# MANUAL DE USUARIO

**Objetivos generales**

Esta aplicación está hecha con el fin de instruir y aplicar de manera más práctica conceptos relacionados con:

1. La lógica proposicional, permitiendo la entrada de fórmulas (átomos y operadores relacionales) mediante un tablero de botones.

2.  Aplicando el método de resolución, se es posible determinar si una fórmula es satisfacible de un conjunto de fórmulas de forma normal conjuntiva.

4. Transformación a FNC

**Funcionamiento**

La aplicación consta de varios menús o apartados de botones con los cuales se

podrá manejar toda la aplicación, en ningún momento se aceptarán entradas o

comandos por el teclado.

***Menú de opciones:***


Esta es la entrada del programa, se podrá seleccionar los átomos y operadores relacionales que se requiera, además verificará que una fórmula sea satisfacible por el método de resolución. En este apartado se encuentran todos los controles necesarios para el ingreso y/o la modificación de fórmulas, no se podrán ingresar por teclado.

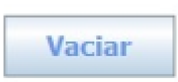
A continuación, se explicará explícitamente cada uno de los comandos


Este apartado es el área de entrada donde ingresamos la fórmula para verificar su satisfacibilidad, no necesariamente debe estar con su transformación a FNC.

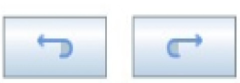

Se tienen 5 opciones de átomos diferentes para ingresar al área de entrada.


Se tiene los operadores relacionales más importantes: la negación como operador unario, primeramente; la disyunción, conjunción, condicional y bicondicional como operadores secundarios; nombrados respectivamente.


Estos comandos que componen el apartado anterior hacen:




Este botón limpia toda la lista de fórmulas.



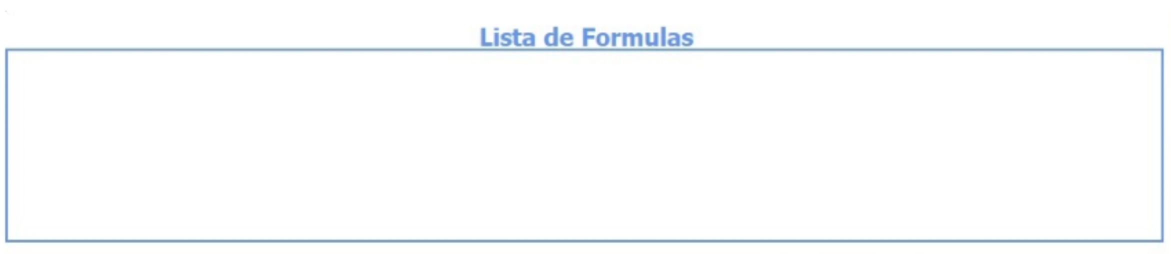
Estos botones regresan o avanzan a los cambios anteriores o posteriores del área de entrada.

Estos botones se mueven entre los paréntesis vacíos disponibles.

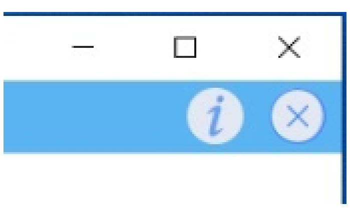

Este botón agrega la formula ingresada en el área de entrada.


Este botón elimina los componentes ingresados por el usuario.


Este botón verificará la satisfacibilidad de la fórmula por el método de resolución.




En el apartado de lista de fórmulas se encontrarán los formulas ingresadas con su respectivo procedimiento y verificación de satisfacibilidad.



En este espacio en el símbolo ***"i"*** de información, desplegará un pdf con toda la información del manual de usuario y el marco teórico del método de resolución con su respectivo ejemplo.

# Resolución proposicional

La resolución proposicional es una herramienta de gran utilidad para evaluar estructuras lógicas. El método de **Resolución** es una regla utilizada sobre cierto tipo de proposiciones lógicas y es especialmente utilizada para los demostradores automatizados de teoremas.

- Propuesta por J. A. Robinson (1965).
- Trabaja sobre cláusulas, no sobre fórmulas.
- Se debe de transformar toda fórmula en lógica proposicional a un conjunto de cláusulas.
- El algoritmo de resolución se puede mecanizar de manera sencilla.

A continuación, se encontrarán los conceptos básicos y la explicación de los métodos para enfrentarnos a la resolución de cláusulas.

**Formas Normales**

- Una fórmula F es una conjunción si es de la forma "$F_1 \wedge F_2 \wedge \ldots \wedge F_n$ ".
- Una fórmula F es una disyunción si es de la forma "$F_1 \vee F_2 \vee \ldots \vee F_n$".
- Una literal es de la forma "*p o* $\neg p$ ".
- Una F está en la Forma Normal Conjuntiva si es una conjunción de la forma
  "$F_1 \wedge F_2 \wedge \ldots \wedge F_n$", y donde cada Fi es una disyunción de literales.
- Una F está en la Forma Normal Disyuntiva si es una disyunción de la forma $F_1 \vee F_2 \vee \ldots \vee F_n$, y donde cada Fi es una conjunción de literales.
- Una cláusula es una disyunción de literales.
- Un cubo es una conjunción de literales.
- Una fórmula está en forma clausal si es un conjunto de cláusulas.
- Se sustituyen las conectivas $\wedge$ por comas y se engloban las disyunciones entre {}.

## Transformaciones

Toda fórmula proposicional puede ser transformada en FNC, de la siguiente manera:

1. Eliminar conectiva $\leftrightarrow$. $A\leftrightarrow B \equiv (A\rightarrow B)\wedge (B\rightarrow A)$
2. Eliminar conectiva $\rightarrow$. $A\rightarrow B \equiv \neg A \vee B$
3. Introducir negaciones hasta que afecten a literales mediante las leyes de Morgan.
   $\neg(A \wedge B) \equiv \neg A \vee \neg B$ $\qquad$ $\neg(A \vee B) \equiv \neg A \wedge \neg B$
4. Eliminar negaciones múltiples. $\neg\neg A \equiv A$
5. Aplicar propiedades distributivas para eliminar las posibles conjunciones (disyunciones) dentro de disyunciones (conjunciones) obteniendo Forma Normal Conjuntiva (Disyuntiva).
   $A \wedge (B \vee C) \equiv (A \wedge B) \vee (A \wedge C)$ $\qquad$ $A \vee (B \wedge C) \equiv (A \vee B) \wedge (A \vee C)$
6. Eliminar conjunciones/disyunciones con un literal y su opuesto.
   $(p\wedge \neg p \wedge X) \vee Y \equiv Y$
   $(p\vee \neg p \vee X) \wedge Y \equiv Y$
7. Eliminar literales repetidos
   $p \wedge p \equiv p$
   $p \vee p \equiv p$
8. Eliminar subsunciones. Una subsunción se produce cuando una conjunción (o disyunción) C está incluida en otra D. En dicho caso se elimina la cláusula D
   $(A \vee B) \wedge A \equiv A$
   $(A \wedge B) \vee A \equiv A$

## Transformación de Formas Normales a Clausal

- La fórmula $(\neg p \vee q) \wedge (\neg p \vee r)$ se transforma al conjunto de cláusulas $\{\neg p \vee q, \neg p \vee r\}$.
- Las transformaciones son simples: una fórmula FNC a forma clausual se transforma sustituyendo los conectivos ∧ por comas, además todas las disyunciones se colocan entre llaves {}.

***Nota:*** Una cláusula sin literales se denomina cláusula vacía.

## Algoritmo de Resolución

Basado en la regla de resolución:

Sea *C1* y *C2* dos cláusulas, *l* una literal contenida en C1 y ¬*l* contenida en C2. La resolvente de C1 y C2 respecto de *l* es:

Resolvente $(C1, C2, l) = (C1 - \{l\}) \cup (C2 - \{\neg l\})$

Si el resolvente de dos cláusulas *C1* y *C2* pertenecientes al conjunto C es la cláusula vacía, entonces C es *insatisfacible*.

*Tener en cuenta: Este método requiere que una formula se encuentre en forma clausal.*

**Ejemplo:**

Sea S = *{p, ¬pvq, ¬r, ¬pv¬qvr}*

***C1= {p}  C2={¬r}  C3={¬p q}  C4={¬p ¬q r}***

1. *{p}  … h*

2. *{*¬r*}  …h*

3. *{*¬p q*}  …h*

4. *{*¬p ¬q r*}…h*

5. { ¬p ¬q} … Res r (C3, C4)

6. {p}  … Res q (C2, C5)

7. { } … Res p (C1, C6)

Conclusión: Sea S un conjunto de fórmulas. Si { } € S, entonces S es insatisfacible.