

# Investigación de operaciones

La **investigación de operaciones** o **investigación operativa** o **investigación operacional** (conocida también como **teoría de la toma de decisiones** o **programación matemática**) (I.O.) es una rama de las matemáticas que consiste en el uso de **modelos matemáticos**, **estadística** y **algoritmos** con objeto de realizar un proceso de **toma de decisiones**. Frecuentemente trata del estudio de **complejos sistemas reales**, con la finalidad de **mejorar** (u **optimizar**) su funcionamiento. La investigación de operaciones permite el **análisis de la toma de decisiones** teniendo en cuenta la **escasez de recursos**, para **determinar cómo se puede optimizar un objetivo definido**, como la **maximización de los beneficios** o la **minimización de costos**.

## 1 Origen militar

Cuando comenzó la **Segunda Guerra Mundial**, había un pequeño grupo de **investigadores militares**, encabezados por **A. P. Rowe**, interesados en el uso militar de una técnica conocida como **radiubicación** (o **radiolocalización**), que desarrollaron **científicos civiles**. Algunos **historiadores** consideran que esta investigación es el punto inicial de la investigación de operaciones. Otros creen que los estudios que tienen las características del trabajo de investigación de operaciones aparecieron posteriormente. Algunos consideran que su comienzo está en el análisis y solución del bloqueo naval de **Siracusa** que **Arquímedes** presentó al tirano de esa ciudad, en el **siglo III A.C.** **F. W. Lanchester**, en **Ingllaterra**, justo antes de la **primera guerra mundial**, desarrolló relaciones matemáticas sobre la potencia balística de las fuerzas opositoras que, si se resolvían tomando en cuenta el tiempo, podían determinar el resultado de un encuentro militar. **Thomas Alva Edison** también realizó estudios de **guerra antisubmarina**. Ni los estudios de **Lanchester** ni los de **Edison** tuvieron un impacto inmediato; junto con los de **Arquímedes**, constituyen viejos ejemplos del empleo de científicos para determinar la **decisión óptima** en las guerras, optimizando los ataques.

No mucho después de que estallara la **Segunda Guerra Mundial**, la **Bawdsey Research Station**, bajo la dirección de **Rowe**, participó en el diseño de **utilización óptima** de un nuevo sistema de **detección y advertencia prematura**, denominado **radar** (**Radio Detection And Ranging** – **Detección y medición de distancias mediante radio**). Poco después este avance sirvió para el análisis de todas las fases de las **operaciones nocturnas**, y el estudio se constituyó en un modelo de los estudios de investigación de

operaciones que siguieron.

En agosto de **1940** se organizó un grupo de **20 investigadores**, bajo la dirección de **P. M. S. Blackett**, de la **Universidad de Mánchester**, para estudiar el uso de un nuevo sistema **antiaéreo controlado por radar**. Se conoció al grupo de investigación como “**el Circo de Blackett**”, nombre que no parece desatinado a la luz de sus antecedentes y orígenes diversos. El grupo estaba formado por **tres fisiólogos**, **dos fisicomatemáticos**, un **astrofísico**, un **oficial del ejército**, un **topógrafo**, un **físico general** y **dos matemáticos**. Generalmente se acepta que la formación de este grupo constituye el inicio de la investigación de operaciones.

**Blackett** y parte de su grupo participaron en **1941** en problemas de **detección de barcos** y de **submarinos** mediante un **radar autotransportado**. Este estudio condujo a que **Blackett** fuera nombrado **director de Investigación de Operación Naval del Almirantazgo Británico**. Posteriormente, la parte restante de su equipo pasó a ser el grupo de **Investigación de Operaciones de la Plana de Investigación y Desarrollo de la Defensa Aérea**, y luego se dividió de nuevo para formar el **Grupo de Investigación de Operaciones del Ejército**. Después de la guerra, los tres servicios tenían grupos de investigación de operaciones.

Como ejemplo de esos primeros estudios está el que planteó la **Comandancia Costera**, que no lograba hundir **submarinos enemigos** con una nueva **bomba antisubmarina**. Las bombas se preparaban para explotar a profundidades de no menos de **30 m**. Después de estudios detallados, un profesor apellidado **Williams** llegó a la conclusión de que la **máxima probabilidad de muerte** ocurriría con ajustes para profundidades de entre **6 y 7 m**. Entonces se prepararon las bombas para **mínima profundidad posible** de **10 m**, y los aumentos en las tasas de muertes, según distintas estimaciones, se incrementaron entre un **400 y un 700%**. De inmediato se inició el desarrollo de un mecanismo de disparo que se pudiera ajustar a la **profundidad óptima** de **6 a 7 m**. Otro problema que consideró el **Almirantazgo** fueron las ventajas de los **convoyes grandes** frente a los **pequeños**. Los resultados fueron a favor de los **convoyes grandes**.

A pocos meses de que **Estados Unidos** entrara en la guerra, en la **fuerza aérea del ejército** y en la **marina** se iniciaron actividades de **investigación de operaciones**. Para el **Día D** (**invasión aliada de Normandía**), en la **fuerza aérea** se habían formado **veintiséis grupos de investigación de operaciones**, cada uno con **aproximadamente diez científicos**. En la **marina** se dio un proceso semejante. En **1942**,

Philip M. Morris, del Instituto Tecnológico de Massachusetts, encabezó un grupo para analizar los datos de ataque marino y aéreo en contra de los submarinos alemanes. Luego se emprendió otro estudio para determinar la mejor política de maniobrabilidad de los barcos en convoyes a fin de evadir aeroplanos enemigos, e incluso los efectos de la exactitud antiaérea. Los resultados del estudio demostraron que los barcos pequeños deberían cambiar su dirección gradualmente.

Al principio, la investigación de operaciones se refería a sistemas existentes de armas y a través del análisis, generalmente matemático, se buscaban las políticas óptimas para la utilización de esos sistemas. Hoy día, la investigación de operaciones todavía realiza esta función dentro de la esfera militar; sin embargo, lo que es mucho más importante, ahora se analizan las necesidades del sistema de operación con modelos matemáticos, y se diseñan uno o más sistemas de operación que ofrezcan la capacidad óptima.

El éxito de la investigación de operaciones en la esfera de lo militar quedó bastante bien documentado hacia finales de la Segunda Guerra Mundial. El general Arnold encargó a Donald Douglas, de la Douglas Aircraft Corporation, en 1946, la dirección de un proyecto Research And Development (RAND – Investigación y Desarrollo) para la Fuerza Aérea. La corporación RAND desempeña hoy día un papel importante en la investigación que se lleva a cabo en la Fuerza Aérea.

A partir del inicio de la investigación de operaciones como disciplina, sus características más comunes son:

- enfoque de sistemas
- modelado matemático
- enfoque de equipo

Estas características prevalecieron a ambos lados del Atlántico, a partir del desarrollo de la investigación de operaciones durante la Segunda Guerra Mundial.

Para maximizar la capacidad militar de entonces, fue necesario un enfoque de sistemas. Ya no era tiempo de tomar decisiones de alto nivel sobre la dirección de una guerra que exigía sistemas complicados frente a la estrategia de guerras anteriores o como si se tratara de un juego de ajedrez.

La computadora digital y el enfoque de sistemas fueron preludios necesarios del procedimiento matemático de los sistemas militares de operaciones. Las matemáticas aplicadas habían demostrado su utilidad en el análisis de sistemas económicos, y el uso de la investigación de operaciones en el análisis de sistemas demostró igualmente su utilidad.

Para que un análisis de un sistema militar de operaciones fuera tecnológicamente factible, era necesario tener una comprensión técnica adecuada, que tomara en cuenta to-

das las subcomponentes del sistema. En consecuencia, el trabajo de equipo resultó ser tan necesario como efectivo.

## 2 Aplicaciones humanas

Charles West Churchman y Russell L. Ackoff, filósofos de la investigación operativa, escribieron numerosos libros sobre la aplicación de sus técnicas en beneficio de la humanidad y de la sociedad fuera del ámbito militar. Russell Ackoff dio en ocasiones asesoramiento al gobierno de México y de la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) sobre métodos para mejorar la economía y la educación del pueblo de México, mismos métodos descritos en sus *Fábulas de Ackoff*.

## 3 Investigación operativa en contexto

La investigación operativa es una moderna disciplina científica que se caracteriza por la aplicación de teoría, métodos y técnicas especiales, para buscar la solución de problemas de administración, organización y control que se producen en los diversos sistemas que existen en la naturaleza y los creados por el ser humano, tales como las organizaciones a las que identifica como sistemas organizados, sistemas físicos, económicos, ecológicos, educacionales, de servicio social, etcétera.

El objetivo más importante de la aplicación de la investigación operativa es apoyar en la “toma óptima de decisiones” en los sistemas y en la planificación de sus actividades.

El enfoque fundamental de la investigación operativa es el enfoque de sistemas, por el cual, a diferencia del enfoque tradicional, se estudia el comportamiento de todo un conjunto de partes o sub-sistemas que interaccionan entre sí, se identifica el problema y se analizan sus repercusiones, y se buscan soluciones integrales que beneficien al sistema como un todo.

Para hallar la solución, la investigación operativa generalmente representa el problema como un modelo matemático, que se analiza y evalúa previamente.

La investigación de operaciones es una ciencia interdisciplinaria.

## 4 Áreas de aplicación

Áreas funcionales, Una muestra de los problemas que la IO ha estudiado y resuelto con éxito en negocios e industria se tiene a continuación:

- Personal: La automatización y la disminución de costos, reclutamiento de personal, clasificación y

asignación a tareas de mejor actuación e incentivos a la producción.

- Mercado y distribución: El desarrollo e introducción de producto, envasado, predicción de la demanda y actividad competidora, localización de bodegas y centros distribuidores.
- Compras y materiales: Las cantidades y fuentes de suministro, costos fijos y variables, sustitución de materiales, reemplazo de equipo, comprar o rentar.
- Manufactura: La planeación y control de la producción, mezclas óptimas de manufactura, ubicación y tamaño de planta, el tráfico de materiales y el control de calidad.
- Finanzas y contabilidad: Los análisis de flujo de efectivo, capital requerido de largo plazo, inversiones alternas, muestreo para la seguridad en auditorías y reclamaciones.
- Planeación: Con los métodos Pert para el control de avance de cualquier proyecto con múltiples actividades, tanto simultáneas como las que deben esperar para ejecutarse.

Algunas personas se verían tentadas a aplicar métodos matemáticos a cuanto problema se presentase, pero es que ¿acaso siempre es necesario llegar al óptimo? Podría ser más caro el modelar y el llegar al óptimo que a la larga no ofrezca un margen de ganancias muy superior al que ya se tiene.

Tómese el siguiente ejemplo:

La empresa EMX aplica I.O. y gasta por el estudio y el desarrollo de la aplicación \$100, pero después de aplicar el modelo observa que la mejora no es muy diferente a la que actualmente tenía.

Puede señalarse, entonces, que la investigación de operaciones sólo se aplicará a los problemas de mayor complejidad, sin olvidar que el simple uso de la I.O. trae un costo que, si se supera el beneficio, no resultará económicamente práctico. Algunos ejemplos prácticos donde resulta útil la aplicación de I.O. son:

- En el dominio combinatorio, muchas veces la enumeración es imposible. Por ejemplo, si hay 200 trabajos por realizar, que toman tiempos distintos y solo cuatro personas que pueden hacerlos, enumerar cada una de las combinaciones podría ser ineficiente (aparte de desanimante). Luego los métodos de secuenciación serán los más apropiados para este tipo de problemas.
- De igual manera, la I.O. es útil cuando en los fenómenos estudiados interviene el azar. La noción de

esperanza matemática y la teoría de procesos estocásticos ofrecen la herramienta necesaria para construir el cuadro en el cual se optimizará la función económica. Dentro de este tipo de fenómenos se encuentran las líneas de espera y los inventarios con demanda probabilística.

- Con mayor motivo, la investigación de operaciones se muestra como un conjunto de instrumentos precioso cuando se presentan situaciones de concurrencia. La teoría de juegos no permite siempre resolverlos formalmente, pero aporta un marco de reflexión que ayude a la toma de decisiones.
- Cuando se observa que los métodos científicos resultan engorrosos para el conjunto de datos, se cuenta con otra opción: simular tanto el comportamiento actual así como las propuestas y ver si hay mejoras sustanciales. Las simulaciones son experiencias artificiales.

Es importante resaltar que la investigación de operaciones no es una colección de fórmulas o algoritmos aplicables sistemáticamente a situaciones determinadas. Si se cae en este error, será muy difícil captar en condiciones reales los problemas que puedan deducirse de los múltiples aspectos de esta disciplina, la cual busca adaptarse a las condiciones variantes y particulares de los diferentes sistemas que puede afrontar, usando una lógica y métodos de solución muy diferentes a problemas similares mas no iguales.

## 5 Modelos de investigación de operaciones

La investigación operacional consiste en la aplicación del método científico, por parte de grupos interdisciplinarios, a problemas de control de sistemas organizativos con la finalidad de encontrar soluciones que atiendan de la mejor manera posible a los objetivos de la organización en su conjunto.

No sustituye a los responsables de la toma de decisiones; pero, dándoles soluciones al problema obtenidas con métodos científicos, les permite tomar decisiones racionales.

Puede ser utilizada en la programación lineal (planificación del problema), en la programación dinámica (planificación de las ventas) y en la teoría de las colas (para controlar problemas de tránsito).

Entre los métodos utilizados por la investigación de operaciones (o ciencia de la administración), los administradores utilizan las matemáticas y las computadoras para tomar decisiones racionales en la resolución de problemas. Aunque estos administradores pueden dar respuesta a algunos problemas con su experiencia, ocurre que en el

complejo mundo real muchos problemas no pueden resolverse con base en la experiencia. Para resolverlos, la investigación de operaciones los agrupa en dos categorías básicas:

- **problemas determinísticos:** son aquellos en que la información necesaria se conoce para obtener una solución con certeza;
- **problemas estocásticos:** son aquellos en los que parte de la información necesaria no se conoce con certeza, lo que sí ocurre en el caso de los determinísticos, sino que más bien se comporta de una manera probabilística.

Un modelo de decisión debe considerarse como un vehículo para resumir un problema de decisión en forma tal que haga posible la identificación y evaluación sistemática de todas las alternativas de decisión del problema. Después se llega a una decisión seleccionando la alternativa que se juzgue sea la mejor entre todas las opciones disponibles. Un modelo es una abstracción selectiva de la realidad.

El modelo se define como una función objetivo y restricciones que se expresan en términos de las variables (alternativas) de decisión del problema.

Una solución a un modelo, no obstante, de ser exacta, no será útil a menos que el modelo mismo ofrezca una representación adecuada de la situación de decisión verdadera. El modelo de decisión debe contener tres elementos:

- Alternativas de decisión, de las cuales se hace una selección.
- Restricciones, para excluir alternativas infactibles.
- Criterios para evaluar y clasificar alternativas factibles.

Tipos de Modelos de Investigación de Operaciones.

- **Modelo Matemático:** Se emplea cuando la función objetivo y las restricciones del modelo se pueden expresar en forma cuantitativa o matemática como funciones de las variables de decisión.
- **Modelo de Simulación:** Los modelos de simulación difieren de los matemáticos en que las relaciones entre la entrada y la salida no se indican en forma explícita. En cambio, un modelo de simulación divide el sistema representado en módulos básicos o elementales que después se enlazan entre sí vía relaciones lógicas bien definidas. Por lo tanto, las operaciones de cálculos pasaran de un módulo a otro hasta que se obtenga un resultado de salida.

Los modelos de simulación cuando se comparan con modelos matemáticos; ofrecen mayor flexibilidad al representar sistemas complejos, pero esta flexibilidad no está libre de inconvenientes. La elaboración de este modelo

suele ser costoso en tiempo y recursos. Por otra parte, los modelos matemáticos óptimos suelen poder manejarse en términos de cálculos.

- **Modelos de Investigación de Operaciones de la ciencia de la administración:** Los científicos de la administración trabajan con modelos cuantitativos de decisiones.

- **Modelos Formales:** Se usan para resolver problemas cuantitativos de decisión en el mundo real. Algunos modelos en la ciencia de la administración son llamados modelos determinísticos. Esto significa que todos los datos relevantes (es decir, los datos que los modelos utilizarán o evaluarán) se dan por conocidos. En los modelos probabilísticos (o estocásticos), alguno de los datos importantes se consideran inciertos, aunque debe especificarse la probabilidad de tales datos.

- **Modelo de Hoja de Cálculo Electrónica:** La hoja de cálculo electrónica facilita hacer y contestar preguntas de “que si” en un problema real. Hasta ese grado la hoja de cálculo electrónica tiene una representación selectiva del problema y desde este punto de vista la hoja de cálculo electrónica es un modelo. En realidad es una herramienta más que un procedimiento de solución.<sup>[1]</sup>

- **Modelo Icónico:** Una representación física de algunos objetos, ya sea en forma idealizada (Bosquejos) o a escala distinta. Ejemplo, planos y mapas (2D)

- **Modelo Analógico:** Puede representar situaciones dinámicas o cíclicas, son más usuales y pueden representar las características y propiedades de acontecimiento que se estudia. Ejemplo, curvas de demanda; curvas de distribución de frecuencia en las estadísticas y diagramas de flujo.

- **Modelo simbólico o matemático:** Son representaciones de la realidad en forma de cifras, símbolos matemáticos y funciones, para representar variables de decisión y relaciones que nos permiten describir y analizar el comportamiento del sistema:

— **Cuantitativos y cualitativos** La mayor parte de los problemas de un negocio u organización comienzan con un análisis y definición de un modelo cualitativo y se avanza gradualmente hasta obtener un modelo cuantitativo, la investigación de operaciones se ocupa de la sistematización de los modelos cualitativos y de su desarrollo hasta el punto en que pueden cuantificarse.

Cuando es posible construir un modelo matemático insertando símbolos para representar relaciones entre constante y variables estamos ante un modelo cuantitativo, una

ecuación es un modelo de este tipo. Las fórmulas, las matrices, los diagramas o series de valores que se obtienen mediante procesos matemáticos.

— Estándares y hechos a la medida Se llaman modelos estándar a los que solo hay que insertar o sustituir diferentes valores con el fin de obtener un valor a una respuesta de un sistema y son aplicables al mismo tipo de problemas en negocios. Ejemplo, el cálculo de costos o gastos, el cálculo de ganancias, etc.

Se llaman modelos hechos a la medida cuando se crean modelos para resolver un caso de problema específico que se ajusta únicamente a este problema.

— Probabilísticas y determinísticas Los modelos que se basan en las probabilidades y estadísticas y que se ocupan de incertidumbres futuras se llaman probabilísticas, y los modelos que no tienen consideraciones probabilísticas se llaman determinísticos; el PERT, los inventarios, la programación lineal, enfocan su atención en aquellas circunstancias que no son críticas y en los que las cantidades son determinadas y exactas.

— Descriptivos y de optimización Cuando un modelo constituye sencillamente una descripción matemática de una condición real del sistema se llama descriptivo. Algunos de estos modelos se emplean para mostrar geográficamente una situación y ayudan al observador a evaluar resultados por secciones una sobre otra. Puede obtenerse una solución, sin embargo, en este modelo solo se intenta describir la situación y no escoger una alternativa.

Cuando con la aplicación del modelo se llega a una solución óptima de acuerdo con los criterios de entrada se trata de un modelo de optimización.

— Estáticos y dinámicos Los modelos estáticos se ocupan de determinar una respuesta para una serie especial de condiciones fijas que probablemente no cambiarán significativamente a corto plazo, es decir, la solución está basada en una condición estática.

Un modelo dinámico por el contrario está sujeto al factor tiempo que desempeña un papel esencial en la secuencia de las decisiones, independientemente de cuáles hayan sido las decisiones anteriores. A la programación dinámica pertenecen estos modelos.

— De simulación y no simulación. Con el uso de la computadora es fácil preparar un modelo simulado paso por paso donde se puede reproducir el funcionamiento de sistemas o problemas de gran escala. Es un modelo de simulación, los datos de entrada pueden ser reales o generados en forma aleatoria.

Los modelos que no se prestan para usar datos empíricos o simulados en forma aleatoria son modelos no simulados como los de optimización o los creados a medida<sup>[2][3]</sup>

## 6 Punto óptimo

Es el punto donde la combinación de los recursos productivos de un proceso proporcionan máximos resultados y beneficios con mínimos recursos o esfuerzos. Por encima del óptimo no hay técnicamente otro punto mejor.

## 7 Objetivos y métodos

El objetivo y finalidad de la investigación operacional es encontrar la solución óptima para un determinado problema (militar, económico, de infraestructura, logístico, etc.)

Está constituida por un acercamiento científico a la solución de problemas complejos, tiene características intrínsecamente multidisciplinarias y utiliza un conjunto diversificado de instrumentos, prevalentemente matemáticos, para la modelización, la optimización y el control de sistemas estructurales en conocimiento a demás cosas.

En el caso particular de problemas de carácter económico, la función objetivo puede ser obtener el máximo rendimiento o el menor costo.

La investigación operacional tiene un rol importante en los problemas de toma de decisiones porque permite tomar las mejores decisiones para alcanzar un determinado objetivo respetando los vínculos externos, no controlables por quien debe tomar la decisión.

## 8 Fases

La elaboración del problema está subdividida en fases obligatorias. Las principales son:

- examen de la situación real y recolección de la información;
- formulación del problema, identificación de las variables controlables y las externas (no controlables) y la elección de la función objetivo, a ser maximizada o minimizada;
- construcción del modelo matemático, destinado a dar una buena representación del problema; debe ser fácil de usar; representar el problema, dando toda la información para poder tomar una decisión lo más idónea posible;
- resolución del modelo (mediante diferentes modalidades);
- análisis y verificación de las soluciones obtenidas: se controla si la función objetivo ofrece las ventajas esperadas; se verifica la representatividad del modelo; y, se efectúan análisis de sensibilidad de la solución obtenida;

- utilización del sistema obtenido para su posterior uso.

## 9 Técnicas de investigación operativa

La resolución de un modelo analítico de I.O. se apoya matemáticamente sobre una o más de las siguientes teorías (entre las más usadas):

- teoría de juegos
- teoría de colas de espera
- teoría de control
- teoría de la decisión
- teoría de los grafos
- programación lineal
- probabilidad y estadística matemática
- programación dinámica
- cadena de Markov

La resolución de un modelo estocástico de I.O. se apoya en uno o más de los siguiente métodos (entre los más usados):

- Simulación por eventos discretos
- Método de Montecarlo

## 10 Algoritmos

Algunos algoritmos utilizados en la resolución de sistemas modelados con investigación operacional son:


- algoritmo de Omar, para resolver problemas de optimización lineal
- algoritmo de Prim o algoritmo de Kruskal
- algoritmo de Dijkstra
- algoritmo de Ford-Fulkerson
- algoritmo de la barrera logarítmica
- algoritmo simplex

Hay que aclarar que, en muchos casos, el investigador de operaciones puede y debe crear su propio método, ya sea a partir de modificación o integración de los anteriores, o bien con la creación de nuevos.

## 11 Referencias

- [1] <http://www.monografias.com/trabajos70/investigacion-operaciones/investigacion-operaciones2.shtml#definiciob>
- [2] "Investigación de Operaciones". Hamdy A. Taha. Quinta edición. Alfaomega.
- [3] [http://www.uaeh.edu.mx/docencia/P\\_Presentaciones/huejutla/sistemas/investigacion\\_operaciones/modelos.pdf](http://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/huejutla/sistemas/investigacion_operaciones/modelos.pdf)

## 12 Enlaces externos

-  Wikimedia Commons alberga contenido multimedia sobre **Investigación de operaciones**. Commons

## 13 Origen del texto y las imágenes, colaboradores y licencias

### 13.1 Texto

- **Investigación de operaciones** *Fuente:* [https://es.wikipedia.org/wiki/Investigaci%C3%B3n\\_de\\_operaciones?oldid=85052119](https://es.wikipedia.org/wiki/Investigaci%C3%B3n_de_operaciones?oldid=85052119) *Colaboradores:* Sabbut, Moriel, Sauron, Julie, Sanbec, Comae, Interwiki, Dodo, Paulges, Sms, SimónK, Creativodamente~eswiki, Benjavalero, LeonardoRob0t, Petronas, AlfonsoERomero, Rembiapo pohyiete (bot), Orgullobot~eswiki, RobotQuistnix, Pertile, Amadís, Vitamine, BOTijo, YurikBot, KnightRider, R0MAN0, Txo, Banfield, Yleon, Alfredobi, Axxgreazz, BOTpolicia, CEM-bot, Chabacano, Antur, Ingenioso Hidalgo, Fsd141, Thijs!bot, Escarbot, Kavanagh, El loko, Kved, Muro de Aguas, Xavigivax, TXiKiBoT, Ale flashero, Xsm34, Aibot, Technopat, Libertad y Saber, Matdrones, BotMultichill, SieBot, Ensada, Avanto, Drinibot, Correogsk, Tirithel, Felipe84, Prietoquilmes, Javierito92, Eduardosalg, Leonpolanco, Pan con queso, Petruss, Rage, Raulshc, Açıpnı-Lovrij, Kadellar, Fransderooij, AVBOT, David0811, HanPritcher, Ciberrat, Diegusjaimes, Fvitarbar, Yuraszeck, Mmattar, Luckas-bot, Tursteam, Nallimbot, Dagofloreswi, Odomisauc, Santiagoinvope1, Avicentegil, Simeón el Loco, Carlosecheverri, FrescoBot, Torrente, Pyr0, Panderine!, D'ohBot, RedBot, Jerowiki, ArwinJ, Setincho, EmausBot, AVIADOR, J. A. Gélvez, Grillitus, Grubhart, Melbagchu, ChuispastonBot, Waka Waka, WikitanvirBot, Kafranesca, MerIlwBot, Acamez, Invadibot, Eldivulgador, Addbot, Edwinmontes, Jarould, Franzolio, Crystallizedcarbon y Anónimos: 150

### 13.2 Imágenes

- **Archivo:Commons-emblem-question\_book\_orange.svg** *Fuente:* [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1f/Commons-emblem-question\\_book\\_orange.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1f/Commons-emblem-question_book_orange.svg) *Licencia:* CC BY-SA 3.0 *Colaboradores:* `<a href="//commons.wikimedia.org/wiki/File:Commons-emblem-issue.svg" class="image"></a> + <a href="//commons.wikimedia.org/wiki/File:Question_book.svg" class="image"></a>` *Artista original:* GNOME icon artists, Jorge 2701
- **Archivo:Commons-logo.svg** *Fuente:* <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4a/Commons-logo.svg> *Licencia:* Public domain *Colaboradores:* This version created by Pumbaa, using a proper partial circle and SVG geometry features. (Former versions used to be slightly warped.) *Artista original:* SVG version was created by User:Grunt and cleaned up by 3247, based on the earlier PNG version, created by Reidab.

### 13.3 Licencia del contenido

- Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0