR y AV)

El estado de la máquina está compuesto por:

- un indicador de secuencia vacía
- un elemento corriente
- un indicador de fin de secuencia

El repertorio de primitivas de la máquina de acceso (PeS-82), (IPS-83) está compuesto por las acciones de modificaciones y consulta siguientes:

Modificación

- ARRANCAR (ARR) : Da acceso al primer elemento de la secuencia
Este primer elemento es accesible por la ventana.
- AVANZAR (AV) : Da acceso al próximo elemento de la secuencia,
Este elemento es accesible por la ventana.

Consulta

- ELEMENTO CORRIENTE (EC) : Da acceso al elemento presente en la ventana,
- FIN DE SECUENCIA (FDS) : Indica si se alcanzó el fin de la secuencia,
- SECUENCIA VACÍA (S_VACIA) : Indica si la secuencia está vacía

El repertorio de la máquina de tratamiento está compuesto de las acciones siguientes;

- VISITAR : Es la acción elemental aplicada a todos los elementos de la secuencia
- INICIALIZACION DE LAS VISITAS (INIC_V) : Acción aplicada como prólogo del tratamiento secuencial.
- TRATAMIENTO SECUENCIA VACIA (T_VACIO) : Tratamiento para el caso en que la secuencia es vacía.

Un caso particular es la máquina contador (Zam-84) que representa un contador cuyo valor se muestra en la ventana.

La combinación de los repertorios de esas máquinas, según las características de la secuencia de información tratada, nos ha permitido definir un conjunto de esquemas (Moi-81), (PeS-82), (Zam-81). Estos esquemas se apoyan en las dos formas de composiciones iterativas (repetir y mientras).

A continuación se muestra el esquema utilizado en la maqueta, que permite el recorrido de una secuencia provista de una marca que caracteriza el fin de la misma. Una fila es válida si no lleva más que la marca.

* Esquema de tratamiento secuencial

```

ARR
selección
  FDS : T_VACIO
  FDS : INIC_V
    repetir
      VISITAR (EC)
    AV
    hasta FDS
    TERM-V
fselección

```

Todos los esquemas están expresados con la ayuda de la notación algorítmica MEFIA (Mor-79), (Sch-79).

La selección es la herramienta algorítmica de la notación para expresar el análisis por caso.

3. LOS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Nos hemos apoyado de manera clásica, en tres momentos pedagógicos, que corresponden a objetivos diferentes pero que su puesta en práctica hace intervenir medios comunes. Esos momentos son: la sensibilización, la presentación y la consolidación.

En la progresión pedagógica, cada momento está dedicado a un aspecto diferente y presentan también distintos niveles de dificultades.

3.1 Sensibilización al contexto de trabajo.

En este momento pedagógico, se introduce la categoría de problemas con los cuales se desea trabajar con el estudiante. Nos esforzamos en apoyarnos en los conocimientos del alumno y buscamos a través de la sensibilización, crear un interés por el tema llamando siempre la atención del aprendiz sobre las ideas de base que él debe dominar.

Para cada uno de los sujetos que han sido seleccionados, la sensibilización está asegurada a dos niveles. Se distinguen las actividades que se hacen en clases con el docente y aquellas que son el objeto de la E.A.C.

La sensibilización de la noción de algoritmo, por ejemplo consiste en hacer participar al estudiante en la elaboración de una sucesión de acciones que describan un proceso, conocido o deducido por él, a partir del enunciado de un problema (un juego, por ejemplo).

Se confronta al estudiante con situaciones que requieren de él una reacción en función de las nociones sobre las que se trabaja.

Los objetivos de la sensibilización están en relación con:

- La noción de acción: como interpretar un problema en términos de una sucesión de acciones. Cuál es la especificación de cada acción. (Toda acción debe ser realizada a priori).
- La notación algorítmica: Como expresar cada acción que describe el proceso de manera precisa y clara y como describir los objetos manipulados por cada acción.
- La noción de ejecución: Cual es el efecto producido por cada acción y por el conjunto completo de acciones.

En nuestra maqueta, nos beneficiamos de la sensibilización hecha en clases y utilizamos la E.A.C. para poner al estudiante en relación, de manera más concreta, con la categoría de problemas. El estudiante gracias a un sitio de trabajo que se le ofrece, puede manipular un conjunto de teclas-funciones, que representan las acciones que se desea hacerle comprender al mismo tiempo que él puede observar el efecto producido por cada acción así como el orden de ejecución correspondiente.

La sensibilización al análisis descendente tiene por finalidad poner al estudiante en relación con la concretización de un (o varios) nivel(es) de abstracción presente(s) en un algoritmo. Esta concretización mostrará, en particular, el pasaje de un nivel corriente a un nivel más bajo y también la descripción de las acciones que traducen ese cambio.

Se busca a inducir en el estudiante esta forma de trabajo para los diferentes niveles de abstracción de un algoritmo.

Los objetivos de la sensibilización están relacionados con:

- La descripción de un nivel de abstracción. (Pasaje de "qué hacer" a "cómo hacer").
- La aplicación de la misma gestión a todos los niveles,
- La integración de las composiciones algorítmicas en la expresión de un nivel del análisis.

Se confronta al estudiante con los diferentes niveles que surgen de un análisis que lleve a una solución. Estos niveles están representados, en la maqueta, por visualizaciones con la ayuda de encuadramientos en el algoritmo correspondiente afichado en una parte de la pantalla y la descripción del conjunto de acciones que traducen el cuadro en otra parte de la pantalla.

3.2 Presentación de conocimientos

Se presentan al estudiante los elementos fundamentales del sujeto abordado y sus relacio

nes. En nuestro contexto se presentan al alumno, modelos informáticos para resolver los problemas en los que ha sido sensibilizado.

Para la noción de algoritmo: la notación algorítmica utilizada; el análisis que establece la relación entre el enunciado y el algoritmo; la ejecución del algoritmo que establece la relación entre el algoritmo y la máquina.

Para el análisis descendente: el estudio de la estructura del algoritmo; el estudio de los componentes del algoritmo, en diversos niveles de abstracción.

El medio ambiente de E.A.C. es útil porque permite al estudiante poner en evidencia, a través de sus actividades, las relaciones existentes entre el algoritmo propiamente dicho del problema que se quiere resolver y la ejecución del proceso relacionado. El estudiante tiene mucha dificultad para comprender la relación existente entre un algoritmo (representación estática) y su ejecución (proceso dinámico). Otra dificultad se presenta para el estudiante con la noción de estado y sus cambios (un algoritmo cambia el valor de las variables). Aunque se entiende como un algoritmo manipula datos particulares para producir un resultado, la comprensión de lo que pasa cuando se generaliza a los otros datos no siempre es evidente para el estudiante.

En cuanto al análisis descendente se intenta visualizar la estructura de un algoritmo. Se quiere mostrar al estudiante que la estructura de un algoritmo puede ser considerada bajo dos ángulos complementarios: entender como se construyó el algoritmo y entender como el algoritmo será ejecutado.

En resumen, la presentación de un algoritmo tiende a desarrollar en el estudiante las aptitudes siguientes:

- Capacidad de reconocer los componentes de un algoritmo dado,
- Capacidad de reconocer las relaciones entre esos componentes, (Nivel de abstracción, enlace entre estructura del programa y estructura de datos),

3.3 Consolidación de los conocimientos

Se busca en este momento pedagógico:

- Fijar los conocimientos presentados
- Fijar las relaciones con otros conocimientos adquiridos
- Ofrecer un contexto de experimentación para evaluar los conocimientos adquiridos,

Se distinguen dos objetivos precisos: de una parte consolidar los conocimientos que se presentaron al estudiante y por otra parte verificar si éste las ha entendido.

4. LOS ENFOQUES PEDAGÓGICOS

Los enfoques pedagógicos permiten abordar los sujetos de manera particular (APS-81). Para enseñar los diversos sujetos hemos trabajado sobre la base de dos enfoques pedagógicos: la simulación y la lectura de un documento de análisis.

Es importante integrar al estudiante en su propio proceso de aprendizaje. Es a través de

la participación activa del alumno que se tiene más posibilidad de lograr esta integración.

En la maqueta hacemos participar al alumno activamente a través de los diferentes enfoques utilizados a los que hemos hecho corresponder herramientas de E.A.C. particulares.

Para la simulación disponemos de la máquina caracteres y la máquina contador, mientras que para la lectura disponemos de un mecanismo que nos permite tener acceso a los diferentes niveles de un algoritmo. Cada nivel muestra los componentes según un modo de lectura previamente definido.

La lectura de un documento de análisis por el alumno consiste por una parte a recorrer su estructura y por la otra a decifrar cada componente de esta estructura. Ella permite también percibir las relaciones existentes entre los diferentes componentes de un algo - ritmo, así como los diferentes niveles de abstracción que están presentes, según los objetivos del docente. Esto implica diferentes manera de leer un documento. Distinguimos tres tipos de lectura, según se quiere trabajar en la construcción de un algoritmo, la identificación de los componentes en el algoritmo o la semántica de éste.

En cuanto a la simulación, este enfoque pone a la disposición del alumno ciertas herramientas que podrá utilizar y que le permitirán obtener su propia enseñanza.

Estas herramientas corresponden a modelos simulados en el computador que están directamente en relación con una categoría particular de problemas. Así, por ejemplo, un modelo simulado de una balanza permitirá al estudiante, deducir de su propia actividad la acción a seguir para los problemas que pongan en evidencia las relaciones de orden.

Este enfoque está particularmente adaptado al momento pedagógico de sensibilización. Ella es completamente compatible con una pedagogía activa. En nuestro contexto, la simulación permite responder a las necesidades de los estudiantes, de concretizar los procesos dinámicos implicados por un algoritmo, controlando al mismo tiempo su actividad con la ayuda de modelos de máquinas coherentes con el problema metodológico que caracteriza la iniciación a la programación.

5. LAS SOLUCIONES E.A.C.

Visto los sujetos a tratar, la caracterización de los momentos pedagógicos y los enfoques pedagógicos para abordar esos sujetos, resta abordar el aspecto como utilizar esos elementos en la construcción de una solución E.A.C.. La elaboración de esta solución depende de la escogencia de una estrategia pedagógica y de los diferentes medios E.A.C. disponibles.

La estrategia para la definición de una solución E.A.C. se basa en: la presencia del enseñante; la progresión en la enseñanza, caracterizada por los tres momentos pedagógicos; la libertad dada al alumno y los enfoques pedagógicos que particularizan el aporte de la E.A.C.

La escogencia de los diferentes medios E.A.C. disponibles se apoya, por su parte, en un

conjunto de funciones pedagógicas que aparecen en curso del análisis pedagógico. Este permite traducir esas funciones en términos de funciones disponibles en el puesto de trabajo del alumno.

Entre los medios escogidos encontramos:

- Una organización particular de la pantalla para cada actividad.
- El encuadramiento, los atributos de aspecto y la animación que permiten; la designación de elementos, la puesta en relación de componentes y la gestión de diálogos.
- El sonido: refuerzo de fases importantes del diálogo.
- La definición de teclas-funciones; base para la actividad del alumno.

6. CONCLUSIONES

Aún cuando no describimos las soluciones E.A.C. específicas que hemos implementado en la maqueta, es importante destacar los elementos básicos de una manera de trabajar sistemática para la realización de programas didácticos a partir de un análisis pedagógico previo.

La especificación informática de las lecciones a realizar con un programa didáctico se apoya en una tipología precisa de las diversas funciones informáticas necesarias. Estas se deducen de las funciones pedagógicas provenientes del análisis, teniendo en cuenta el medio ambiente disponible.

Una producción que considere los elementos que hemos descrito deberá estar basada en una neta distinción entre el análisis pedagógico y la realización informática y además en el reconocimiento explícito de las competencias propias a los diferentes participantes de un proceso E.A.C. (aspecto pedagógico, aspecto informático).

El análisis pedagógico comprende el análisis del contenido, la definición de los momentos pedagógicos y la escogencia de los enfoques pedagógicos. Este análisis se funda, por una parte, en las experiencias pedagógicas y por la otra en una estrategia precisa de integración de la E.A.C. en el proceso de aprendizaje.

7. BIBLIOGRAFIA

- (APS-81) ABRY, D; PAINVIN, S SCHOLL, M.
Un didacticiel pour l'enseignement du français langue étrangère.
Rapport de spécification pédagogique
IMPG - IMAG - ULLG - CUEF, Francia 1981
- (BeF-82) BESTOUGEFF, H FARGETTE, J.P.
Enseignement et Ordinateur
Cedric 1982
- (IPS-83) LUCAS, M. PEYRIN, J.P. SCHOLL, P.C.
Algorithmes et représentation des données;
Files, Automates d'états finis
Masson 1983
- (Moi-84) MOITA MONTE H.
Thèse de docteur ingénieur
USMG INPG (en préparation) 1984

- (Mor-79) MORAT, P.
Construction méthodique de programmes: MEFTA,
Etude de quelques primitives de controle
Rapport D.E.A. - INPG - Grenoble - 1979
- (Pap-80) PAPERT, S.
Computer and learning
The Computer Age MIT. Press - 1980
- (Pap-83) -
Mindstorms: Children, Computer and Powerful ideas
Havester Press, Brighton - 1983
- (PeS-82) PEYRIN, J.P. SCHOLL, P.C.
Méthodes de Programmation
USMG - Institut de Programmation - 1982
- (Sch-79) SCHOLL, P.C.
Vers une programmation systematique: Etude de quelques
méthodes, techniques et outils.
Thèse d'état - Grenoble - 1979.
- (Zam-81) ZAMBRANO, J.
Sur un système expérimental de construction de
programmes.
Rapport D.E.A.
USMG - INPG 1981
- (Zam-84)
E.A.O. et Enseignement de la programmation; Une maquette
de didacticiel, Thèse de docteur: 3eme Cycle
INPG - USMG Grenoble, Francia 1984