

---

# INTELIGENCIA ARTIFICIAL

## NOTAS DE CLASE

elaborado por: MARCO SILVA HUERTA



Semestre: 2024-2

---

## Índice

<b>1. Introducción a IA</b>	<b>2</b>
1.1. Qué es la IA? . . . . .	2
1.2. Tipos de aprendizaje . . . . .	4
<b>2. Agentes Inteligentes</b>	<b>5</b>
2.1. Tipos de agentes . . . . .	6
2.2. Tipos de entornos . . . . .	8
<b>3. Búsqueda</b>	<b>10</b>
3.1. Resolver problemas mediante búsquedas . . . . .	10
3.2. Búsqueda No Informada . . . . .	13
3.3. Búsqueda Informada . . . . .	14
<b>4. Algoritmo Genético</b>	<b>14</b>
4.1. Pasos que sigue . . . . .	15
<b>5. Aprendizaje automático</b>	<b>16</b>

# 1. Introducción a IA

La Inteligencia Artificial (IA) es como el hijo prodigio de la ciencia moderna, nacido poco después de la Segunda Guerra Mundial y oficialmente bautizado con su nombre en 1956. Desde entonces, ha pasado de ser una idea fascinante a un componente integral de nuestras vidas. ¿Quién no ha interactuado con un asistente virtual, o se ha maravillado con la habilidad de un programa para jugar al ajedrez?

Hoy en día, la IA es omnipresente, desde recomendaciones personalizadas en nuestras redes sociales hasta sistemas de navegación que nos guían por las calles. Es como el ingrediente secreto en la receta del progreso tecnológico, impulsando avances en medicina, transporte, finanzas y más.

Pero lo emocionante de la IA es que apenas estamos empezando a arañar la superficie de lo que es posible. Imagina un futuro donde los autos se conducen solos de manera más segura que los conductores humanos, donde los diagnósticos médicos son más precisos y rápidos, y donde la creatividad humana se ve amplificada por algoritmos inteligentes.

## 1.1. Qué es la IA?

Hemos dicho de donde viene, donde esta presente y a donde quiere ir la IA, pero cual es la definición. A lo largo de su historia, han surgido cuatro enfoques principales. Por un lado, están los enfoques centrados en los humanos, que ven a la IA como una ciencia empírica, con hipótesis que se prueban mediante experimentación. Por otro lado, están los enfoques centrados en la racionalidad, que implican una combinación de matemáticas e ingeniería. Estos dos enfoques a menudo entran en conflicto, pero también se han complementado mutuamente en el desarrollo de la IA.



- Sistemas que piensan como humanos  
Los chatbots de atención al cliente son un buen ejemplo. Utilizan algoritmos de procesamiento de lenguaje natural para entender las preguntas y responder de manera coherente, imitando el proceso de pensamiento humano en la conversación.

- **Sistemas que actúan como humanos**

Los robots con capacidad de movimientos humanos, como Atlas de Boston Dynamics, muestran esta característica. Atlas puede realizar una variedad de movimientos físicos, desde caminar y correr hasta levantar objetos, todo imitando la forma en que lo haría una persona. [1]

- **Sistemas que piensan racionalmente**

Los motores de recomendación de películas o música son ejemplos de sistemas que utilizan la lógica y el razonamiento para generar recomendaciones personalizadas. Estos sistemas analizan el historial de preferencias del usuario y aplican algoritmos de aprendizaje automático para predecir qué contenido le gustaría basado en patrones previos.

- **Sistemas que actúan racionalmente**

Los vehículos autónomos son un ejemplo claro. Estos sistemas utilizan sensores, cámaras y algoritmos avanzados para percibir su entorno, tomar decisiones en tiempo real y navegar de manera segura por el tráfico, siguiendo las normas de conducción y evitando obstáculos.

Entonces una definición final sería:

*La Inteligencia Artificial es el campo de estudio que se enfoca en desarrollar sistemas y tecnologías que pueden simular y/o mejorar la capacidad humana de pensar, razonar, actuar y aprender; ya sea imitando el pensamiento y comportamiento humano o aplicando procesos lógicos y racionales adaptándose a su entorno para resolver problemas y tomar decisiones en diversas áreas de aplicación*

## Áreas de la IA

- **Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP):** Campo que se centra en la interacción entre las computadoras y el lenguaje humano, permitiendo a las máquinas comprender, interpretar y generar lenguaje humano.
- **Visión por Computadora:** Se refiere al desarrollo de sistemas que pueden interpretar, analizar y comprender imágenes y videos digitales, imitando la capacidad del sistema visual humano.
- **Aprendizaje Automático (Machine Learning):** Área de la IA que se enfoca en el desarrollo de algoritmos y modelos que permiten a las computadoras aprender de datos y realizar tareas específicas sin ser programadas explícitamente.
- **Robótica:** Combinación de hardware y software que permite diseñar, construir y operar robots capaces de realizar diversas tareas de manera autónoma o controlada por humanos.
- **Reconocimiento de Voz:** Tecnología que permite a las máquinas interpretar y comprender el habla humana, convirtiendo el lenguaje hablado en texto o comandos ejecutables.
- **Inteligencia Artificial Explicable (XAI):** Área que se centra en el desarrollo de modelos y sistemas de IA que pueden explicar y justificar sus decisiones y procesos de razonamiento de manera comprensible para los humanos.
- **Sistemas de Recomendación:** Tecnología utilizada para predecir y recomendar productos, servicios o contenido personalizado a los usuarios, basándose en sus preferencias y comportamientos anteriores.
- **Procesamiento de Datos Masivos (Big Data):** Conjunto de técnicas y herramientas utilizadas para analizar, procesar y extraer información significativa de conjuntos de datos extremadamente grandes y complejos.

- **Automatización Robótica de Procesos (RPA):** Tecnología que permite automatizar tareas repetitivas y basadas en reglas dentro de procesos empresariales, utilizando software para imitar la interacción humana con sistemas digitales.
- **Diagnóstico Médico Asistido por Computadora:** Aplicación de la IA en el campo de la medicina para ayudar en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, mediante el análisis de datos médicos y la generación de recomendaciones clínicas.
- **Sistemas Autónomos:** Sistemas o dispositivos que pueden operar de manera independiente y autónoma sin intervención humana directa, tomando decisiones y realizando acciones en función de su entorno y objetivos programados.
- **Traducción Automática:** Tecnología que permite la traducción automática de texto o voz de un idioma a otro, utilizando modelos de IA entrenados en datos lingüísticos multilingües.
- **Realidad Aumentada (AR):** Tecnología que combina elementos virtuales generados por computadora con el entorno físico del usuario en tiempo real, mejorando la experiencia perceptual y proporcionando información adicional.
- **Predicción de Mercados Financieros:** Aplicación de técnicas de IA para analizar datos financieros y de mercado, con el objetivo de predecir tendencias, fluctuaciones y comportamientos futuros en los mercados financieros.
- **Bioinformática:** Campo interdisciplinario que aplica técnicas de IA y análisis de datos para estudiar y comprender fenómenos biológicos, como la secuenciación del ADN, la modelización de proteínas y la predicción de interacciones moleculares.

## 1.2. Tipos de aprendizaje

### Aprendizaje Automático

Este tipo de aprendizaje se trata de enseñar a las computadoras a aprender de los datos y tomar decisiones basadas en esos datos sin necesidad de programación explícita. En lugar de decirle a la máquina qué hacer paso a paso, le proporcionamos ejemplos y la dejamos descubrir patrones por sí misma. Por ejemplo, los algoritmos de aprendizaje automático pueden predecir si un correo electrónico es spam o no basándose en ejemplos anteriores.

### Análisis del Tiempo

Aquí nos centramos en entender y predecir patrones y tendencias en datos que varían con el tiempo. Desde prever la demanda de productos en una tienda hasta pronosticar el clima, el análisis del tiempo implica analizar datos cronológicos para entender cómo cambian las cosas con el tiempo y qué podemos esperar en el futuro.

### Análisis por Casos

Este tipo de análisis se enfoca en resolver problemas basándose en la similitud con casos anteriores. Imagina que tienes un sistema que puede diagnosticar enfermedades basándose en síntomas similares a los de casos anteriores que ya ha visto. Eso es el análisis por casos: aprender de la experiencia pasada para resolver problemas en el futuro.

### Aprendizaje Supervisado

Este es uno de los enfoques más comunes en el aprendizaje automático. Aquí, la máquina aprende a partir de ejemplos etiquetados, es decir, datos para los que ya conocemos las respuestas correctas. Por ejemplo, si queremos enseñar a una máquina a reconocer gatos en imágenes, le mostramos muchas imágenes de gatos etiquetadas como gato y muchas otras de cosas que no son gatos, etiquetadas como no gato. La máquina aprende a distinguir entre las dos categorías basándose en estos ejemplos.

## 2. Agentes Inteligentes

En el ámbito de la inteligencia artificial, un agente inteligente es un sistema computacional diseñado para interactuar con su entorno de manera autónoma. Este sistema utiliza sensores para recibir información del entorno y actuadores para realizar acciones en respuesta a esa información. Su objetivo es percibir su entorno, procesar esa información de manera interna y tomar decisiones basadas en un conjunto de reglas o algoritmos predefinidos. Es como si fuera el cerebro y el cuerpo de una máquina, capaz de observar, pensar y actuar de manera inteligente para lograr sus objetivos en el mundo real.

En términos simples, el ejemplo de un carro autónomo como un agente inteligente es que percibe su entorno con *sensores* instalados que le permiten recopilar información sobre la carretera, otros autos y peatones. Luego, procesa toda esa información para tomar decisiones lógicas y razonables sobre cómo manejar *actuadores*, como cambiar de carril de manera segura, frenar para evitar colisiones o girar en una intersección basándose en lo que ha observado y en las reglas de tránsito.



## Propiedades

1. **Adaptabilidad:** Esto significa que los agentes pueden aprender y cambiar su comportamiento según lo que descubren. Es como aprender de tus errores y hacer las cosas de manera diferente la próxima vez.
2. **Reactividad:** Los agentes actúan en respuesta a lo que está sucediendo a su alrededor. Por ejemplo, si ven un obstáculo en el camino, cambian de dirección para evitarlo.
3. **Racionalidad:** Significa hacer siempre lo correcto según lo que ven y escuchan. Es como tomar decisiones inteligentes basadas en la información disponible.
4. **Pro-actividad:** Es cuando los agentes pueden decidir por sí mismos qué hacer, incluso si el entorno cambia. Es como tener un plan y seguirlo aunque las cosas cambien.
5. **Toma de decisiones:** Los agentes usan su inteligencia artificial para tomar decisiones inteligentes. Pueden seguir reglas o aprender de la experiencia para hacerlo mejor con el tiempo.
6. **Actuación:** Después de decidir qué hacer, los agentes actúan en su entorno a través de sus manos mágicas (actuadores). Esto puede afectar lo que está sucediendo a su alrededor y ayudarlos a alcanzar sus objetivos.
7. **Continuidad Temporal:** Los agentes siguen funcionando sin parar, como una película que nunca termina. Siempre están listos para actuar y hacer lo que sea necesario.
8. **Autonomía:** Significa que los agentes pueden tomar decisiones por sí mismos y adaptarse a los cambios en su entorno.
9. **Aprendizaje:** Algunos agentes pueden aprender de sus errores y experiencias pasadas para mejorar en el futuro. Es como aprender de tus errores y hacerlo mejor la próxima vez.
10. **Sociabilidad:** Algunos agentes pueden comunicarse con otros agentes o entidades, como hablar con amigos en las redes sociales.
11. **Movilidad:** Algunos agentes pueden moverse a través de una red de computadoras, como navegar por internet en tu teléfono.
12. **Veracidad:** Los agentes siempre dicen la verdad y no engañan a propósito.
13. **Cooperatividad:** Los agentes están dispuestos a ayudar si eso no entra en conflicto con sus propios objetivos. Es como trabajar juntos para lograr algo grande.

### 2.1. Tipos de agentes

- **Agente de reactivo simple**
  - ◇ **Definición:** Este tipo de agente toma decisiones basadas únicamente en la percepción actual de su entorno, sin tener en cuenta información pasada ni futuro. Actúa de manera inmediata y directa en respuesta a estímulos.
  - ◇ **Utilidad:** Son útiles en entornos simples y con reglas claras, donde las respuestas pueden ser predefinidas.
  - ◇ **Importancia y características:** Son rápidos y eficientes en situaciones específicas, pero pueden no ser adecuados para entornos dinámicos o complejos.
  - ◇ **Ejemplo:** Un robot aspirador que se mueve hacia adelante si no hay obstáculos y se detiene si detecta uno.

- ◇ Cumple con: Reactividad, actuación.
- ◇ Limitaciones: Puede ser limitado en entornos complejos donde se requiere planificación a largo plazo o consideración de múltiples factores simultáneamente.
- Agente reactivo basado en modelo
  - ◇ Definición: Este tipo de agente también se basa en la percepción actual del entorno, pero incorpora un modelo interno que le permite anticipar el resultado de sus acciones.
  - ◇ Utilidad: Son útiles en entornos dinámicos donde se pueden anticipar cambios y adaptarse en consecuencia.
  - ◇ Importancia y características: Tienen la capacidad de tomar decisiones más informadas y planificadas en comparación con los agentes de reactivo simple.
  - ◇ Ejemplo: Un vehículo autónomo que utiliza modelos de predicción del tráfico para planificar sus movimientos.
  - ◇ Cumple con: Reactividad, adaptabilidad, toma de decisiones.
  - ◇ Limitaciones: La precisión del modelo interno puede verse afectada por cambios inesperados en el entorno o por la falta de datos históricos relevantes.
- Agente basado en metas
  - ◇ Definición: Estos agentes tienen objetivos definidos y trabajan para alcanzarlos, tomando decisiones que maximicen la probabilidad de lograr esas metas.
  - ◇ Utilidad: Son útiles en entornos donde se pueden definir objetivos claros y se requiere planificación a largo plazo.
  - ◇ Importancia y características: Son capaces de tomar decisiones orientadas hacia el logro de metas específicas, incluso en entornos complejos y cambiantes.
  - ◇ Ejemplo: Un asistente virtual que tiene como objetivo ayudar al usuario a completar tareas diarias, como recordar citas o hacer listas de compras.
  - ◇ Cumple con: Pro-actividad, toma de decisiones, autonomía.
  - ◇ Limitaciones: La precisión del modelo interno puede verse afectada por cambios inesperados en el entorno o por la falta de datos históricos relevantes.
- Agente basado en utilidad
  - ◇ Definición: Este tipo de agente evalúa las posibles acciones en función de su utilidad o beneficio esperado y elige la acción que maximice esa utilidad.
  - ◇ Utilidad: Son útiles en entornos donde hay múltiples acciones posibles y se debe elegir la mejor opción en función de un criterio de valor.
  - ◇ Importancia y características: Toman decisiones racionales y óptimas en situaciones donde hay múltiples objetivos o preferencias a considerar.
  - ◇ Ejemplo: Un sistema de recomendación en línea que sugiere películas basadas en las preferencias pasadas del usuario y las calificaciones de otros usuarios.
  - ◇ Cumple con: Racionalidad, toma de decisiones.
  - ◇ Limitaciones: La asignación de valores de utilidad puede ser subjetiva y estar sujeta a cambios en las preferencias del usuario, lo que puede afectar la efectividad del agente.
- Agente que aprende



- ◇ Definición: Estos agentes tienen la capacidad de mejorar su rendimiento con el tiempo a través del aprendizaje, ya sea mediante la adaptación de reglas existentes o la adquisición de nuevas.
  - ◇ Utilidad: Son útiles en entornos donde los datos son cambiantes o incompletos, y se requiere flexibilidad para adaptarse.
  - ◇ Importancia y características: Son capaces de ajustar su comportamiento en función de la experiencia pasada, lo que les permite mejorar su desempeño en diferentes situaciones.
  - ◇ Ejemplo: Un algoritmo de recomendación de música que aprende los gustos musicales del usuario a medida que interactúa con la plataforma.
  - ◇ Cumple con: Adaptabilidad, aprendizaje.
  - ◇ Limitaciones: La dependencia de datos pasados puede llevar a decisiones sesgadas o a la dificultad de adaptarse a cambios repentinos en el entorno.
- Agente de consulta
    - ◇ Definición: Estos agentes recopilan información de diversas fuentes y la presentan al usuario en forma de respuestas o recomendaciones.
    - ◇ Utilidad: Son útiles cuando se necesita acceder y procesar grandes cantidades de datos para proporcionar información útil al usuario.
    - ◇ Importancia y características: Son capaces de filtrar y presentar información relevante de manera organizada, lo que facilita la toma de decisiones por parte del usuario.
    - ◇ Ejemplo: Un motor de búsqueda en internet que recopila y presenta resultados relevantes a partir de consultas de los usuarios.
    - ◇ Cumple con: Percepción del entorno, toma de decisiones, actuación.
    - ◇ Limitaciones: La calidad de las respuestas proporcionadas puede verse afectada por la disponibilidad y precisión de la información en las fuentes consultadas, así como por la capacidad del agente para procesarla de manera efectiva.

## 2.2. Tipos de entornos

Los entornos en los que operan los agentes inteligentes son fundamentales para comprender su funcionamiento y desempeño. Un entorno proporciona el contexto en el cual un agente toma decisiones y realiza acciones para alcanzar sus objetivos.

El diseño de agentes inteligentes se basa en comprender los entornos en los que operan, ya que estos proporcionan el contexto para que los agentes tomen decisiones y ejecuten acciones para lograr sus objetivos.

### Elementos de los Entornos de Trabajo

- Observaciones: Son la información que el agente recibe del entorno, ya sea completa o parcial. Esto depende de si el agente tiene acceso a toda la información relevante o solo a una parte.
- Acciones: Representan las decisiones que el agente puede tomar para influir en su entorno. Pueden ser discretas o continuas, y la elección de acciones afecta el estado del ambiente.
- Recompensas: Son señales de retroalimentación que el agente recibe del ambiente después de realizar una acción. Informan al agente sobre la calidad de su acción en términos de sus objetivos.



- Estados: Representan la situación actual del ambiente. Pueden ser completamente observables o parcialmente observables, y el agente toma decisiones basadas en su percepción del estado actual.
- Dinámica del Ambiente: Describe cómo evoluciona el ambiente con el tiempo en respuesta a las acciones del agente y posiblemente a eventos externos. Puede ser estocástica, lo que significa que hay elementos de incertidumbre.
- Espacio de Acciones y Observaciones: Constituye el conjunto de todas las acciones posibles que el agente puede realizar y el conjunto de todas las observaciones posibles que puede recibir.

### Propiedades Adicionales de los Entornos de Trabajo

- Totalmente observable vs. parcialmente observable: Depende de si los sensores del agente proporcionan acceso al estado completo del entorno en cada momento.
- Episódico vs. secuencial: En entornos episódicos, la experiencia del agente se divide en episodios atómicos, mientras que en entornos secuenciales, la decisión presente puede afectar a decisiones futuras.
- Estático vs. dinámico: Determina si el ambiente puede cambiar mientras el agente está deliberando.
- Discreto vs. continuo: Se aplica al estado del medio, la forma en la que se maneja el tiempo y las percepciones y acciones del agente.
- Agente individual vs. multiagente: Se refiere a si el agente interactúa con otros agentes en su entorno y cómo estas interacciones afectan su comportamiento.

### Evaluación del agente

#### 1. Medición de Desempeño:

- Métricas Específicas: Define métricas específicas relevantes para la tarea. Por ejemplo, si el agente está diseñado para jugar juegos, se podrían usar métricas como la tasa de victorias, la puntuación media o la eficiencia en el uso de recursos.
- Precisión: En tareas como clasificación o reconocimiento, se puede evaluar la precisión del agente en la toma de decisiones correctas.

#### 2. Comparación con Humanos

- Benchmarking: Compara el rendimiento del agente con el de humanos. Esto puede incluir la comparación de la tasa de error, el tiempo de ejecución o cualquier otra métrica relevante.
- Crowdsourcing: Utiliza la opinión de un grupo de personas para evaluar la calidad de las decisiones o acciones del agente.

#### 3. Validación Cruzada

- Divide los datos en conjuntos de entrenamiento y prueba para evaluar el rendimiento del agente en datos no vistos. La validación cruzada puede ayudar a identificar problemas de sobreajuste o subajuste.

#### 4. Aprendizaje en Línea

- Evalúa el rendimiento del agente a medida que aprende de nuevas instancias. Esto es especialmente relevante para agentes que se entrenan continuamente.

#### 5. Simulaciones y Entornos de Prueba

- Utiliza simulaciones o entornos específicos para evaluar el desempeño del agente. Esto es común en entornos de robótica o simulaciones virtuales.

#### 6. Eficiencia y Recursos

- Evalúa la eficiencia del agente en términos de tiempo de cómputo, consumo de recursos y otros aspectos relacionados con la eficiencia.

#### 7. Generalización

- Evalúa la capacidad del agente para generalizar su aprendizaje a nuevas situaciones o datos no vistos.

#### 8. Análisis de Fallos

- Examina los casos en los que el agente falla y analiza las razones detrás de esos fallos. Esto puede ayudar a mejorar el agente identificando debilidades específicas.

### 3. Búsqueda

La búsqueda juega un papel fundamental en el corazón de la inteligencia artificial. Desde la planificación de rutas óptimas en sistemas de navegación hasta la toma de decisiones en entornos complejos, los algoritmos de búsqueda son la columna vertebral de muchas aplicaciones de IA.

#### 3.1. Resolver problemas mediante búsquedas

##### Agentes resolventes-problemas

Los agentes resolventes-problemas deciden qué hacer para encontrar secuencias de acciones que conduzcan a los estados deseables. Comenzamos definiendo con precisión los elementos que constituyen el *problema* y su *solución* y daremos diferentes ejemplos para ilustrar estas definiciones. Entonces, describimos diferentes algoritmos de propósito general que podamos utilizar para resolver estos problemas y así comparar las ventajas de cada algoritmo. Los algoritmos son no informados, en el sentido que no dan información sobre el problema salvo su definición.

Los agentes solucionadores de problemas son capaces de representar el problema en términos formales, identificar y evaluar posibles acciones, y seleccionar las más prometedoras en función de ciertos criterios, como la optimización del costo o la eficiencia. Además, pueden utilizar información adicional, como heurísticas, para guiar la búsqueda hacia soluciones más rápidas y efectivas.

## Problemas y Soluciones

En el contexto de la inteligencia artificial, definir un problema de manera formal es esencial para aplicar algoritmos de búsqueda y encontrar soluciones efectivas. Un problema formal consta de varios componentes fundamentales que permiten al agente solucionador de problemas entender la naturaleza del problema y trabajar hacia su resolución de manera sistemática.

Para ilustrar estos componentes, consideremos el problema de planificación de ruta en un mapa. Imaginemos que tenemos un mapa de una ciudad y deseas encontrar la ruta más corta desde tu ubicación actual hasta un destino específico.

- **Estado Inicial:** El estado inicial en este problema sería la ubicación actual en el mapa.
- **Descripción de las Posibles Acciones Disponibles:** Las posibles acciones disponibles son las decisiones que el agente puede tomar en cada estado para avanzar hacia el objetivo. Estas acciones podrían incluir moverse hacia adelante, girar a la derecha, girar a la izquierda o retroceder. La formulación más común utiliza una función sucesor para describir estas acciones en función del estado actual del agente.
- **Test Objetivo:** El test objetivo define las condiciones que deben cumplirse para determinar si el objetivo ha sido alcanzado. En nuestro ejemplo, el test objetivo sería llegar a la ubicación deseada en el mapa.
- **Costo del Camino:** El costo del camino es la medida del esfuerzo o la distancia asociada con cada acción tomada por el agente. En el contexto de la planificación de ruta, el costo del camino podría ser la distancia recorrida desde el estado inicial hasta el estado objetivo.

El problema del 8-Puzzle es un clásico problema de rompecabezas deslizante en el que el objetivo es organizar una cuadrícula de 3x3 con fichas numeradas del 1 al 8, más un espacio en blanco, en un estado objetivo particular.

- **Estado Inicial:** Tenemos un tablero inicial de 3x3, con 8 fichas que se mueven las cuales están distribuidas de manera aleatoria dentro del tablero.
- **Acciones Disponibles:** Las acciones disponibles para mover las fichas son: arriba, abajo, derecha o izquierda y los movimientos solo pasan si es a través de cuadro blanco o vacío.
- **Test Objetivo:** Se compara el estado actual del rompecabezas con el estado objetivo. El cual es que las fichas estén ordenadas desde 1 a 8 y el espacio en blanco está en la ubicación deseada.
- **Costo del Camino:** El costo del camino se calcula contando el número de movimientos realizados desde el estado inicial hasta el estado objetivo. Cada movimiento de una ficha se suma al costo total del camino.

## Elementos de los problemas de búsqueda

- **Árbol de Búsqueda:** Se puede representar la exploración del espacio de estados como un árbol de búsqueda, donde cada nodo es un estado y las aristas son las acciones que conducen de un estado a otro.
- **Complejidad Temporal y Espacial:** La complejidad temporal se refiere al tiempo necesario para encontrar una solución, mientras que la complejidad espacial se refiere al espacio de almacenamiento necesario durante la búsqueda.

- **Búsqueda No Informada (ciega):** En la búsqueda no informada, el agente no tiene información sobre la probabilidad de alcanzar el estado objetivo desde un estado dado. Métodos como la búsqueda en anchura y la búsqueda en profundidad son ejemplos de estrategias no informadas.
- **Búsqueda Informada (heurística):** En la búsqueda informada, el agente utiliza información adicional para guiar la exploración hacia el estado objetivo de manera más eficiente. La heurística es una función que estima el costo desde un estado hasta el objetivo.
- **Heurísticas Admisibles e Inadmisibles:** Una heurística es admisible si nunca sobreestima el costo para llegar al objetivo desde un estado dado. Las heurísticas inadmisibles pueden sobreestimar o subestimar el costo.
- **Optimalidad:** Una solución es óptima si es la más corta o la de menor costo entre todas las soluciones posibles.
- **Problema del Espacio de Estado Infinito:** Algunos problemas de búsqueda pueden tener un espacio de estados infinito, lo que plantea desafíos adicionales en la representación y exploración.

### Árbol de búsqueda

Vamos a ilustrar una solución de búsqueda por árbol para el problema del 8-Puzzle, modelamos el problema y aplicaremos un algoritmo de búsqueda no informada.

El planteamiento del Problema: El objetivo es organizar las fichas numeradas del 1 al 8 en una cuadrícula de 3x3, dejando el espacio en blanco en la posición inferior derecha.

Modelado del Problema:

- **Estado Inicial:** Un tablero de 3x3 con las fichas distribuidas aleatoriamente.
- **Acciones Disponibles:** Mover una ficha adyacente al espacio en blanco hacia arriba, abajo, derecha o izquierda.
- **Test Objetivo:** El tablero coincide con el estado objetivo.
- **Costo del Camino:** Cada movimiento incrementa el costo en 1.

**Árbol de Búsqueda:** Representamos cada estado del tablero como un nodo y cada movimiento posible como una arista que conecta los nodos.

#### Complejidad

- ◇ **Temporal:** El tiempo necesario para encontrar una solución puede ser exponencial, ya que el número de estados posibles es muy grande.
- ◇ **Espacial:** El espacio necesario para almacenar el árbol de búsqueda también puede ser exponencial.

**Búsqueda No Informada:** Utilizaremos la búsqueda en anchura (BFS) **Proceso de Búsqueda:**

- ◇ Generamos el nodo raíz con el estado inicial.
- ◇ Expandimos el nodo raíz creando nodos hijos para cada acción posible.
- ◇ Continuamos expandiendo los nodos en orden de anchura, nivel por nivel.
- ◇ Si un nodo alcanza el test objetivo, detenemos la búsqueda.

**Optimalidad:** La búsqueda en anchura garantiza encontrar la solución óptima en términos de menor número de movimientos.

### 3.2. Búsqueda No Informada

Imaginemos que estamos por comenzar a caminar en un bosque sin embargo lo haremos sin un mapa. La estrategia sería explorar y probar caminos hasta encontrar la salida. Esto es en palabras sencillas lo que hace una búsqueda no informada: exploran sin pistas adicionales, solo la definición del problema. Este es un enfoque utilizado en inteligencia artificial para resolver problemas donde no se dispone de información adicional sobre el espacio de búsqueda se basa únicamente en la exploración sistemática del espacio de estados, sin utilizar heurísticas o conocimiento específico sobre el problema.

#### Búsqueda en primero a lo ancho (BFS)

Es como una ola que se expande en el agua. Desde tu punto de partida, revisas todos los caminos cercanos antes de ir más lejos. Es opción interesante para encontrar la ruta más corta en un mapa o el menor número de movimientos en un juego de mesa.

##### Pseudocódigo BFS

```
BFS(estado_inicial, test_objetivo):  
    crea una cola con el estado_inicial  
    mientras la cola no esté vacía:  
        estado = cola.desencolar()  
        si test_objetivo(estado):  
            devuelve la solución  
    para cada acción en estado:  
        hijo = aplica acción a estado  
        cola.encolar(hijo)  
    devuelve fracaso
```

#### Búsqueda primero en lo profundo (DFS)

Es como seguir un camino en el bosque hasta el final antes de regresar y probar otro. Es útil cuando tienes muchos caminos y no te importa cuán largo sea, solo quieres llegar al final rápidamente.

##### Pseudocódigo DFS:

```
DFS(estado_inicial, test_objetivo):  
    crea una pila con el estado_inicial  
    mientras la pila no esté vacía:  
        estado = pila.desapilar()  
        si test_objetivo(estado):  
            devuelve la solución  
    para cada acción en estado:  
        hijo = aplica acción a estado  
        pila.apilar(hijo)  
    devuelve fracaso
```

**Búsqueda de costo uniforme:** Piensa en un sistema de subasta donde cada movimiento tiene un precio y quieres gastar lo menos posible. Esta búsqueda siempre elige el camino más barato hasta

ahora, ideal para planificar presupuestos o rutas de viaje con diferentes costos.

Búsqueda en profundidad limitada (DLS): Es como DFS, pero con un límite. Te pones un casco con una linterna que solo alcanza cierta distancia. Exploras hasta ese límite y si no encuentras la salida, retrocedes. Es bueno para cuando DFS se va demasiado profundo y quieres ponerle un toque de control.

### 3.3. Búsqueda Informada

#### Funciones heurísticas

Las funciones heurísticas son como brújulas que orientan a los algoritmos de búsqueda hacia la solución. Son métodos de evaluación que proporcionan una estimación del costo o la distancia desde un estado dado hasta el objetivo en un problema de búsqueda. Estas funciones son fundamentales en las estrategias de búsqueda informada, ya que guían la exploración del espacio de búsqueda al proporcionar información sobre qué tan cerca está un estado del objetivo. Una buena función heurística es aquella que es admisible (no sobreestima el costo) y consistente (sigue un patrón predecible de valores).

#### Búsqueda voraz primero el mejor

La búsqueda voraz primero el mejor es una estrategia que elige el siguiente nodo a explorar basándose únicamente en el costo estimado desde el nodo actual hasta el objetivo. No considera el costo total acumulado hasta el momento, lo que puede llevar a soluciones rápidas pero no siempre óptimas. Es como decidir qué camino tomar en un laberinto mirando solo lo que está más cerca del final, sin pensar en si ese camino podría tener obstáculos más adelante.

#### Búsqueda $A^*$

La búsqueda  $A^*$  es una estrategia de búsqueda informada que combina la ventaja de la búsqueda voraz primero el mejor (evaluando nodos basándose en la estimación del costo hasta el objetivo) con la consideración del costo total acumulado hasta el momento. Esto permite encontrar una solución óptima si la función heurística utilizada es admisible y consistente. Es como tener un mapa detallado del laberinto y usarlo para tomar decisiones inteligentes sobre qué camino tomar, considerando tanto la distancia al final como los obstáculos en el camino.

#### Búsqueda heurística con memoria acotada

La búsqueda heurística con memoria acotada es una estrategia que utiliza información parcial del espacio de búsqueda para limitar la exploración a áreas más prometedoras. Esto se logra manteniendo una lista de nodos prometedores conocidos como *memoria acotada*, lo que evita la repetición de exploraciones innecesarias y mejora la eficiencia de la búsqueda.

## 4. Algoritmo Genético

### ¿Qué es el algoritmo Genético?

Un algoritmo genético (AG) entonces es: una técnica de resolución de problemas que utiliza principios inspirados en la selección natural para solucionar problemas de optimización. La selección natural (evolución) como estrategia implica la creación, reproducción y adaptación de una población de posibles soluciones en un rango de generaciones.

Este enfoque de población se basa en que cada individuo representa una posible solución al problema, y la evolución de estos comienza por, la **creación** de los individuos, la **reproducción** para después hacer la óptima **selección** de los padres en una nueva reproducción y **mutación**, finalmente comprobar o evaluar su **aptitud**

### Algoritmo genético vs. Búsqueda no informada

Los algoritmos genéticos y la búsqueda no informada son enfoques diferentes para resolver problemas de optimización. Un algoritmo genético es una técnica inspirada en la evolución biológica, donde una población de soluciones potenciales evoluciona a lo largo de generaciones mediante operadores como la selección, el cruce y la mutación. Por ejemplo, imagina que queremos encontrar la mejor ruta para entregar paquetes en una ciudad. Un algoritmo genético podría representar diferentes rutas como individuos en una población, y a través de generaciones, las mejores rutas (soluciones) se *reproducen* y mejoran.

En contraste, la búsqueda no informada es más como un proceso de prueba y error sin guía específica. Por ejemplo, si estuviéramos buscando un objeto en una habitación oscura, podríamos usar un enfoque de búsqueda no informada moviéndonos aleatoriamente y esperando encontrar el objeto eventualmente. Sin embargo, este enfoque puede ser ineficiente ya que no utiliza información sobre la ubicación probable del objeto.

### Algoritmo genético vs. Búsqueda informada

Los algoritmos genéticos y la búsqueda informada se diferencian en la forma en que utilizan la información sobre el problema para dirigir la búsqueda hacia soluciones óptimas. En el caso de un algoritmo genético, la información proviene de la evaluación de la aptitud de las soluciones en función de un objetivo específico. Por ejemplo, en un problema de programación de horarios escolares, las soluciones que evitan superposiciones de clases y maximizan el uso de recursos se considerarían más aptas.

Por otro lado, la búsqueda informada, como el algoritmo  $A^*$  utiliza información más detallada sobre el problema, como funciones heurísticas que estiman el costo desde un estado dado hasta el objetivo. Siguiendo con el ejemplo del horario escolar, una función heurística podría estimar la eficiencia de una programación en términos de número de horas de clase y recursos utilizados. Esto permite a la búsqueda informada dirigirse hacia soluciones prometedoras de manera más eficiente que la búsqueda no informada o los algoritmos genéticos, especialmente en problemas donde se dispone de información detallada sobre el dominio del problema.

## 4.1. Pasos que sigue

### Inicialización de la Población 01

Comenzamos con una población inicial de posibles rutas para la entrega de paquetes. Cada individuo en la población representa una ruta diferente que conecta diferentes ubicaciones en la ciudad.

### Evaluación de la Aptitud 02

Se evalúa cada ruta utilizando una función de aptitud que considera factores como la distancia recorrida, el tiempo de entrega y la eficiencia en el uso de recursos. Esto asigna a cada ruta un valor numérico que indica qué tan buena es en comparación con otras.



### **Selección de Padres 03**

Los individuos con mayor aptitud tienen una mayor probabilidad de ser seleccionados como padres para la reproducción. Esto se hace de manera aleatoria, pero con una mayor probabilidad para los individuos más aptos.

### **Reproducción 04**

Se eligen dos padres de la población seleccionada y se combinan para crear nuevos descendientes. Esto se logra cruzando las cadenas genéticas de los padres en un punto de cruce aleatorio. Por ejemplo, si un padre tiene una ruta que pasa por un conjunto de ubicaciones y el otro padre tiene otra ruta que pasa por diferentes ubicaciones, el cruce en un punto específico podría combinar partes de ambas rutas para generar una nueva.

### **Mutación 05**

Los nuevos descendientes pueden experimentar cambios aleatorios en sus rutas, simulando la mutación genética. Esto introduce variabilidad en la población y evita la convergencia prematura hacia una solución subóptima.

### **Reemplazo 06**

Los nuevos descendientes reemplazan a los individuos menos aptos en la población existente. Esto ayuda a mantener la diversidad genética en la población y a explorar diferentes soluciones potenciales.

### **Criterio de Aptitud 07**

Se repiten los pasos 2 a 6 durante varias generaciones hasta que se alcance algún criterio de aptitud, como una solución que cumpla con los requisitos de entrega de paquetes (por ejemplo, la ruta más corta que visita todas las ubicaciones requeridas) o un número máximo de generaciones.

## **5. Aprendizaje automático**

### **Definiciones**

#### **Definición de Microsoft [2]**

El aprendizaje automático (ML) es el proceso mediante el cual se usan modelos matemáticos de datos para ayudar a un equipo a aprender sin instrucciones directas. Se considera un subconjunto de la inteligencia artificial (IA). El aprendizaje automático usa algoritmos para identificar patrones en los datos, y esos patrones luego se usan para crear un modelo de datos que puede hacer predicciones. Con más experiencia y datos, los resultados del aprendizaje automático son más precisos, de forma muy similar a cómo los humanos mejoran con más práctica.

#### **Definición de Google [3]**

El aprendizaje automático es un subconjunto de inteligencia artificial que le permite a una máquina o un sistema aprender y mejorar de forma automática a partir de la experiencia. En lugar de una programación explícita, el aprendizaje automático usa algoritmos para analizar grandes cantidades de datos, aprender de las estadísticas y tomar decisiones fundamentadas.

Los algoritmos de aprendizaje automático mejoran el rendimiento con el paso del tiempo, ya que se entrenan (se exponen a más datos). Los modelos de aprendizaje automático son el resultado o lo

que el programa aprende cuando se ejecuta un algoritmo en los datos de entrenamiento. Cuantos más datos se usen, mejor será el modelo.

Entonces imaginemos que vamos a entrenar a una computadora para que aprenda a reconocer gatos. En lugar de decirle exactamente qué es un gato, le pasamos muchas fotos de gatos y no gatos.



La computadora va aprendiendo qué características tienen en común los gatos y cómo diferenciarlos de otras cosas.



Después de ver suficientes ejemplos, puede reconocer gatos en fotos nuevas.



Ahora el como funciona con pasos más detallados:

1. Recopilar y preparar los datos: Primero, recopilamos datos de diferentes fuentes y los organizamos para que la computadora pueda entenderlos. Revisamos los datos para corregir errores y asegurarnos de que estén completos y consistentes.
2. Entrenar el modelo: Dividimos los datos en dos grupos: uno para enseñar a la computadora (conjunto de entrenamiento) y otro para probar lo que ha aprendido (conjunto de pruebas). Usamos el conjunto de entrenamiento para enseñarle a la computadora a identificar patrones y tomar decisiones.
3. Validar el modelo: Después de entrenarla, probamos la computadora con el conjunto de pruebas para ver si ha aprendido correctamente. Evaluamos su rendimiento y precisión para asegurarnos de que pueda resolver problemas de manera confiable.
4. Interpretar los resultados: Finalmente, revisamos los resultados que la computadora ha dado. Analizamos la información obtenida, sacamos conclusiones y hacemos predicciones basadas en lo que ha aprendido.

## Función

- Reconocimiento de patrones: El aprendizaje automático puede identificar patrones en datos complejos mediante el análisis de características y relaciones entre variables. Por ejemplo, puede reconocer patrones en imágenes para identificar rostros humanos o detectar anomalías en series temporales para prevenir fraudes financieros.
- Clasificación y categorización: Esta capacidad permite al aprendizaje automático clasificar datos en diferentes categorías o etiquetas. Por ejemplo, puede clasificar correos electrónicos como spam o no spam basándose en su contenido y características, o categorizar documentos en diferentes temas según su contenido y palabras clave.
- Predicción y pronóstico: El aprendizaje automático puede predecir resultados futuros utilizando modelos entrenados con datos históricos. Por ejemplo, puede predecir el rendimiento de acciones en el mercado financiero, pronosticar el clima para los próximos días o anticipar la demanda de productos en una tienda en línea.
- Optimización de decisiones: Ayuda a tomar decisiones más informadas y eficientes al analizar grandes cantidades de datos y encontrar la mejor solución posible. Por ejemplo, puede optimizar rutas de transporte para minimizar costos y tiempos de entrega, o recomendar estrategias de marketing personalizadas para maximizar el retorno de inversión.
- Personalización y recomendaciones: El aprendizaje automático permite ofrecer experiencias personalizadas a usuarios individuales al analizar su comportamiento y preferencias. Por ejemplo, puede recomendar películas o series de televisión en plataformas de streaming basándose en el historial de visualización de cada usuario, o sugerir productos relacionados en tiendas en línea según las compras anteriores.

## Referencias

- [1] E. Pérez. «Boston Dynamics ha cruzado la última frontera en la agilidad de sus robots.» (2023), dirección: <https://www.xataka.com/robotica-e-ia/boston-dynamics-ha-cruzado-ultima-frontera-agilidad-sus-robots-volteretas-mortales> (visitado 26-02-2024).
- [2] A. microsoft. «¿Qué es el aprendizaje automático?» (), dirección: <https://azure.microsoft.com/es-mx/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-machine-learning-platform> (visitado 19-03-2024).
- [3] Google. «Inteligencia artificial (IA) vs. aprendizaje automático (AA).» (), dirección: <https://cloud.google.com/learn/artificial-intelligence-vs-machine-learning?hl=es-419> (visitado 19-03-2024).
- [4] C. M. Andreas y S. Guido, *Introduction to Machine Learning with Python*, 1th. O'Reilly, 2016.
- [5] S. Russell y P. Norvig, *Inteligencia Artificial Un Enfoque moderno*, 2nd. Pearson Prentice Hall, 2016.
- [6] B. de CEUPE. «¿Qué es un Agente Inteligente?» (2023), dirección: <https://www.ceupe.com/blog/agente-inteligente.html> (visitado 26-02-2024).