

# Capítulo 1.

## El origen de la Inteligencia Artificial, sus caminos y cómo estudiarla

Clemente Rubio Manzano (clrubio@ubiobio.cl)

Departamento de Sistemas de Información  
Universidad del Bío-Bío  
Versión: 23 de Marzo del 2022

### Origen

El origen la Inteligencia Artificial (IA) ha suscitado mucha atención por parte de la comunidad científica desde sus comienzos ya que está directamente relacionada con el origen de la inteligencia humana y, al mismo tiempo, con el origen de la vida en nuestro planeta (tema de investigación de alto impacto siempre en nuestra sociedad). Cuando se trata de poner fecha a su origen debemos distinguir entre dos puntos de vista: i) el origen de la IA como **concepto**; ii) el origen de la IA como **disciplina científica**. El primero, se podría datar en el siglo III a.C cuando aparece por primera en un documento escrito en el que se describe el primer encuentro que tuvo lugar entre un rey y “**un artefacto automático mecánico**” (“una figura humana de tamaño natural”). Mucho más tarde (1942 aprox.), el escritor Assimov hace famoso el concepto de Robot y las tres leyes de la robótica (léase por ejemplo su libro “Yo, Robot”) (Fuente consultada: <https://es.wikipedia.org/wiki/Robótica>).

Posteriormente, aparecieron los primeros trabajos científicos que sentaron las bases de la IA como disciplina científica. Uno de los primeros artículos fue escrito por **Warren McCulloch y Walter Pitts** en 1943 y fue titulado “*A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. Bulletin of Mathematical Biophysics, 5:115?133*” [1] y propone una unidad de cálculo, precursora de las redes neuronales, que intenta simular el funcionamiento de las neuronas del cerebro. Otro trabajo imprescindible fue escrito por Alan Turing en 1950 y fue titulado “Computing Machinery and Intelligence” [2]. Es un ensayo que plantea la idea sobre si las máquinas podrán llegar a pensar algún día. Aquí aparece el famoso Test Turing que consiste en situar a una persona frente a un Robot y sin que la persona lo sepa tratar de engañarlo y piense que es una persona mediante una conversación. Recientemente, un grupo de científicos aseguraron haber creado un sistema que pasaba dicho test. La noticia decía: “*Un ordenador logra superar por primera vez el test de Turing (lo hace con ciertas restricciones) 29% de los jueces pensó que era humano Turing predijo que en 2010, el 30% podría ser engañada*”.

Inevitablemente la IA-disciplina ha estado marcada e influenciada por la IA conceptual. Es decir, se le ha "exigido" conseguir máquinas que se comporten como los hombres para alcanzar un éxito. Este espíritu ha quedado reflejado en las múltiples producciones cinematográficas de ciencia ficción: Terminator, Her, Ex-Machina o InterStellar, entre otras. Pero que se ha logrado hasta ahora.

## La Actualidad

A pesar de todos los esfuerzos podemos decir sin ningún de tipo de duda que la IA como disciplina científica está lejos de conseguir máquinas que cuenten con una inteligencia general que se pueda adaptar a cualquier situación como lo puede hacer un ser humano. Pero también podemos asegurar que en lo que se refiere a tareas específicas las máquinas inteligentes han conseguido superar o igualar a los humanos y con mucha probabilidad lo hagan en muchas otras facetas más con el paso de años. Pero la pregunta clave que queda fuera de esta introducción: ¿cuánta energía necesita un computador para llegar al nivel de un humano?.

Podemos encontrar muchos titulares y noticias interesantes:

"Europa quiere construir un cerebro."

"Poema creado por una IA engañó a una revista"

"La Super Computadora Watson ganó a los campeones de Jeopardy"

"Tres pacientes renuncian a sus manos por unas biónicas"

"IA aprende a jugar a los videojuegos de Atari y supera puntajes humanos"

"IA gana al campeón del juego de mesa Go"

"Drones para la entrega de correos"

"Tesla presenta un robot humanoide, también fabrica automóviles autónomos"

"China crea un computador que estudiará ciencias de la computación"

Un buen ejercicio para saber cuál son los alcances de la IA es mirar la definición de Inteligencia en el diccionario y analizar cuáles son las cualidades de inteligencia que los actuales sistemas cumplen. La definición de Inteligencia es la siguiente:

1. f. Capacidad de entender o comprender.
2. f. Capacidad de resolver problemas.
3. f. Conocimiento, comprensión, acto de entender.
4. f. Sentido en que se puede tomar una proposición, un dicho o una expresión.
5. f. Habilidad, destreza y experiencia.

Ahora podemos ver si los sistemas IA cumplen alguna de estas definiciones:

1. **Capacidad de entender o comprender.** Creo que actualmente no hay ningún sistema de IA que sea capaz realmente de entender o comprender. Es cierto que se

ha creado una IA que ha sido capaz de ganar un concurso de pregunta-respuesta pero se basa en procesamiento de lenguaje natural junto a la representación de conocimiento y razonamiento. No dejan de ser sistemas automáticos con grandes capacidades pero creo que no se puede catalogar como comprensión.

2. **Capacidad de resolver problemas.** Se podría decir que el gran éxito de la IA moderna ha sido su capacidad para resolver problemas específicos y hacerlo incluso mejor que un humano: los jugadores artificiales de Atari, del juego Go o de ajedrez, drones inteligentes, entre otros sistemas. El problema es que no son capaces de generalizar, sirven para jugar a un juego concreto. No pueden aprender a jugar a varios al mismo tiempo.
3. **Conocimiento, comprensión, acto de entender.** El conocimiento se puede representar empleando técnicas de IA, por ejemplo las empleadas en la Ingeniería del Conocimiento. No sé si todo el conocimiento, pero sí aquel que se puede modelar en un computador se puede representar. Hay conocimiento que creo que es difícil de representar y razonar sobre él en la actualidad. Quizás el conocimiento del que se ha podido representar mejor ha sido el lógico- matemático. Hay buenas aplicaciones gráficas pero se suelen desarrollar de forma ad-hoc y no se pueden considerar que sean sistemas de IA. Por ejemplo, un sistema operativo tiene un gran planificador de tareas y nunca se le ha llegado a considerar que sea un componente IA, aunque podría serlo.
4. **Habilidad, destreza y experiencia.** Depende del tipo de sistema que se haya diseñado e implementado. Hay máquinas que tienen mucha habilidad o destreza, por ejemplo, drones que son capaces de volar con un alto nivel de precisión y hacer maniobras que difícilmente un piloto humano podría realizar. La experiencia es una cualidad interesante porque una máquina puede aprender en base a los ejemplos. Cuánto más conocimiento se tenga de un proceso mucho más fácil será construir un sistema inteligente.

Para finalizar esta sección revisamos una reflexión expresada en el libro [3]: *“El camino hacia la Inteligencia Artificial de tipo general seguirá siendo largo y difícil; al fin y al cabo la Inteligencia Artificial tiene solo 60 años y, como diría Carl Sagan, 60 años es un brevísimo momento en la escala cósmica del Universo, o como muy poéticamente dijo García Marquez: Desde la aparición de vida visible en la Tierra debieron transcurrir 380 millones de años para que una mariposa aprendiera a volar, otros 180 millones de años para fabricar una rosa sin otro compromiso que el de ser hermosa, y cuatro eras geológicas para que los seres humanos fueran capaces de cantar mejor que los pájaros y morir de amor”*

## La IA como disciplina científica

Tras haber aclarado estos aspectos, podemos comenzar a estudiar la IA como disciplina científica. El objetivo de la IA como disciplina científica es el diseño e implementación de sistemas inteligentes para desarrollar tareas específicas. Como asignatura la IA es multidisciplinar, podría cubrir una carrera toda ella pues abarca áreas tan diversas como la robótica o la biomecánica, las ciencias de la computación, la algorítmica, el análisis numérico, las ciencias de la cognición, la filosofía o la antropología.

Nosotros vamos a considerar que la IA está formada por tres grandes áreas: **Sistemas Inteligentes e Inteligencia Computacional (Software), Robótica (Hardware) y Ciencias de la Cognición (Teoría y práctica asociada a la inteligencia humana que puede ser aplicada a la creación de sistemas inteligentes)**. Como ingenieros en computación, informática o software nos interesa estudiar el área de la Inteligencia Computacional. Si existiera una carrera llamada Ingeniero en Inteligencia Artificial, algunos de los ramos junto a sus profesores deberían ser los siguientes:

1. Lógica y sentido común (John McCarthy - padre de la IA).
2. Ciencias de la cognición e IA (Marvin Misky).
3. Resolución de problemas y Planificación (Nils J. Nilsson).
4. Computación con percepciones (Lofti Zadeh).
5. Probabilidad y Causalidad (Judea Pearl).
6. Computación Lingüística (Noam Chomsky).
7. Ingeniería del Conocimiento (Edward Feigenbaum).
8. Reinforcement Learning (Richard Sutton).
9. Deep Learning (Geoffrey Hinton).

Nosotros como ingenieros informáticos podríamos estar interesados en cualquiera de ellas, pero en un curso de Introducción a la IA, y por ser la programación una de las competencias fundamentales de egreso, debemos centrar nuestra atención en los algoritmos, estructuras de datos y técnicas de programación que permitan crear programas informáticos que muestren permitan resolver problemas sencillos como puede ser la búsqueda de rutas, esquivar ciertos adversarios o cumplir algún objetivo determinado. Todo esto lo realizaremos desde una perspectiva novedosa, seremos los creadores de nuestro propio mundo, dotaremos de movimiento a nuestras entidades y las programaremos para que realicen las funciones deseadas. La técnica con la que trabajaremos a lo largo del curso será la Resolución de Problemas y la Planificación de rutas con algo de Representación de Conocimiento y Razonamiento mediante la lógica de predicados y la teoría de las percepciones computacionales (en el sentido de la lógica difusa).

## **Cómo enseñar sistemas complejos**

Los sistemas de IA se pueden catalogar dentro del grupo de sistemas complejos ya que para lograr entender cada uno de sus componentes se requiere disponer de los conocimientos obtenidos de varias disciplinas: matemáticas, física, biología, etc. Además como hemos visto anteriormente existen muchas técnicas, muchos trabajos, muchos libros, muchos vídeos, etc. En otras palabras, hay un exceso de información y de desinformación sobre la Inteligencia Artificial lo que complica en demasía iniciarse en esta apasionante disciplina.

La filosofía que vamos a seguir en este ramo consiste en abstraernos y olvidarnos de todas esas disciplinas (aunque evidentemente tenemos que emplear algunos conceptos básicos procedentes de ellas) y tratar de enseñar IA empleando mundos virtuales sencillos basados en celdas para que toda persona pueda llegar entenderlos. Es decir, en principio, cualquier estudiante con conocimientos básicos de programación debería poder aprender a crear mundos virtuales y dotar a dicho mundo de entidades inteligentes que realicen alguna tarea específica similar a como lo haría un humano.

Nuestro método se inspira en la forma de impartir clase del profesor Tanenbaum quien enseñaba sistemas operativos (uno de los software más importantes y complejos que gobiernan el hardware) empleando un sistema operativo sencillo que creó en 1987 llamado Minix. Minix es un sistema tipo Unix gratuito con propósitos educativos, que posteriormente inspiró Linux.

Seguiremos esta filosofía ya que como la IA trata de simular la inteligencia del humano en el mundo real lo que haremos nosotros será crear un mundo abstracto muy sencillo donde deberemos implementar tareas que requieran inteligencia. Nos basamos también en el juego del matemático John Horton Conway creado en 1970 y llamado

**Juego de la Vida.** Se basa en celdas 2D y demostró que a partir de reglas sencillas se puede crear complejidad. Por tanto nos basamos en esta idea. El alumno es creador de su propio mundo y las inteligencias que desarrollará actuarán en este mundo virtual construido mediante celdas 2D.

Es importante mencionar también que el mundo virtual sirve para nivelar la competencia de programación y conseguir que todos los alumnos y alumnas comiencen el ramo con el mismo nivel de programación. Durante el ramo al alumno/a se le apoyará en la tarea de implementar los algoritmos teóricos. Es decir: aprenderá un algoritmo (desde el punto de vista teórico), lo diseñará, lo implementará, lo incorporará a un proyecto real.

## ¿Qué necesitamos? Concepto de inteligencia y entorno virtual

Cuando un humano se dispone a jugar a un juego tipo Pac-Man debe emplear su inteligencia para poder capturar las recompensas sin ser atrapado por los adversarios. Incluso si cambiamos el escenario, la distribución de los obstáculos y la velocidad de los oponentes, seremos capaces de resolverlo, nos adaptamos a las nuevas situaciones.

Nuestro concepto de Inteligencia va a estar relacionado con esta capacidad, es decir, queremos simular el comportamiento de un humano en este contexto programando software que permita capturar las recompensas y esquivar a los oponentes de forma automática. Además lo deberá hacer aunque el escenario y los oponentes cambien de velocidad o de inteligencia.

Para esto realizaremos la creación de un entorno virtual y de unas entidades virtuales (agentes). Estos agentes simulan la capacidad de un humano para recolectar las recompensas distribuidas por el mundo virtual sin ser capturados por adversarios y esquivando los obstáculos. Por tanto, el concepto de agente inteligente será fundamental para nosotros. En IA a esto se conoce como **diseño basado en Agentes**.

El diseño basado en agentes hace uso de algoritmos de persecución y escape, búsqueda de rutas, planificación, decisión para poder actuar en un entorno virtual. Los agentes se relacionan directamente con el concepto de NPC (Non-player character), por tanto, en este sentido, los videojuegos y los entornos virtuales se pueden considerar sistemas multi-agente. Nuestro objetivo es estudiar cómo usar estos agentes para que puedan emplearse en la construcción de entornos virtuales.

## Cómo se impartirá el ramo

El ramo se divide en tres partes:

- **PARTE 1.** Taller de construcción de un entorno virtual 2D mediante el lenguaje de programación Java.
- **PARTE 2.** Taller teórico-práctico sobre las técnicas de programación de IA: Resolución de problemas: Búsqueda no informada e informada, Búsqueda A\*); Representación de conocimiento y razonamiento: Cálculo de predicados, teoría de percepciones computacionales.
- **PARTE 3.** Taller de incorporación de las técnicas en nuestro entorno virtual.

**Metodología basada en proyecto-taller.** Clases tipo taller. Se seguirán unos vídeos de desarrollo, paso a paso, que explican la construcción de un entorno virtual 2D y la programación de agentes inteligentes con técnicas de búsqueda en un espacio de estados.

Se realizarán tres **CERTÁMENES TEÓRICO-PRÁCTICOS** (Fechas por determinar al inicio, mitad y final de semestre). Lo que prima es el producto final y una vez que el producto final cumple los requisitos, entonces se puede pasar a evaluar la calidad. Las pautas de evaluación dependerá de cada certamen. Se permite apuntes y código fuente personal. La duración será de 4 secciones (4 horas). Los certámenes siempre están relacionados con las clases.

La nota se calcula de la siguiente forma:  $NF = C_1 * 0,1 + C_2 * 0,3 + C_3 * 0,6$ . Los certámenes funcionan correctamente, cumple todos los requisitos, no se cae y se entrega en la fecha y hora fijada de entrega. Si el certamen no funciona correctamente, no cumple todos los requisitos, se cae o NO se entrega en la fecha y hora fijadas. Se podrá evaluar con NCR.

## Conclusiones y observaciones finales

**¿Por qué Java y Netbeans ?**. Necesitamos crear un marco de trabajo común. Por eso se usará un mismo lenguaje y un mismo entorno desarrollo. Java es un buen lenguaje de programación orientado a objetos y es el lenguaje en el que se empezó a crear el ramo. Por otro lado es el que más domino yo personalmente por lo que os puedo apoyar en las dudas de a aprender algoritmos y estructuras de datos para sistemas inteligentes.

**¿Qué ocurre con Python?** La ciencia de datos, las redes neuronales, aprendizaje por refuerzo, deep learning, entre otras. Se han convertido en una de las disciplinas más usadas. Python es posiblemente el lenguaje cuya comunidad es más activa ahora mismo y tiene muchas librerías que implementan mucho de los nuevos algoritmos y estructuras. Pero antes de aprender ciertas librerías hay que ir paso a paso ya que el hecho de que todo esté implementado no ayuda al aprendizaje porque uno tiende a buscar la solución y emplear la librería sin que llegue a comprender cómo están implementadas. Para explicar y aprender sobre un determinado algoritmo o técnica el lenguaje de programación en cuál esté implementado no es muy relevante. Otra cosa muy diferente es ser experto en el conocimiento de las diferentes librerías de un lenguaje pero eso deberá enseñarse en ramos más avanzados: electivos, magíster o doctorado.

## Primer problema de nivelación

Se plantea el problema del explorador que debe buscar una ruta al tesoro sin que se pase por donde está el cocodrilo. Se proporciona código de ayuda basado en la técnica de la vuelta atrás y un proyecto en Netbeans desarrollado previamente. Implementar la solución empleando el paradigma orientada a objetos y el lenguaje de programación Java realizando un correcto diseño de clases y modelado del problema. Al menos debemos emplear al menos las siguientes clases: **Mapa, Explorador y Tesoro**.

Como ayuda se proporciona código fuente obtenido de:

```
\verb+https://teclaycafe.com/
backtracking-para-resolver-una-rata-en-un-laberinto/
```

Este código es una solución en Java de un problema similar empleando la técnica de vuelta atrás. El código es el siguiente:

```
Java
class Maze
{
    private static final int SIZE = 5;

    //the maze problem
    private static int[][] maze = {
```

```

        {0,1,0,1,1},
        {0,0,0,0,0},
        {1,0,1,0,1},
        {0,0,1,0,0},
        {1,0,0,1,0}
};

//matrix to store the solution
private static int[][] solution = new int[SIZE][SIZE];

//function to print the solution matrix
private static void printSolution()
{
    for(int i=0;i<SIZE;i++)
    {
        for(int j=0;j<SIZE;j++)
        {
            System.out.print(solution[i][j]+"t");
        }
        System.out.print("\n");
    }
}

//function to solve the maze
//using backtracking
private static boolean solveMaze(int r, int c)
{
    //if destination is reached, maze is solved
    //destination is the last cell(maze[SIZE-1][SIZE-1])
    if((r==SIZE-1) && (c==SIZE-1))
    {
        solution[r][c] = 1;
        return true;
    }
    //checking if we can visit in this cell or not
    //the indices of the cell must be in (0,SIZE-1)
    //and solution[r][c] == 0 is making sure that the cell
    //is not already visited
    //maze[r][c] == 0 is making sure that the cell is not blocked
    if(r>=0 && c>=0 && r<SIZE &&
    c<SIZE && solution[r][c] == 0 && maze[r][c] == 0)
    {
        //if safe to visit then visit the cell
        solution[r][c] = 1;
        //going down
        if(solveMaze(r+1, c))
            return true;
        //going right
        if(solveMaze(r, c+1))
            return true;
        //going up
        if(solveMaze(r-1, c))
            return true;
    }
}

```

```
        //going left
        if(solveMaze(r, c-1))
            return true;
        //backtracking
        solution[r][c] = 0;
        return false;
    }
    return false;
}

public static void main(String[] args)
{
    if (solveMaze(0,0))
        printSolution();
    else
        System.out.println("No solutionn");
}
}
```



# Bibliografía

- [1] Warren S McCulloch and Walter Pitts. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *The bulletin of mathematical biophysics*, 5(4):115–133, 1943.
- [2] Alan M Turing. Computing machinery and intelligence. In *Parsing the turing test*, pages 23–65. Springer, 2009.
- [3] Ramón López de Mántaras Badia and Pedro Meseguer González. *Inteligencia artificial*. 2017.