

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL DESMITIFICADA

Una introducción a los conceptos esenciales

Luis Stabile¹

Resumen

Este ensayo comienza esbozando los llamados “tipos” de la inteligencia humana para luego presentar - a nivel conceptual – las características más relevantes de los diversos tipos de Inteligencia Artificial.

Como hoy nadie duda del avance de la Inteligencia Artificial y su influencia en todo tipo de industrias, en la educación en general y en la Educación Tecnológica en particular, esperamos que este breve trabajo contribuya a enriquecer nuestros conocimientos y reflexiones sobre este enorme desarrollo del campo de la tecnología.

El objetivo de este artículo es el de realizar un recorrido conceptual por los fundamentos de la Inteligencia Artificial, que son el Machine Learning, el Deep Learning, y la llamada Inteligencia Artificial Generativa, de reciente desarrollo, y que ha significado una revolución tecnológica de las más extraordinarias de la historia. Las dos primeras responden al descubrimiento de tipos de vinculaciones recurrentes entre datos, desde las formas más sencillas y referidas a relativamente pocas variables en juego, encaradas por Machine Learning; hasta las formas más complejas, referidas a cantidades prácticamente ilimitadas de variables, encaradas por Deep Learning, tecnología basada en las redes neuronales artificiales, de estructura similar a las redes neuronales de nuestro cerebro, con millones de neuronas. Machine Learning puede clasificar datos en distintos grupos según diferentes características preestablecidas, y también es capaz de identificar tendencias en el comportamiento de variables vinculadas entre sí, como la evolución de las ventas en función del nivel de descuentos en distintas promociones. Por otro lado, Deep Learning con su alcance de dar soporte a

¹ Ingeniero Industrial (UBA). Entre otros cargos fue: Ingeniero de Sistemas (IBM). Gerente de Sistemas Industriales (Renault Argentina). Director de IT para el Mercosur en CAT. Creador y Director de la Licenciatura en Administración y Sistemas del Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA), premio nacional en Innovación Educativa en 2006 otorgado por CESSI (Cámara Empresaria de Software y Sistemas de Información).

Profesor de Gestión basada en Modelos y Procesos de Negocios, Introducción a la Administración y Sistemas, Modelos y Procesos de Negocios en la carrera de Administración y Sistemas (ITBA). Profesor de Gestión del Conocimiento y de Gestión de Procesos de Negocios, del posgrado en Gestión de Servicios (Fac. Ingeniería, UBA). Profesor de Tecnologías Emergentes y su aplicación en la Transformación Digital (MBA de la Universidad de Palermo). Es autor de numerosas publicaciones especializadas.

relaciones complejas entre variables, soporta el funcionamiento de Chatbots, los que simulan el comportamiento humano en charlas interactivas en tiempo real y lenguaje natural. Por otro lado permiten analizar imágenes con gran precisión, ayudando en el diagnóstico temprano de tumores, facilita también el reconocimiento facial, el reconocimiento de la voz de distintas personas, la identificación de melodías, y de sus intérpretes, entre otras aplicaciones.

Finalmente se presentará también a la Inteligencia Artificial Generativa, cuyo objetivo es el de obtener respuestas creativas a demanda de los usuarios, en relación a diversos tipos de necesidades, generando resultados tales como creación de imágenes y de música, producción de videos, diseño de moda, generación de textos para cualquier fin, campañas de marketing, elaboración de diferentes estrategias con gran impacto en la productividad empresarial dado el tiempo en que responde a estas demandas, generalmente en cuestión de pocos segundos.

Palabras clave: Inteligencia humana - Inteligencia artificial – Dinámica de sistemas

Inteligencia Humana

La inteligencia humana se refiere a la capacidad de los seres humanos para pensar en términos abstractos, razonar, aprender por la experiencia, adaptarse al entorno, comprender ideas complejas, emocionarse, crear contenidos en diversos campos, empatizar con los demás, tomar decisiones, y resolver problemas en forma autónoma y en equipo con otros seres humanos.

Algunas variables que influyen en el desempeño de una persona en determinados campos son sus inclinaciones naturales, su experiencia de vida, su formación y valores adquiridos. Generalizando, la inteligencia humana hace uso de todas nuestras capacidades cognitivas, sentidos y sentimientos.

Tipos de Inteligencia humana

Sin pretensión de agotar la compleja vastedad de los atributos propios de la mente humana, y para facilitar una aproximación comparativa con la inteligencia artificial, con

base en los trabajos de Howard Gardner (2003), podemos distinguir los siguientes tipos de inteligencia humana:

- Inteligencia lingüístico-verbal: facilidad para comunicarse.
- Inteligencia lógico-matemática: facilidad de resolver problemas matemáticos.
- Inteligencia espacial: capacidad de observar objetos desde distintas perspectivas.
- Inteligencia musical: facilidad para distinguir melodías y armonías, y eventualmente componerlas y/o interpretarlas.
- Inteligencia corporal: facilidad para dominar su propio cuerpo.
- Inteligencia Intrapersonal: capacidad para entenderse a sí mismo.
- Inteligencia Interpersonal: sensibilidad para captar los deseos y estados de ánimo de los demás.
- Inteligencia Naturalista: sensibilidad para todo lo relacionado con la naturaleza.
- Inteligencia Existencial: capacidad de cuestionarse sobre la existencia, vida y muerte.
- Inteligencia Emocional: capacidad de autocontrol, manejo del estrés y automotivación.
- Inteligencia Colaborativa: capacidad de alcanzar metas trabajando en equipo.
- Inteligencia Creativa: capacidad de generar ideas nuevas para crear cosas y desarrollar actividades.
- Inteligencia Analítica: capacidad de comprender fenómenos complejos y crear modelos que los expliquen.

Inteligencia Artificial

La Inteligencia Artificial es un campo de estudio que se enfoca en la aplicación de sistemas informáticos basados en la utilización de datos, cuyo objetivo es el de analizar sus posibles vinculaciones, y extraer conclusiones a partir de las mismas, tareas que normalmente requieren de algunos aspectos de la inteligencia humana. Entre estas tareas se incluyen el razonamiento, el aprendizaje mediante ejemplos, la percepción visual, el reconocimiento de temas musicales, las sugerencias para la toma de decisiones y la resolución de problemas.

La IA trabaja con datos generalmente numéricos en su origen, o transformados en datos numéricos a partir de imágenes, temas musicales, textos, y videos. La IA tiene aplicaciones en diversas áreas como la medicina, la robótica, los vehículos autónomos, el procesamiento del lenguaje natural, y el procesamiento de imágenes, entre otros.

En la actualidad existen dos tipos de Inteligencia Artificial: La “Tradicional o Estrecha”, y la Inteligencia “Generativa”, que se verá más adelante.

Inteligencia Artificial Tradicional o Estrecha

La Inteligencia Artificial Tradicional o Estrecha, se refiere a la capacidad de los sistemas informáticos para procesar importantes cantidades de datos y descubrir patrones, es decir algún tipo de vinculaciones recurrentes entre ciertas variables (en esto consiste el llamado aprendizaje automático). A partir de estos patrones, se aplican tecnologías específicas en disciplinas como el procesamiento digital del lenguaje natural, la visión por computadora, y el reconocimiento musical, de aplicación en en diversas áreas, como la medicina, la robótica, y los vehículos autónomos.

La Inteligencia Artificial Tradicional se basa exclusivamente en la utilización de modelos matemáticos.

Algunas similitudes y diferencias entre la Inteligencia Humana y la Inteligencia Artificial Tradicional

- **Similitudes:**

1. Capacidad de procesamiento de información:

Tanto la Inteligencia Humana como la Inteligencia Artificial Tradicional o Estrecha tienen la capacidad de procesar, analizar, almacenar y recuperar información, ya sea a través de la mente humana o mediante algoritmos y sistemas informáticos.

2. Ayuda a la Toma de decisiones:

Ambas formas de inteligencia son capaces de ayudar a tomar decisiones basadas en la información disponible, partiendo de objetivos, que en el caso de la inteligencia humana son autodeterminados.

La Inteligencia Humana utiliza la experiencia, la intuición, el razonamiento, y muy especialmente las preferencias personales o institucionales para tomar decisiones,

mientras que la Inteligencia Artificial Tradicional utiliza algoritmos y modelos matemáticos para sugerir las decisiones.

Por esta razón, dado el nivel de incertidumbre sobre la identificación de todas las variables que intervienen en los problemas, como también en el efecto futuro de cada posible decisión, y en el desconocimiento de los posibles cambios en el contexto que podrían causar impactos no deseados debido a las decisiones tomadas, muchas veces las decisiones se toman en base a las preferencias del decisor. (Teoría de la Racionalidad Limitada, de Herbert Simon²).

- **Diferencias:**

1. Origen:

La Inteligencia Humana es inherente a los seres humanos y se desarrolla a través de la evolución histórica, social, cultural, a la educación y la experiencia. Por otro lado, la Inteligencia Artificial Tradicional, es creada por los seres humanos y se basa en modelos matemáticos diseñados para simular la inteligencia humana en tareas específicas.

2. Capacidad de emoción y conciencia:

La Inteligencia Humana tiene la capacidad de experimentar emociones, tener conciencia de sí misma y de su entorno. En cambio, la Inteligencia Artificial Tradicional carece de emociones y conciencia al limitar la realización de sus tareas al ámbito de los modelos matemáticos.

3. Limitaciones y habilidades específicas:

La Inteligencia Humana tiene habilidades cognitivas y sociales que le permiten comprender el contexto, interpretar el lenguaje de manera más profunda y resolver problemas complejos de manera creativa.

Por otro lado, la Inteligencia Artificial si bien puede superar a los humanos en tareas específicas y repetitivas, como el procesamiento de grandes cantidades de datos y la realización de cálculos complejos de manera más rápida y precisa, carece de la posibilidad de considerar aspectos sociales, psicológicos, y en definitiva, humanos.

4. Creatividad y emociones:

² La teoría de la racionalidad limitada de Herbert Simon plantea que las personas tomamos decisiones de forma parcialmente irracional a causa de nuestras limitaciones cognitivas, de información y de tiempo.

La inteligencia humana tiene la capacidad de ser creativa, generar ideas nuevas y expresar emociones. La inteligencia artificial Tradicional o Estrecha, por otro lado, no tiene estas capacidades, aunque ya existen tecnologías que permiten a las máquinas generar contenido creativo, mediante lo que se llama Inteligencia Artificial Generativa (como veremos luego).

Tecnologías comprendidas en la Inteligencia Artificial Tradicional

1. Machine Learning (ML)

Machine Learning (o aprendizaje automático) es una tecnología que da a las computadoras la habilidad de identificar vinculaciones sistemáticas (“patrones”) entre datos, a partir de análisis realizados por “modelos”, sin necesidad de generar aplicaciones informáticas programadas específicamente a ese fin.

Estos elementos llamados “modelos” son el corazón de la Inteligencia Artificial, y están constituidos por expresiones matemáticas que analizan todos los datos posibles para encontrar aquellos “patrones”.

Los modelos a su vez son “entrenados” por medio de “algoritmos de optimización”, los que consisten en procedimientos desarrollados con la finalidad de ajustar automáticamente los valores de los “parámetros” de los modelos hasta optimizar el resultado esperado de dichos modelos.

Durante el proceso de búsqueda de patrones se deben probar diferentes modelos y valores de los parámetros para identificar a los que más se ajustan a los resultados esperados.

- **Cooperación “ser humano-máquina” en Machine Learning**

Dado que la tarea de los modelos es realizada en forma automática, tendemos a pensar que se eliminan todos los sesgos personales (psicológicos, ideológicos, o de preferencias). Sin embargo, como la selección de los datos a ser analizados en Machine Learning es una actividad exclusivamente humana, ciertos sesgos personales van a estar necesariamente presentes en las conclusiones.

- **Funciones del Machine Learning**

Definición del objetivo: Machine Learning comienza su proceso a partir de la definición del objetivo, es decir la temática a enfocar, lo que determina qué datos

recopilar, y el tipo de funcionalidad a ser utilizada en el análisis de datos (descriptiva, predictiva, o prescriptiva).

Función Descriptiva: El sistema usa los datos para explicar lo que pasó.

Función Predictiva: El Sistema usa los datos para predecir lo que pasará.

Función Prescriptiva: El Sistema usa los datos para hacer sugerencias acerca de las acciones a tomar.

2. Tipos de Modelos en Machine Learning

En Machine Learning se consideran dos grandes grupos: el de Aprendizaje NO Supervisado y el Aprendizaje Supervisado, a los cuales se suele agregar también el llamado aprendizaje reforzado.

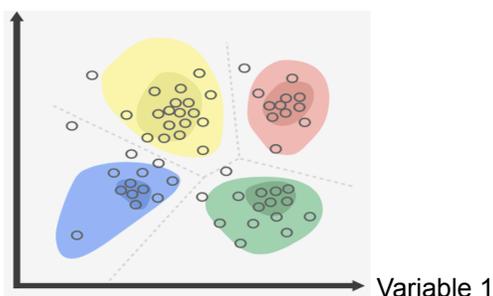
a) Aprendizaje NO Supervisado

Es una rama del Machine Learning donde se busca descubrir patrones ocultos en los datos, cuando no se cuenta con “etiquetas” que describan el significado de cada uno de los datos de entrada.

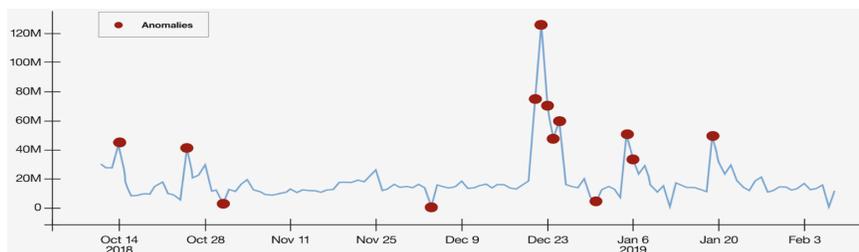
Algunas de las técnicas más comunes son:

- Algoritmos de agrupamiento (Clasificación): se busca agrupar datos en conjuntos basados en similitudes, como en el siguiente gráfico.
- Un ejemplo de aplicación de esta funcionalidad es la necesidad de identificar a los segmentos de clientes, a partir de sus particulares hábitos de consumo, con el objeto de enfocar en cada caso nuestras campañas de marketing.

Variable 2



- Reducción de dimensionalidad: se busca reducir la cantidad de variables o dimensiones en los datos, manteniendo la información más relevante para el objetivo buscado, con el objeto de visualizar los datos de manera más sencilla.
- Detección de anomalías: se busca identificar datos inusuales respecto del comportamiento normal. Puede servir para detectar fraudes, errores, o comportamientos anómalos (en el siguiente gráfico: puntos resaltados).



El Aprendizaje NO Supervisado puede servir para descubrir conocimientos ocultos, y, entre otras aplicaciones, identificar distintos segmentos de una población, con el objeto de analizar el impacto de un fenómeno cualquiera, como por ejemplo el impacto de una epidemia de dengue en personas de distintas edades.

b) Aprendizaje Supervisado

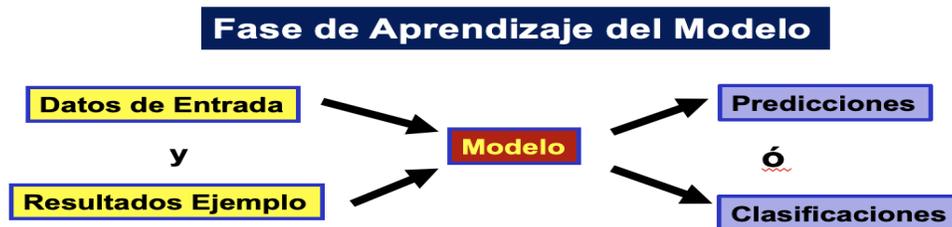
El Aprendizaje Supervisado requiere un conjunto de datos de entrada y sus correspondientes datos reales de salida para aprender de esas vinculaciones, con el objeto de lograr modelos (algoritmos y parámetros) capaces de clasificar elementos en grupos con características comunes, y/o predecir estimaciones futuras de valores continuos.

Ejemplos de clasificación: si un animal es un gato o un perro, si una transacción es fraudulenta o no. Ejemplos de predicción de estimaciones (regresión): previsiones de ventas de la próxima semana, evolución de la morosidad de un cierto segmento de clientes.

En el proceso de Aprendizaje Supervisado se suelen presentar dos fases: Fase de aprendizaje del modelo y Fase de validación del modelo. En función de la aproximación entre los “Resultados con la aplicación del Modelo”, y los “Resultados Ejemplo”

(tomados de datos reales), se acepta por válido el Modelo, o se itera hasta ajustarlo acorde a los requerimientos del nivel de aproximación.

Proceso de Aprendizaje Supervisado – Fase 1:



Proceso de Aprendizaje Supervisado – Fase 2:

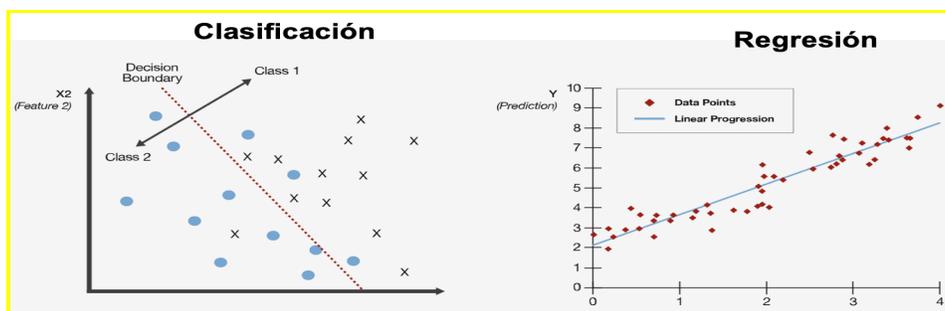


El Aprendizaje Supervisado enfoca dos tipos de problemas: clasificación y regresión (estimación de la evolución de la variable dependiente).

Ejemplos:

- Categorización de Objetos: usado para ubicar, aislar y categorizar objetos desde videos o imágenes.
- Analítica Predictiva: permite anticipar ciertos resultados basados en una variable de output, ayudando a la toma de decisiones.
- Detección de Spams: Usando algoritmos de clasificación, se pueden reconocer anomalías que permitan detectar spams, y separarlos de los que no lo son.

Ejemplos gráficos de Clasificación y Regresión:



c) Aprendizaje Reforzado

El Aprendizaje Reforzado es un potente medio para resolver problemas que no tengan un gran historial de datos para ser utilizados en el entrenamiento de modelos. Al modelo no se le indica qué acciones tomar, sino que descubre dichas acciones en base a los “premios” o penalidades al tomar distintas opciones. Es un estilo de aprendizaje que usa el método de prueba y error, basado en premios y penalidades, mejorando continuamente al modelo con cada nueva iteración.

Ejemplos de Aprendizaje Reforzado: Aprender el uso de juegos o aplicaciones informáticas simples, o entrenar vehículos autónomos, informando al sistema cuando ha tomado decisiones correctas, lo que con el tiempo ayuda a entender y mejorar qué tipo de acciones tomar.

3. Ejemplos de aplicaciones reales de Machine Learning

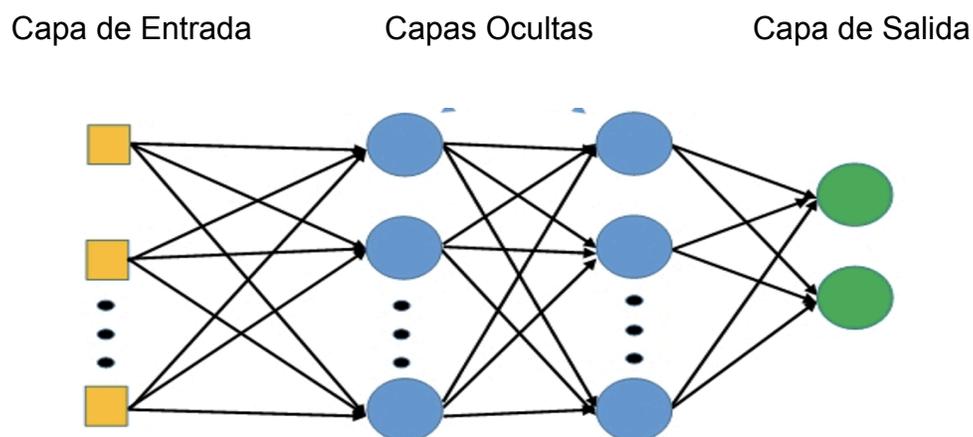
- Análisis de clientes. Consiste en recopilar datos de los usuarios (por ejemplo, de su actividad en redes sociales o su historial de navegación) para luego convertirlos en información accionable de marketing.
- Sistemas de recomendación. Se trata de creación de un motor que aprenda de los gustos y preferencias de los clientes, lo cual agiliza el proceso de compra o consumo de contenido. Algunos ejemplos son las recomendaciones de Spotify, Netflix y Amazon.
- Conexiones por Redes Sociales. Otro ejemplo de un algoritmo similar es el de “gente que usted puede conocer” en plataformas como LinkedIn, Instagram, Facebook, y X (anteriormente Twitter), basado en contactos, y comentarios.

- Identificación de objetos o personas. Con el uso de ML, se pueden identificar objetos o personas en imágenes por medio de la intensidad de los pixels.
- Procesamiento de lenguaje natural (NLP). Tiene múltiples aplicaciones, como la conversión de grabada o directamente de audio en vivo, y la convierte en archivos de texto. Es capaz de proveer en forma de voz el recordatorio para tomar los medicamentos en los horarios establecidos.
- Asistentes virtuales. Son dispositivos que se puede tener en hogares, como Alexa (de Amazon), Google Home, o Siri (en los iPhones). Estos dispositivos utilizan una combinación de tecnologías de reconocimiento de voz y Machine Learning para capturar datos en base a las preguntas de los usuarios y responder lo demandado. Ellos detectan cuando el usuarios comienza a hablar, registra lo que se le solicita, y entrega la respuesta. Por ejemplo: Siri, cual es el pronóstico para hoy? Para responder, Siri busca en la web el pronóstico en la localidad del usuario, y responde en forma inmediata.
- Analítica Predictiva de valores inmobiliarios y financieros. La analítica predictiva y el “trading” basado en algoritmos son aplicaciones de uso común en industrias como finanzas y en el mercado inmobiliario. Estos métodos de Machine Learning ayudan a predecir cómo evolucionará el mercado de activos financieros basados en el análisis de su evolución a través de los años. Los modelos de Machine Learning pueden ayudar a predecir el valor de los activos financieros en 2025 y más allá.
- Detección de fraudes con tarjetas de crédito. La analítica predictiva puede ayudar a determinar si una transacción es fraudulenta o legítima. Los analistas de fraudes utilizan Machine Learning para monitorear variables incluidas en eventos anteriores de fraudes. Ellos usan esta información para cuantificar la probabilidad de que un dado evento sea parte de una actividad fraudulenta.
- Predicciones del Tráfico. Cuando se usa Google Maps para ver el camino al trabajo o a un nuevo restaurant, Google Maps provee un tiempo estimado para llegar. Google usa Machine Learning para construir modelos del tiempo necesario para llegar basado en datos históricos registrados por aplicaciones satelitales. Estos datos históricos son actualizados basados en la ruta real seguida en el actual recorrido y en el nivel de tráfico.

- Vehículos de conducción autónoma. Un uso frecuente de Machine Learning es aprendizaje reforzado, para dar soporte a la tecnología utilizada en los vehículos de conducción autónoma. La empresa de vehículos autónomos Waymo utiliza sensores con Machine Learning para la toma de datos sobre los vehículos cercanos en tiempo real. Estos datos ayudan a guiar la respuesta del vehículo en diferentes situaciones, como la de una persona cruzando la calle, una luz roja, u otro vehículo en el mismo carril.

4. Deep Learning (Aprendizaje Profundo)

El Deep Learning está basado en las Redes Neuronales Artificiales, las que están modeladas en base al cerebro humano, en el cual millones de “nodos” (neuronas) están conectados entre sí, por medio de “conexiones neuronales”, y organizados en capas. Cada nodo de cada capa está conectado (por medio de conexiones neuronales) con otros nodos a los que envían el resultado de su procesamiento, los que a su vez procesan y envían sus resultados a otros nodos de capas superiores. Cada nodo ejecuta diferentes funciones, como en el reconocimiento de imágenes, en el que cada nodo se dedica a analizar distintas partes de la imagen. Al pasar el resultado del procesamiento de cada nodo a los nodos de las capas superiores, cada uno de estos nodos aumenta la precisión de la imagen que recibe, de modo que cada capa va completando su “rompecabeza” con mayor nivel de detalle.



5. Procesos de identificación y selección de las “características a ser incluidas en los modelos de Machine Learning y Deep Learning.

Se entiende por “características” a la generalización de “datos”.

Ejemplo:

En el caso de un CV, los “datos” pueden ser:

Ingeniero Civil, graduado en la UBA, 10 años de actividad docente, especialista en construcciones antisísmicas, etc.

Y las “características”, serían:

Título universitario, Institución en la que se graduó, antigüedad en docencia, especialidad profesional, etc.

- Selección de las características a considerar en el modelo, en el caso de Machine Learning:

En Machine Learning, la selección de características es un proceso artesanal a cargo de analistas en función del conocimiento del problema.

- Vinculaciones entre “características” de los datos a analizar, en el caso de Machine Learning.

El Machine Learning se limita a analizar vinculaciones lineales simples entre pocas características.

- Selección de “características” a considerar en el modelo, en el caso de Deep Learning:

La selección entre “características” en Deep Learning es un proceso automático realizado a partir de los datos, mediante un proceso de abstracción a cargo de Deep Learning, en el que se “descubren las características” más importantes que deben integrar la red neuronal, y posteriormente sus respectivos niveles de relevancia mediante los algoritmos de optimización. Debido a los múltiples niveles de las redes neuronales y el consiguiente aumento gradual de abstracción alcanzado a través de los mismos, la calidad de los resultados de sus distintas funciones, como procesamiento del lenguaje natural, visión por computadoras, identificación de temas musicales, etc., son notablemente superiores respecto a los alcanzados por Machine Learning.

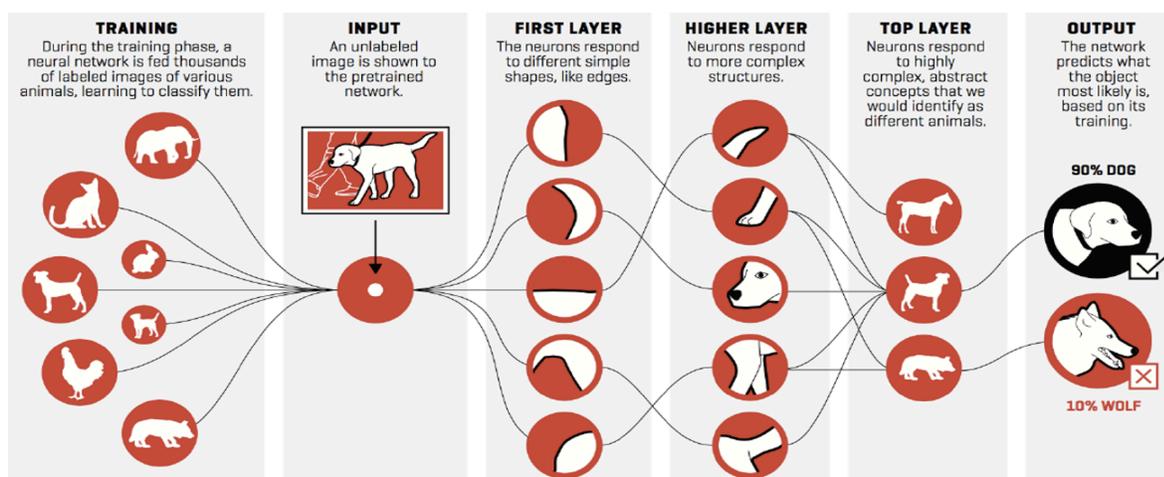
Vinculaciones entre “características” en el caso de Deep Learning:

Soporta una estructura en capas, nodos y vinculaciones entre nodos, un modelado de relaciones multicausales lineales y no lineales entre innumerables características, lo que le permite ejecutar procesos más sofisticados generando resultados de mayor calidad.

6. Construcción de una Red Neuronal. Ejemplos

El primer paso en la construcción de una red es definir la cantidad de niveles (o capas), y la cantidad de nodos por cada una de las capas. A este conjunto se lo llama *hiperparámetros*. Es igualmente importante la ponderación del nivel de relevancia (peso) de cada conexión entre pares de nodos (*parámetros*), para aplicarle el peso correspondiente a sus respectivas salidas (*resultados*). El conjunto de dichas salidas de cada nodo determinarán el resultado de los nodos de la capa final entregado por la red neuronal. A mayor cantidad de nodos y capas, se tendrá un resultado más preciso, pero se requiere una mayor capacidad de procesamiento, lo que no ayuda en su factibilidad económica. Cada nodo en su respectiva capa está dedicado a un elemento y cada una de las conexiones que llegan a cada uno de dichos nodos podrá tener más o menos importancia (*peso*) que otras, según su nivel de influencia en la determinación del resultado final buscado.

Ejemplo 1: Identificación de animales (Caso de Clasificación)



En este ejemplo, en el primer paso del proceso de entrenamiento de la red neuronal se le presentan miles de imágenes etiquetadas de varios animales para que la red aprenda a distinguir a cada uno.

En el segundo paso del proceso se presenta una imagen NO etiquetada del animal que queremos que la red identifique. A continuación, la red aprende a distinguir en dicha imagen las formas más simples, como algunos bordes.

En el paso siguiente, la red aprende a reconocer formas más complejas.

Y en la última capa anterior a la de salida, la red aprende a reconocer conceptos más abstractos que servirían para identificar diferentes animales.

Y finalmente en la capa de salida, la red neuronal asigna niveles de probabilidad a cada tipo de animal que será presentado a la red para su identificación.

A mayor cantidad de nodos y capas, mejor calidad resultado, pero se requiere mucha mayor capacidad de procesamiento, lo que no ayuda en su factibilidad económica.

Ejemplo 2: Se trata de representar los elementos que determinan el nivel de *inflación* en la economía de un país. Se puede modelar una red neuronal que nos permita incluir todas las variables que entendamos que pueden influir en el nivel de inflación, tales como:

- Alto nivel de concentración económica (magnitud de oligopolios).
- Falta de regulaciones de parte del gobierno y /o acuerdos sectoriales.
- Falta de inversión para la mejora del nivel de productividad empresarial.
- Desequilibrio entre oferta y demanda por falta de inversión productiva que asegure una oferta suficiente de bienes.
- Elevado nivel de emisión monetaria en relación al escaso nivel de crecimiento de la oferta de bienes.
- Permanente puja distributiva entre sindicatos y empresas por el reparto del valor generado del funcionamiento de la economía.
- Expectativa de futuros aumentos.
- Expectativa de futuros faltantes de productos durables.
- Aumento de demanda por reducción de tasas de interés.

A su vez, casi todas estas variables se relacionan entre sí en esquemas de causa-efecto. A su vez, *a cada conexión neuronal* se le puede asignar un valor (*peso*)

que expresa el nivel de influencia de un nodo con otro de nivel superior con el cual se conecta.

El resultado de la sumatoria de pesos de cada conexión entre nodos hasta la capa de salida determina el nivel de la inflación, el que puede desagregarse y entender el peso de cada conexión, es decir de cada una de las múltiples causas que determinan dicho nivel, lo cual nos permite disponer de elementos para diseñar un plan para su mejora, fijando prioridades en función del peso de cada conexión.

Si bien se parte de fijar valores estimados para los pesos de cada conexión, hay situaciones que nos permiten aproximar los pesos a valores representativos de la realidad. Como ejemplo, ha sido muy común escuchar que “la única” causa de la inflación es la emisión monetaria, pero después de algunos años hemos podido observar que en un período de emisión cero (0) se produjo una inflación record, con lo cual quedó demostrado que hay otras causas que debemos analizar, y con las que debemos trabajar, como las que hemos enumerado más arriba, además de descubrir otras quizás más relevantes.

Estos ejemplos ilustran el tipo de juegos apasionantes que nos permiten realizar las redes neuronales.

7. Ejemplos de aplicaciones más usuales de Deep Learning:

- **Visión por computadora:** Se utiliza en detección y reconocimiento de objetos, clasificación de imágenes y segmentación de imágenes en aplicaciones como vehículos autónomos, seguridad y vigilancia, y análisis de imágenes médicas.
- **Procesamiento de lenguaje natural (NLP):** Se aplica en reconocimiento de voz, traducción automática, generación de texto, análisis de sentimientos y chatbots.
- **Salud y medicina:** Se emplea en el diagnóstico médico a través del análisis de imágenes médicas y detección de enfermedades, así como en la investigación de fármacos y análisis de datos clínicos.
- **Finanzas y comercio:** Se usa en el análisis de riesgos, predicción de precios de acciones, detección de fraudes y optimización de estrategias comerciales.

- Juegos y entretenimiento: Es utilizado en juegos de mesa, como ajedrez y Go, para superar a los mejores jugadores humanos, y también en la generación de contenido creativo, como parte de la IA Generativa.
- Robótica: Se emplea en el control y la toma de decisiones de robots autónomos, permitiéndoles realizar tareas complejas.

Un complemento al Deep learning: Dinámica de Sistemas (System Dynamics)

El *enfoque sistémico* es importante porque los ecosistemas, las organizaciones humanas y los sistemas artificiales pueden ser considerados como sistemas complejos. Sin embargo, la lógica lineal causal que relaciona causas con efectos no es adecuada para explicar los sistemas complejos, porque en los sistemas complejos los procesos presentan un número considerable de variables, cuyas relaciones son circulares. En este campo, la noción de realimentación, (o retroalimentación) es clave para entender la dinámica de los sistemas, porque los diversos componentes de un sistema complejo presentan intercambios cuyas influencias recíprocas pueden formar circuitos recurrentes de realimentación donde opera una lógica no-lineal porque los efectos actúan sobre las causas de modo “circular”. En otras palabras, la causalidad compleja no se basa, simplemente, en las relaciones causa-efecto (o en la suma de ellas) sino que introduce la idea de recursividad (Marpegan, 2021).

En este marco, la *Dinámica de Sistemas*, creada por Jay Forrester (1961), del M.I.T., nos permite complementar los modelos de Deep Learning para considerar un tipo de vinculación entre variables, y que consiste, como dijimos, en relaciones dinámicas circulares de causa-efecto. La particularidad de las vinculaciones circulares, consiste en que son recursivas, es decir que una causa genera un efecto, el cual normalmente es la causa que genera otro efecto, afectando en forma gradual la influencia de las relaciones entre variables, o dicho en términos de Deep Learning, genera un cambio permanente de los pesos entre nodos, hasta desembocar en algún tipo de crisis.

Veamos algunos ejemplos de aplicación del modelo de Dinámica de Sistemas.

- a. Un sistema sociotécnico complejo de macroeconomía. Supongamos el caso típico de la economía de un país cualquiera que presenta un cierto nivel de déficit en sus

cuentas públicas. Si consideráramos solo relaciones lineales, podríamos pensar que reduciendo el gasto público se eliminaría dicho déficit (causa \square efecto), pero en la realidad la relación entre gasto y déficit no es lineal sino circular, dado que al bajar el gasto público habrá menos ingresos en la población, y por lo tanto el consumo también se reducirá, con lo cual y como consecuencia se reducirá también la recaudación impositiva, lo cual aumentará el déficit... y en el caso de decidir repetir el mismo mecanismo habría que reducir nuevamente el gasto, y como consecuencia el consumo, y la recaudación impositiva... aumentando así el déficit que intentábamos disminuir. Este tipo de caso se denomina “ciclo reforzador”, dentro de los modelos de Dinámica de Sistemas. Estos ciclos pueden constituir ciclos “virtuosos” o “viciosos”, según nos acerquemos o nos alejemos a los objetivos buscados. Normalmente, en el caso de ciclos “viciosos”, su culminación es una crisis amplificadora que conduce a la necesidad de cambiar el modelo de funcionamiento.

- b. Nivel de Educación: La educación proporciona a las personas habilidades y conocimientos específicos que son relevantes para el campo laboral en el que desean ingresar. Al mismo tiempo, la educación brinda la oportunidad de construir una red de contactos profesionales, lo que permite crear oportunidades de empleo en el futuro. Y el conseguir empleo mejora el nivel de conocimientos, y como consecuencia la empleabilidad futura, lo que permite un aprendizaje continuo, el que a su vez aumenta la posibilidad de mejores empleos...
- c. Cambio climático: El aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero aumenta el calentamiento global, lo que provoca el derretimiento del hielo en los polos, lo cual libera gas metano, uno de los gases de efecto invernadero, el que a su vez contribuye a un mayor calentamiento global...
- d. Estudio y rendimiento académico: Cuando los estudiantes se dedican al estudio y obtienen buenos resultados académicos, normalmente aumenta su motivación y confianza en sí mismos. A su vez, una mayor motivación y confianza en general llevan a un mayor compromiso con el estudio y a un mejor rendimiento académico.
- e. Adicción y relaciones personales: Las adicciones, como el consumo de drogas, pueden afectar negativamente las relaciones personales. A su vez, los conflictos y la falta de apoyo social pueden aumentar el riesgo de incremento de la adicción.

Además, es posible generalizar la complementariedad entre Deep Learning y Dinámica de Sistemas. La división de tareas entre estos modelos consiste en:

- El Deep Learning permite identificar las características más influyentes en una dada problemática, y determinar los pesos de las relaciones entre ellas a partir de la aplicación de los algoritmos de optimización, utilizados en las redes jerárquicas que las representan.
- Por otro lado, el uso de modelos de Dinámica de Sistemas permite identificar y comprender el impacto de las relaciones causales circulares y su realimentación a través del tiempo, y tomar decisiones informadas para mejorar su funcionamiento. Permiten también simular diferentes escenarios para evaluar de qué modo el sistema respondería a diferentes cambios o eventos y anticipar acciones para posibles mejoras en su funcionamiento.

Inteligencia Artificial Generativa

Es un tipo de inteligencia artificial desarrollada eficazmente en los últimos años, que es capaz de crear contenidos originales a partir de la ingesta previa de innumerables cantidades de datos etiquetados y descompuestos en pequeñas unidades llamadas tokens, las que en el caso del procesamiento del lenguaje se refieren a cada una de las partes que integran la gramática, como sustantivos, verbos, adjetivos, artículos, etc., las que al momento de responder a cualquier pregunta son combinadas por medio de algoritmos llamados de “decodificación guiada”, los que aseguran la concordancia de las respuestas con las preguntas recibidas, como también la coherencia interna de las oraciones forman parte de las respuestas.

Un ejemplo es el de la mejora de las respuestas de ChatGPT. En el caso de que la respuesta de ChatGPT no satisfaga las expectativas, el usuario tiene la posibilidad de mejorarla, ingresando comentarios adicionales, tales como: “podrías ampliar el detalle de tu respuesta?”, o “podrías responder con un estilo menos formal?”, o la observación que se nos ocurra, lo que acercará la respuesta a nuestras necesidades.

Esta mecánica se aplica también e imágenes y música, con la única diferencia referida a los diferentes tipos de tokens, que en el caso de la música se refieren a conjuntos de

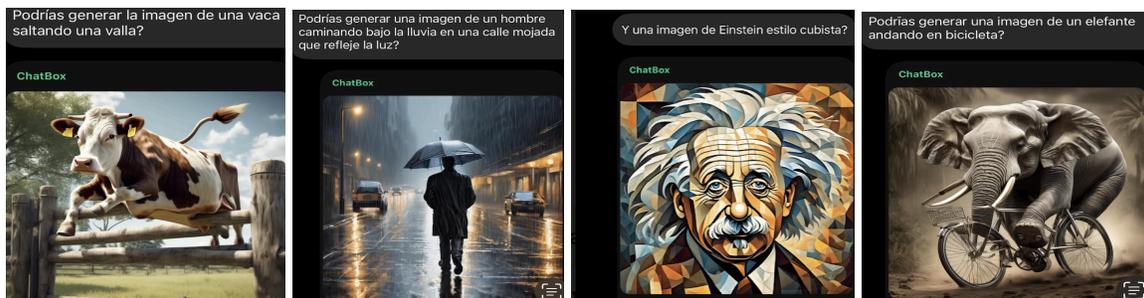
compases, secuencias de acordes, notas, todos ellos etiquetados para indicar las características que los definen, lo que es fundamental para la creación musical.

Este proceso es también ayudado por los “Modelos de Lenguaje”, para generar respuestas coherentes basadas en secuencias de palabras y frases que la IA Generativa ha aprendido durante el entrenamiento. En el caso de los otros tipos de datos, como las imágenes y la música, los procesos de tokenización y etiquetado son equivalentes a los del tratamiento de textos.

Si bien la IA Generativa puede enfrentar desafíos y generar respuestas que pueden no ser perfectas, los avances en la investigación y desarrollo de la IA continúan mejorando la capacidad de generar respuestas cada vez más coherentes y profundas.

Algunos ejemplos con el uso de ChatGPT (OpenAI):

- Generación de Imágenes



- Generación de un Plan de Estudio por parte de ChatGPT

Podrías proponerme un plan de estudios de una duración de 5 años con 10 materias por año para una carrera que integre las disciplinas de Administración de Empresas y Sistemas de Información?

Copiar Compartir Otra vez

Claro, puedo ayudarte con eso. Aquí tienes un plan de estudios de 5 años que combina las disciplinas de Administración de Empresas y Sistemas de Información:

Primer año:

1. Introducción a la Administración de Empresas
2. Fundamentos de Programación
3. Matemáticas para Administración de Empresas
4. Introducción a los Sistemas de Información
5. Contabilidad Financiera
6. Comunicación Empresarial
7. Estadística Aplicada
8. Principios de Economía
9. Fundamentos de Bases de Datos
10. Derecho Empresarial

Segundo año:

1. Administración de Recursos Humanos
2. Estructuras de Datos
3. Marketing
4. Análisis y Diseño de Sistemas
5. Finanzas Corporativas
6. Investigación de Operaciones
7. Fundamentos de Redes
8. Microeconomía
9. Gestión de Proyectos
10. Sistemas Operativos

Tercer año:

1. Estrategia Empresarial
2. Desarrollo de Aplicaciones Web
3. Gestión de la Calidad
4. Gestión del Cambio
5. Contabilidad de Costos
6. Inteligencia de Negocios
7. Marketing Digital
8. Macroeconomía
9. Seguridad Informática
10. Gestión de la Innovación

Cuarto año:

1. Gestión de Operaciones
2. Gestión del Conocimiento
3. Planificación y Control de Proyectos
4. Comercio Electrónico
5. Gestión del Talento
6. Gobierno de Tecnología de la Información
7. Gestión de Riesgos Empresariales
8. Sistemas de Información Gerencial
9. Comportamiento Organizacional
10. Big Data y Analytics

Quinto año:

1. Ética Empresarial
2. Emprendimiento
3. Gestión de la Cadena de Suministro
4. Gestión del Cambio Tecnológico
5. Gestión de la Relación con el Cliente
6. Business Intelligence
7. Gestión de Proyectos de TI
8. Prácticas Profesionales
9. Proyecto de Grado
10. Seminario de Investigación

● Generación del diseño de una campaña de Marketing

Podrías sugerirme el diseño de una campaña de marketing para un producto de alta tecnología de consumo masivo?

Copiar Compartir Otra vez

¡Por supuesto! Aquí tienes una sugerencia para el diseño de una campaña de marketing para un producto de alta tecnología de consumo masivo:

1. Establece tus objetivos: Define claramente los objetivos de tu campaña, como aumentar la conciencia de la marca, generar ventas o fomentar la fidelidad del cliente.
2. Identifica a tu público objetivo: Determina quiénes son tus clientes ideales y segmenta tu mercado en base a características demográficas, comportamientos de compra y preferencias tecnológicas.
3. Crea un mensaje convincente: Desarrolla un mensaje claro y convincente que destaque los beneficios y características únicas de tu producto de alta tecnología. Destaca cómo mejora la vida de los consumidores y soluciona sus necesidades.
4. Utiliza canales de marketing digital: Aprovecha las plataformas digitales como las redes sociales, el marketing de contenidos, el email marketing y la publicidad en línea para llegar a tu público objetivo de manera efectiva. Utiliza tácticas como el remarketing y la segmentación de audiencia para maximizar el impacto de tus mensajes.
5. Genera contenido de calidad: Crea contenido relevante y de calidad que informe, eduque y entretenga a tu audiencia. Utiliza videos, infografías, tutoriales y testimonios para mostrar las características y funcionalidades de tu producto.
6. Colabora con influencers: Identifica a influencers en el ámbito de la tecnología y colabora con ellos para promocionar tu producto. Estas asociaciones pueden ayudar a aumentar la visibilidad de tu marca y generar confianza entre los consumidores.
7. Ofrece incentivos y promociones: Crea ofertas especiales, descuentos y promociones exclusivas para incentivar la compra de tu producto. Utiliza el poder de la escasez y la urgencia para impulsar la demanda.
8. Realiza eventos y demostraciones: Organiza eventos y demostraciones en tiendas o ferias comerciales para permitir a los consumidores probar tu producto de primera mano. Esto les dará la oportunidad de experimentar sus características y funcionalidades, y aumentará las posibilidades de compra.
9. Recopila y analiza datos: Utiliza herramientas de análisis para recopilar datos sobre el rendimiento de tu campaña. Esto te ayudará a identificar qué tácticas son más eficaces y a realizar ajustes para mejorar tus resultados.

Posible impacto social del uso masivo de la IA Generativa

¿Cómo transformará la Inteligencia Artificial la vida humana? El impacto reciente del avance de la Inteligencia Artificial y su uso cada vez más extendido en todos los ámbitos ha provocado todo tipo de interrogantes, preocupaciones y debates.

Tan sólo para ilustrar este punto veamos brevemente la cuestión del desempleo.

A partir de la Revolución Industrial, cada avance de la tecnología desplazó mano de obra, creando efectos graves en el nivel de ocupación de la clase trabajadora. Sin embargo, y a pesar del efecto socialmente destructivo, se produjeron “soluciones” no planificadas, que consistieron en el “corrimiento” de la mano de obra desocupada hacia actividades que si bien requerían más formación, fueron absorbiendo gradualmente, no sin enfrentar dolorosas crisis a la mano de obra desplazada.

Los sucesivos avances consistieron en el uso de nuevas máquinas que podían reemplazar con mayor eficiencia a la labor humana. Así hubo la llamada primer revolución industrial, caracterizada por la máquina a vapor, la segunda revolución con el desarrollo de la electricidad y los motores eléctricos, y posteriormente la producción en masa, por medio de las líneas de montaje, lo que permitió aumentar la productividad, reducir costos, y como consecuencia aumentar la demanda, lo que logró ocupar a la mano de obra desplazada.

Con la tercera revolución industrial basada en la informática y la automatización, si bien se perdieron numerosos puestos de trabajo en actividades industriales, se produjo un nuevo desplazamiento masivo, esta vez hacia la actividad de servicios, tanto en empresas proveedoras de servicios como en las actividades internas de servicios de empresas industriales, como marketing, ventas, finanzas, etc., lo que permitió un alto nivel de ocupación en actividades de alto valor agregado.

La cuarta revolución industrial ha significado un aumento del nivel de automatización, una coordinación entre socios comerciales por medio de sistemas basados en el uso de internet, y la aparición de nuevos modelos de negocios posibilitados por el gran avance de dicha tecnología.

La novedad del proceso que estamos viviendo actualmente con la IA Generativa es su impacto en la reducción de la necesidad de mano de obra en el sector de servicios, incluyendo como un nuevo fenómeno al desplazamiento de las actividades vinculadas a la informática, debido a que la IA Generativa puede entre otras facilidades, no solo

desplazar a los usuarios de actividades informáticas, sino también a los desarrolladores de dichas aplicaciones.

La pregunta que nos surge (y nos urge) es ¿hacia dónde vamos con el nuevo desplazamiento de las actividades de servicio, a partir del uso cada vez más masivo de la IA Generativa?

Uno de los pensadores más importantes a nivel mundial de estas cuestiones, Jean Tirole, premio Nobel de Economía de 2014, ante el futuro inexorable de pérdida de puestos de trabajo, en su libro “La economía del bien común”, propone “dejar de pensar en la protección de los puestos de trabajo, y comenzar a pensar en la protección de los trabajadores que dejan de tener empleo”.

En este sentido, habrá llegado el momento de explorar otras soluciones que, si bien no son novedosas, tal vez podrían llegar a mitigar el efecto negativo a nivel social de la aplicación de estas tecnologías innovadoras, como por ejemplo los modelos de Renta Básica Universal.

Fuentes consultadas

- Forrester, J. (1961). *Industrial dynamics*. Cambridge, USA: Wright-Allen Press.
- Gardner, H (2003). *Inteligencias Múltiples. La teoría en la práctica*. Buenos Aires. Paidós.
- Marpegán, C. (2021), Glosario de la Educación Tecnológica, Bariloche: Ediciones Patagonia Escrita. Versión digital: <https://www.carlosmarpegan.com>
- Altair, Human's Guide about AI Generative
- APD, Cuales son los tipos de algoritmos de Machine Learning?
- Blockchain Council, Top 10 Generative AI Examples You Need to Know
- ChatGPT de OpenAI.
- Coursera, 9 Real-Life Machine Learning Examples
- Coursera, What is Deep Learning
- IBM, AI vs Machine Learning vs Deep Learning vs Neural Networks: What is the difference?
- IBM, Qué es Deep Learning? artículo publicado en la Web
- IBM, Qué es un algoritmo de Machine Learning?
- McKinsey, What is AI Generative
- Nexus Integra, Las 9 aplicaciones de Machine Learning que deberías conocer.
- Open Webinars, Modelos de Machine Learning
- Tokio school, Ejemplos de Deep Learning
- Jean Tirole, La Economía del bien común, editorial Taurus, 2017