

# Tutor de Lógica Proposicional

Neus Budesca, Antonio Moreno

Departament d'Enginyeria Informàtica i Matemàtiques  
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria, Universitat Rovira i Virgili

Carretera de Salou, s/n. 43006-Tarragona

e-mails: [nbh.ei@alumne.etse.urv.es](mailto:nbh.ei@alumne.etse.urv.es), [amoreno@etse.urv.es](mailto:amoreno@etse.urv.es)

## 1. Introducción

En este documento se describe el funcionamiento del programa *Tutorial de Lógica Matemática – Cálculo Proposicional (MLT-PC)*. Este programa fue desarrollado por Neus Budesca, una estudiante de la Universidad Rovira i Virgili de Tarragona, como proyecto de final de carrera de la Ingeniería Técnica en Informática de Gestión, en septiembre de 1999.

El objetivo principal de MLT-PC es proporcionar a los estudiantes de la asignatura *Introducción a la Lógica (ILO)* una herramienta útil para aprender la teoría y las herramientas básicas de la Lógica Proposicional. Permite al usuario realizar ejercicios de Deducción natural, Álgebra de Boole y Resolución; además, el estudiante también puede consultar la teoría de la asignatura. El sistema guarda información sobre la actividad de todos sus usuarios, y así puede proporcionar estadísticas completas sobre la actividad de los estudiantes en todas las sesiones de trabajo. Este programa ha sido ya utilizado en los cursos 99-00 y 00-01 en la URV, y ha sido de gran ayuda a los alumnos de ILO para el estudio del Cálculo Proposicional.

## 2. MLT-PC

El sistema ha sido desarrollado en Visual Basic 5.0, y puede ser ejecutado en cualquier PC. El programa se puede obtener en la página web de la asignatura, que tiene la siguiente dirección: <http://www.etse.urv.es/recerca/banzai/toni/ILO>.

En la actual versión todos los mensajes son mostrados en catalán, aunque sería fácil en versiones posteriores del producto tener una interfície en otros idiomas.

## 3. Características

El sistema MLT-PC tiene las siguientes características:

- **Teoría:** El programa dispone de la teoría explicada durante el curso del Cálculo de Proposiciones. El estudiante puede consultar la teoría secuencialmente o seleccionando un tema específico con un índice (ver figura 1). Los temas principales son Formalización, Deducción natural, Álgebra de Boole y Resolución.

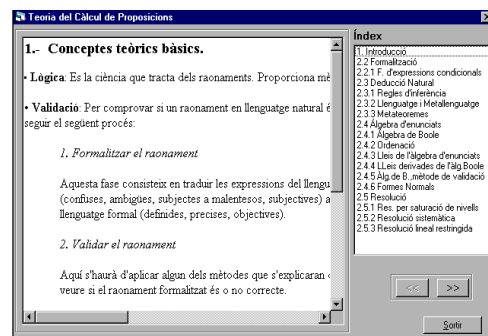


Figura 1: Pantalla de Teoría

- **Ejercicios:** El programa incluye ejercicios relacionados con todos los métodos tratados durante el curso: Deducción natural, Álgebra de Boole y diferentes tipos de Resolución. Hay también otros ejercicios como la formalización de expresiones en lenguaje natural y la transformación de fórmulas a sus Formas Normales Conjuntivas y Disyuntivas.

El estudiante siempre dispone de la posibilidad de consultar las respuestas correctas a dichos ejercicios. Hay dos opciones para seleccionar un ejercicio:

a) El estudiante puede ojear una lista de ejercicios sugeridos, y seleccionar cualquiera de ellos.

b) El estudiante puede seleccionar un ejercicio arbitrario, indicando el número que identifica el ejercicio (por ejemplo, puede simplemente seleccionar el ejercicio número 25 del capítulo dedicado a Deducción Natural, sin haber mirado las premisas y la conclusión de ese ejercicio anteriormente).

- Estadísticas: El usuario al entrar en el sistema tiene que identificarse con un código. MLT-PC contiene una pequeña base de datos en Access 97 con la información sobre cada usuario.

Las Estadísticas están divididas en tres categorías de ejercicios: los ejercicios que el estudiante no ha intentado todavía hacer, los que ha resuelto con éxito y los que ha intentado hacer sin éxito (ver figura 2).

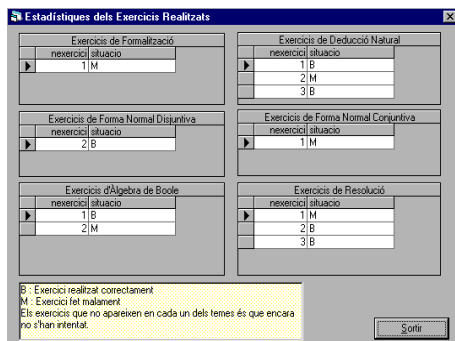


Figura 2: Estadísticas

El estudiante puede realizar un ejercicio varias veces; sin embargo, el programa avisa que el ejercicio ha sido resuelto anteriormente. También puede intentar realizar otra vez un ejercicio que previamente había hecho mal. El estudiante puede consultar estadísticas sobre su evolución en cualquier momento (ver figura 3).

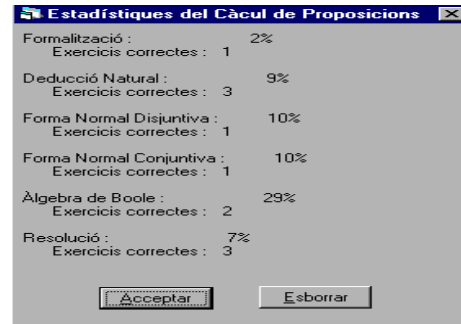


Figura 3: Estadísticas

- Ayuda: Como todo buen Tutorial tiene su Help, para que el estudiante cuando se encuentre en dificultades pueda consultar la ayuda del programa en cualquier punto (pulsando F1). El sistema proporciona indicaciones sobre cómo usar el programa en su localización actual (p.e. si el estudiante está haciendo una prueba de Deducción Natural, el programa proporciona ayuda indicando qué opciones tiene el estudiante, por ejemplo cómo puede hacer una demostración condicional o una prueba por casos).

#### 4. Formalización

Al estudiante se le muestran algunas expresiones en lenguaje natural y una lista de átomos a utilizar; el usuario tiene que proporcionar una formalización en el Cálculo Proposicional (ver figura 4). En esta versión, la respuesta dada por el estudiante ha de coincidir con la solución esperada por el sistema.

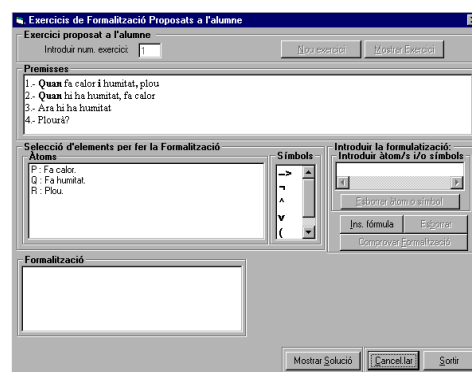


Figura 4: Formalización.

### 5. Deducción natural

Para realizar ejercicios de este tipo al estudiante se le dan un conjunto de premisas y una conclusión, y él tiene que construir una demostración en Deducción Natural usando las reglas estándar de introducción y eliminación de cada una de las cuatro conectivas lógicas básicas (negación, conjunción, disyunción y condicional).

Las sentencias iniciales o hipótesis son dadas por el programa. El estudiante coloca una nueva fórmula (obtenida al aplicar alguna de las reglas que se indican en la pantalla de Deducción Natural), indicando qué regla ha aplicado. El sistema comprueba que la fórmula indicada es correcta tras la aplicación de la regla, dando mensajes de error apropiados si el estudiante se ha equivocado. El sistema permite la posibilidad de abrir subdemostraciones (como máximo 10), y así el estudiante puede realizar demostraciones condicionales (para introducir el operador condicional), reducciones al absurdo (para introducir el operador de la negación) o pruebas por casos (para eliminar el operador de la disyunción). En la figura 5 se muestra la pantalla en la que se realizan las demostraciones en Deducción Natural.

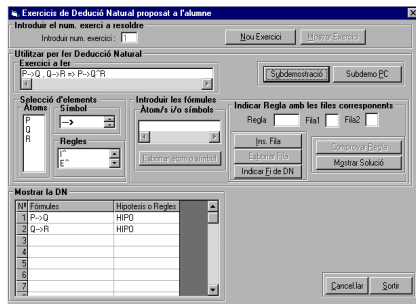


Figura 5: Deducción Natural.

### 6. Formas normales

En este apartado al estudiante se le propone una fórmula inicial y la propiedad que debe utilizar para convertir dicha fórmula en su Forma Normal Conjuntiva (CNF) o Forma Normal Disyuntiva (DNF).

A cada paso que realiza el estudiante, el programa comprueba si es correcta la aplicación de la propiedad que se le ha indicado. El sistema

considera propiedades tales como Idempotencia, Conmutatividad, Asociatividad, Distributiva, Involución, Leyes de De Morgan, etc. En la figura 6 se ve un ejemplo de los pasos a seguir para obtener la forma normal disyuntiva de una fórmula.

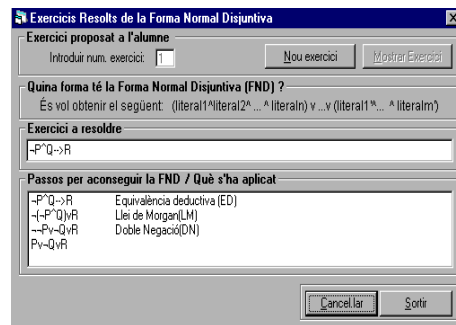


Figura 6: Formas Normales

### 7. Álgebra de Boole

El usuario también puede realizar pruebas basadas en el Álgebra de Boole. Se pueden usar dos métodos para demostrar que B es una consecuencia lógica de A: el *método positivo* (mostrando que la disyunción de B y la negación de A es una tautología) o el *método negativo* (mostrando que la conjunción de A y la negación de B es una contradicción). El funcionamiento de estos ejercicios es similar al descrito en la sección anterior. A cada paso del ejercicio, al estudiante se le indica qué propiedad del Álgebra de Boole debe utilizar para realizar el ejercicio correctamente (se muestra un ejemplo en la figura 7).

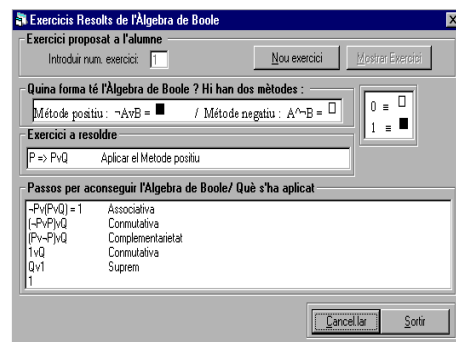


Figura 7: Álgebra de Boole

## 8. Resolución

El estudiante puede realizar demostraciones usando el método de resolución. MLT-PC pregunta al estudiante qué tipo de resolución quiere practicar en cada ejercicio: resolución no lineal (por saturación de niveles, resolución sistemática) o resolución lineal (resolución lineal restringida al literal de la derecha, resolución primaria, resolución unitaria, resolución con conjunto de soporte).

Por ejemplo, un ejercicio puede pedir al alumno que haga una resolución lineal, primaria y no unitaria. El estudiante inicialmente proporciona las cláusulas que resultan de pasar a forma normal conjuntiva las premisas y la negación de la conclusión. Cuando el sistema comprueba que las cláusulas son correctas, permite al estudiante continuar con la demostración por resolución. En cada paso MLT-PC comprueba que la aplicación de la regla de resolución es correcta y que las propiedades requeridas (e.g. usar en cada paso una cláusula unitaria) se cumplen. En la figura 8 se muestra la pantalla donde se hacen los ejercicios de resolución.

programa también mantiene una pequeña base de datos con los resultados estadísticos del trabajo de cada alumno.

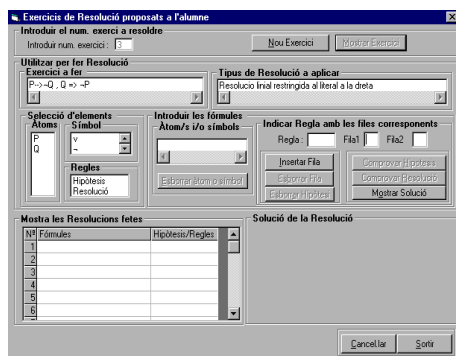


Figura 8: Resolución

## 9. Resumen

El programa que se ha presentado en este artículo pretende ayudar a los alumnos que han de estudiar el tema del Cálculo de Proposiciones. El sistema les permite ver la teoría básica de este tema y realizar ejercicios de los capítulos básicos (formalización, deducción natural, formas normales, álgebra de Boole y resolución). El