



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS y NATURALES



Universidad  
Nacional  
de Córdoba

Asignatura: **Inteligencia Artificial**

Código: 10-09812	RTF	8
Semestre: 7	Carga Horaria	80
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	40

Departamento: Computación

Correlativas:

- Análisis Matemático 2
- Probabilidad y Estadística
- Fundamentos de Programación

Contenido Sintético:

- Historia, áreas e impacto de la Inteligencia Artificial (IA).
- Fundamentos del aprendizaje automático.
- Nociones de redes neuronales.
- Modelos de IA.
- Arquitecturas avanzadas de IA.
- Los datos y la IA.
- Aplicaciones de la IA.

Competencias Genéricas:

Tecnológicas:

- CG2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos). (M)
- CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería. (A)
- CG5: Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas. (A)

Sociales, políticas y actitudinales:

- CG8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global. (A)
- CG9: Aprender en forma continua y autónoma. (A)

Aprobado por HCD: 1042-HCD-2023

RES: Fecha: 27/11/2023

Competencias Específicas:

**CE1.3 Conocer, desarrollar nuevos e implementar algoritmos y estructuras de datos.**

## Presentación

La Inteligencia Artificial (IA) es una disciplina multidisciplinaria que está siendo requerida como formación esencial de cualquier profesional, más allá de las Ingenierías, las ciencias de la computación y las restantes áreas STEM. En este escenario, nuestros futuros ingenieros incorporan una nueva perspectiva que pone especial énfasis en acciones de sensibilización hacia su compromiso social, político y ambiental.

En el mismo sentido, incluir los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS), específicamente para formar talento humano en IA, es un ambicioso objetivo que trasciende al ODS 4. La IA está inmanente en la gran mayoría de los productos y servicios de la Economía del Conocimiento.

El objetivo principal de la asignatura consiste en promover la adquisición de competencias para apropiarse de estas nuevas tecnologías con el compromiso de trabajar por una IA fiable durante todo su ciclo de vida, centrada en las personas, hacia el bien común, con perspectiva de género, teniendo como horizonte la soberanía tecnológica.

Acompañar a nuestros jóvenes estudiantes en este desafiante camino para que emerjan profesionales tecnológicamente formados y comprometidos como actores clave del ecosistema de la IA, es la misión de esta cátedra que, a su vez, está íntimamente articulada con LIDeSIA<sup>1</sup>, de reciente creación.

Inteligencia Artificial es una asignatura que pertenece al cuarto año (séptimo semestre) de la carrera de Ingeniería en Computación, está disponible como materia selectiva para las demás carreras de la Facultad y además mantiene abierta la convocatoria a estudiantes vocacionales de otras disciplinas (los procesos de evaluación se adecuan a sus saberes previos).

Al momento de transitar este espacio curricular el estudiante posee la formación básica requerida de: fundamentos de la programación y bases de datos, análisis matemático, álgebra lineal y estadística.

IA forma parte del bloque de tecnologías aplicadas, constituyendo una de las disciplinas inmanentes en el ejercicio profesional cotidiano del ingeniero actual. Articula con otros actores, a través de LIDeSIA, para ofrecer al estudiante un contexto lo más cercano posible a la realidad actual. La cátedra está abierta a la articulación horizontal y vertical con otros espacios curriculares.

## Contenidos

El temario se orienta a los núcleos estratégicos de hegemonía internacional en la materia, con enfoque basado en competencias para saber SER, saber CONOCER y saber HACER; desde una perspectiva multidisciplinaria.

En esta asignatura se describen los diversos paradigmas de la Inteligencia Artificial y se profundiza en Aprendizaje Automático a partir de ejemplos (datos) y en Sistemas

<sup>1</sup> Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Software en Inteligencia Artificial

conexionistas, más específicamente Redes Neuronales Artificiales. Ello en razón de los requerimientos actuales.

Se incorporan dimensiones éticas y regulatorias en relación a la IA, basadas en los avances que los organismos internacionales desarrollan para su adopción responsable.

**Unidad 1: HISTORIA, ÁREAS E IMPACTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL (1 semana)**

Evolución de la Inteligencia Artificial. Problemas y Soluciones. Regresión. Optimización. Inteligencia Computacional, Agentes inteligentes, Sistemas Inteligentes. Aspectos éticos y regulatorio de organismos internacionales para facilitar su adopción responsable, centrada en los derechos fundamentales de las personas y la mitigación de las inequidades.

Generalidades de: Ingeniería del Conocimiento, Aprendizaje Automático Basado en Datos y Descubrimiento de Conocimiento, Sistemas Conexionistas: Redes neuronales y otros modelos computacionales.

**Unidad 2: FUNDAMENTOS DEL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO. (2 semanas)**

Aprendizaje Automático. Representación de la Información. Regresión y Clasificación. Formas de Aprendizaje. El descenso por el Gradiente. Modelos de Machine Learning seleccionados bajo el criterio de un adecuado compromiso entre relevancia y actualidad. Generalización. Complejidad. Hiperparámetros. Técnicas de Regularización. Validación cruzada. Métricas

Aplicaciones en Laboratorio

**Unidad 3: LOS DATOS Y LA IA. (3 semanas)**

Proceso de Explotación de la Información (Aprendizaje Supervisado): Descubrimiento de Reglas. Algoritmos. Aplicaciones en Laboratorio. Métricas: ROC, matriz de confusión, exhaustividad, energía, asertividad, precisión, etc.

Proceso de Explotación de la Información (Aprendizaje no Supervisado): Descubrimiento de Grupos. Algoritmos de Clustering. Aplicaciones en Laboratorio. Métricas: Elbow y otras

Proceso de Explotación de la Información: Interdependencia de atributos basados en Algoritmos de Redes Bayesianas

Proyecto de IA y DATOS. Elección de los procesos y algoritmos intervinientes.

Aplicaciones en Laboratorio

**Unidad 4: NOCIONES DE REDES NEURONALES. (1 semana)**

Los modelos conexionistas. Redes Neuronales: El modelo Biológico. Redes Neuronales Artificiales. Computador vs. Cerebro. Simulación Emulación. Inteligencia Computacional. Componentes de un Sistema conexionista. Arquitectura. Reglas de Propagación. Función de Activación. Función de Transferencia. Estado de Activación. Modelos de Neuronas. Modos de operación: Aprendizaje y Recuerdo o Ejecución. Mecanismos de Aprendizaje. Representación de la Información de entrada – salida. Computabilidad Neuronal.

**Unidad 5: MODELOS DE IA (3 semanas)**

Redes con conexiones hacia adelante. Aprendizaje Supervisado. Algoritmo de entrenamiento del Perceptron simple. Puertas lógicas.

El Perceptron Multicapa. Arquitectura. Aprendizaje. Operación. La red Backpropagation. La regla delta generalizada. Incorporación del momentum. Dimensionamiento de la Red. Cantidad de patrones. Capacidad de generalización. Número de capas ocultas. Número de neuronas por capa oculta. Representación de la información de salida. Hiperparámetros de ajuste de la red. Funciones de transferencia. Desvanecimiento y Explosión del Gradiente.

Aprendizaje no supervisado: Modelo de Hopfield, Mapas auto organizados. Aprendizaje por refuerzo, RNN con LSTM y GRU.

Aplicaciones en Laboratorio

**Unidad 6: ARQUITECTURAS AVANZADAS DE IA. (6 semanas)**

Aprendizaje profundo: Redes convolucionales. La convolución como filtro automatizado: tamaño de la malla, padding, stride. Los canales RGB. El agrupamiento o pooling. Las funciones de linealización. Capas densas, capas planas, totalmente conectadas. Representación de las etiquetas de salida, las funciones de distribución de probabilidad, softmax; el aprendizaje por corrección del error (Backpropagation), etc.

Aplicaciones en Laboratorio

RBM (máquina de Boltzmann Restringida). Modelos Generativos. Transfer Learning, Autoencoders. Modelos avanzados para lenguaje natural, imágenes y otros tipos de datos. Transformers y mecanismos de atención. Nuevos modelos fundacionales.

Aplicaciones en Laboratorio

## Metodología de enseñanza

Las etapas de construcción y elaboración de los saberes son sustentadas mediante la exposición dialogada como estrategia didáctica y el empleo de proyección de diapositivas, filminas y pizarrón (o tableta digitalizadora) como materiales didácticos.

El estudiante, en un **trabajo colaborativo grupal** desde el comienzo de las clases, se aboca a construir sus saberes para atravesar con éxito los desafíos de la asignatura.

En **el aula virtual** se organiza el desarrollo de la asignatura, además la cátedra incorpora grupo de mensajería en WhatsApp. La disponibilidad de: clases actualizadas grabadas, repositorio de actividades prácticas y videos de laboratorio, también contempla la oportunidad de facilitar el acceso de los estudiantes con restricciones horarias para el cursado, a los que se les hace seguimiento personalizado todas las semanas.

Dada la naturaleza de la disciplina en continua evolución, las clases se enriquecen con modelos y herramientas que se actualizan escogiendo entre las versiones libres disponibles y más usadas. Las actividades asíncronas facilitan el cumplimiento de RTF y el aula virtual está organizada en ese sentido.

La dinámica constructivista escogida para el desarrollo de la **primera unidad**, muy extensa y de gran impacto en el componente actitudinal del aprendizaje, permite al estudiante apropiarse de disparadores que van emergiendo en la asignatura.

Las demás unidades se desarrollan con exposición dialogada de aspectos fundamentales de cada uno de los contenidos, inherentes a los componentes esenciales de las tecnologías aplicadas, relativos a: la comprensión del problema en un dominio determinado para construir una solución, la detección de los requerimientos específicos y los actores involucrados durante el ciclo de vida de la IA fiable. Cobran relevancia: los datos, los modelos, la infraestructura y las condiciones éticas, regulatorias y su impacto.

Uno de los ejes centrales de la asignatura son los fundamentos del Aprendizaje automático (Unidad 2). A través de exposición detallada de conceptos y de prácticas de laboratorio, el estudiante se fortalece en saberes relativos a las métricas de evaluación de performance, las técnicas de regularización para atenuar la

complejidad de los modelos y el adecuado manejo de los hiperparámetros para optimizar su entrenamiento.

El segundo eje (Unidad 3) se destina a desentrañar los paradigmas del Aprendizaje Basado en Datos que nutre a la Minería de Datos y a la Ingeniería de la Explotación de la Información, rama ingenieril denominada también como Inteligencia de Negocios. La dinámica escogida implica varios aspectos ya que se pretende que el estudiante se familiarice con las herramientas open source disponibles, que contienen librerías de algoritmos, inteligentes o no, utilizados en diversos dominios adonde se aplica Minería de Datos: Data Science y Machine learning. Se destacan los algoritmos asociados, sus limitaciones, potencialidades y usos más habituales y, otros procesos conexos como el pre procesamiento de los datos, la interpretación de la información obtenida de los algoritmos para construir conocimiento, el tipo de resultados que arrojan cada uno de ellos, tales como: reconocimiento de patrones, agrupamientos, descubrimientos de reglas para clasificar, etc. El estudiante se enfrenta a comprender las potencialidades de las distintas técnicas, investigar las herramientas disponibles, para luego documentar un proceso de solución frente a un problema identificado en un dominio adonde cuente con acceso a datos. La Metodología utilizada es la de Aprendizaje Basado en Problemas, colaborativo en equipo multidisciplinario.

Por último, Las Redes Neuronales, los sistemas conexionistas en general y los modelos y arquitecturas más actuales, conforman el tercer eje (Unidades 4, 5 y 6). En exposición dialogada, se abordan las características generales de los sistemas conexionistas y se desarrollan, con distinta profundidad, modelos de Redes Neuronales Artificiales, destacando los saberes que contribuyen a profundizar en otros modelos de Inteligencia Artificial. El trabajo colaborativo facilita el aprendizaje de diseño, desarrollo y despliegue de Modelos fundacionales y otras arquitecturas más avanzadas. Se usan plataformas de IA con modelos pre entrenados y con arquitecturas actuales de RNA, que contemplan mejoras tales como Continued Learning, Reinforcement Learning, Meta Learning, Autoencoders, Fine tuning, sólo por mencionar algunas vigentes; aplicadas a problemas de diversos campos como imágenes y procesamiento de lenguaje natural. De esta manera el estudiante se explica las potencialidades para valorar su uso en el desarrollo de proyectos.

Se invita a ex estudiantes, integrantes de LIDeSIA y de otros espacios, para compartir sus experiencias en Inteligencia Artificial aplicada, constituyendo un aporte en la formación del futuro profesional. Se invita a los estudiantes a sumarse a las líneas de trabajo de LIDeSIA, jerarquizando a la propuesta como facilitadora de egreso.

## Evaluación

La estrategia incorpora la evaluación continua, el seguimiento de los estudiantes, el trabajo en equipo y la multidisciplinariedad, como requerimientos del perfil del egresado actual.

Se realizan evaluaciones conceptuales de proceso (ECP), de carácter formativo. Estas impactan en el desempeño del estudiante de forma cualitativa, son requisitos para alcanzar la regularidad y atraviesan todas las jerarquías de la taxonomía de Bloom. Se organizan en cuestionarios que se distribuyen por temas durante el desarrollo del curso.

Para la acreditación de la asignatura, evaluación de carácter sumativo, se implementan instancias de evaluación continua de los trabajos de laboratorio realizados en equipos multidisciplinarios que incluyen aspectos éticos de la Inteligencia Artificial Aplicada. Están distribuidas a lo largo de toda la cursada (se describen en el apartado de Actividades Prácticas y de Laboratorio) bajo la modalidad de coloquio.

El estudiante debe aprobar todas las instancias detalladas, contando para ello con los espacios destinados a la evaluación continua y con reuniones programadas de manera conjunta con la cátedra, por fuera del horario de clases, durante el semestre correspondiente al calendario académico.

## Condiciones de aprobación

Las evaluaciones de carácter formativo están diseñadas para alcanzar la condición de alumno regular, en tanto que las sumativas, para acreditar la asignatura. Todas, están concebidas para ser abordadas de forma presencial o virtual.

Para alcanzar la condición de ALUMNO REGULAR se debe:

- o Asistir al 80% de las clases teórico-prácticas y de laboratorio.
- o Alcanzar un nivel superior al 60% en cada una de las ECP.

Para aprobar la asignatura por promoción se debe:

- o Alcanzar la condición de ALUMNO REGULAR.
- o Aprobar todas las instancias de evaluación continua de Actividades prácticas y de Laboratorio que la cátedra implementa, alcanzando un nivel de desarrollo aceptable en relación a las competencias generales y específicas que se describen en el apartado “Desagregado de competencias y resultados de aprendizaje”

Los estudiantes cuentan con la oportunidad de recuperar los saberes pendientes para alcanzar requisitos de aprobación a lo largo de todo el semestre.

## Actividades prácticas y de laboratorio

Todas las actividades de laboratorio están programadas para ser implementadas la semana siguiente al tratamiento del tema en clase.

La cátedra ofrece acompañamiento en el desarrollo del laboratorio a los grupos de estudiantes durante las clases y fuera de ellas, de 19.30 a 20.30 hs.

La cátedra cuenta con un repositorio de laboratorios desarrollados de todos los temas propuestos en el programa, videos de tratamiento de laboratorio para las actividades y de las clases teórico prácticas. El material se actualiza cada semestre.

**Primer trayecto: Machine Learning y Data Science (Unidades: 1, 2 y 3 - Actividades: 4)**, las actividades desarrolladas deben poner en evidencia el desarrollo de competencias necesarias para:

- a. Generar un plan para el tratamiento de los datos basado en la comprensión del problema,
- b. la elección de los algoritmos adecuados en una plataforma determinada,
- c. elaborar un plan basado en el conocimiento de las prestaciones de esta plataforma,
- d. experimentar, basado en el uso adecuado de hiperparámetros, funciones, resultados, técnicas de regularización, etc.,
- e. evaluar e interpretar los resultados, basado en las métricas disponibles de validación para los algoritmos.
- f. Juzgar, recomendar y valorar los aspectos éticos y regulatorios relativos a los datos y los algoritmos, con una perspectiva crítica, para todo el ciclo de vida de la IA, y todos los actores involucrados

Están programados para ser desarrollados durante seis semanas, a partir de la primera clase.

**Segundo trayecto: Sistema Conexionistas (Unidades 1, 4, 5 y 6 – 4 Actividades):** las actividades implican aplicaciones en frameworks que sugiere la cátedra para el trabajo colaborativo. Los estudiantes deben poner en evidencia el desarrollo de competencias necesarias para:

- a. La construcción del diseño de procesos asociados para encontrar una solución tecnológicamente viable y útil para las restricciones del problema y los datos disponibles,
- b. implementar modelos tales como: MLP- CNN- RNN – AUTOENCODERS – TRANSFER LEARNING- TRANSFORMERS,
- c. la elección del modelo, basado en la comprensión de los conceptos inherentes a cada modelo abordado y,
- d. explicar y justificar su decisión, basada en el conocimiento de modelos de vanguardia en plataformas open source y sus aplicaciones más habituales, actualmente: YOLO, RES-NET, GPT2, BERT, etc.
- e. Juzgar, recomendar y valorar los aspectos éticos y regulatorios relativos a los datos y los algoritmos, con una perspectiva crítica, para todo el ciclo de vida de la IA, y todos los actores involucrados

Están programados para ser desarrollados durante ocho semanas.

## Desagregado de competencias y resultados de aprendizaje

Competencia	Actividad	Resultado. Aprendizaje 1	Resultado. Aprendizaje 2	Resultado. Aprendizaje 3	Resultado. Aprendizaje 4	Mín.
<p>●<b>CG2:</b> Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos)</p>	Trayecto 1 – Unidad 3	No comprende los procesos asociados a proyectos de descubrimiento o de conocimiento basado en datos	Comprende el sistema en general pero no logra organizar la estructura del proyecto. Manipula modelos y herramientas	Organiza el proyecto, alcanzando a realizar propuestas de sin comprender la oportunidad de mejora continua	Logra gestionar adecuadamente todo el proyecto desde la comprensión del problema hasta la incorporación de actualización y mejora	2
<p>●<b>CG4:</b> Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.</p>	Trayecto 1 - Unidad 3 y Trayecto 2 - Unidad 5	No comprende los recursos y herramientas para datos y algoritmos	Conoce las herramientas de datos y modelos pero no alcanza a organizar las técnicas	Maneja las herramientas para datos y modelos pero no incorpora métricas	Utiliza de manera responsable las herramientas de datos, algoritmos y su evaluación	3
<p>●<b>CG5:</b> Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.</p>	Trayecto 2 -Unidades 4, 5 y 6	No alcanza a identificar los componentes centrales de los sistemas conexionistas para proponer alternativa novedosa	Comprende los componentes centrales de los sistemas conexionistas pero no alcanza a ejecutarlos en una propuesta	Ejecuta con alguna dificultad, basado en una propuesta alternativa pero no alcanza a validar ni a interpretar sus resultados	Propone con idoneidad alternativas novedosas, las ejecuta y alcanza a evaluar sus resultados distinguiendo con claridad sus restricciones	3
<p>●<b>CG8:</b> Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.</p>	Trayecto 1 y Trayecto 2	No indagó lo suficiente acerca de ética y regulaciones como para comprender la importancia de los datos, los algoritmos, su impacto, sus oportunidades y sus amenazas para una IA fiable hacia el bien común	Si bien indagó en el material básico suministrado por la cátedra, no alcanza a visualizar cómo estos aspectos condicionan y determinan los desarrollos tecnológicos basados en IA	Visualiza con alguna claridad las prácticas necesarias de los ingenieros para desarrollar tecnologías basadas en IA y ser un actor responsable en su ciclo de vida	Comprende la necesidad de acciones de regulación en la materia, las de sensibilización, el riesgo que implica en los ecosistemas y en el medio ambiente; juzga con claridad los aspectos inherentes a datos y algoritmos	3

<p>•CG9: Aprender en forma continua y autónoma.</p>	<p>Trayecto 1 y Trayecto 2</p>	<p>No encuentra un rol en su equipo de trabajo, no ha comprendido que los desarrollos se realizan en equipo, razón por la cual no alcanza a aprender de manera continua</p>	<p>Se acomoda bien en un rol dentro de su equipo, interpreta adecuadamente sus errores, aunque no alcanza a tener un rol colaborativo para el trabajo multidisciplinario</p>	<p>Alcanza a trabajar de manera colaborativa, interpreta el diálogo entre pares, propone herramientas aunque no las ejecuta con idoneidad</p>	<p>Aprende en forma continua y autónoma, materializado en sus explicaciones, sus decisiones, su comunicación con sus pares y la forma en que interpreta las limitaciones de las actividades de laboratorio</p>	<p>3</p>
<p>CE1.3 Conocer, desarrollar nuevos e implementar algoritmos y estructuras de datos.</p>	<p>Trayecto 1 Unidades 2 y 3 y Trayecto 2 Unidades 5 y 6</p>	<p>No comprende el adecuado uso de plataformas y frameworks que la cátedra sugiere para trabajar en las actividades de laboratorio</p>	<p>Si bien maneja el ambiente de desarrollo que sugiere la cátedra, no ha realizado una investigación de las librerías en base a la documentación disponible que le permita armar proyectos con alguna facilidad</p>	<p>Manipula las librerías, busca adecuadamente los recursos y los organiza, sólo lo logra en base a un ensayo de prueba error, sin adquirir una actitud crítica que dé cuenta del manejo de la abstracción que estos procesos representan</p>	<p>Si bien no ha adquirido la habilidad requerida para manejarse con solvencia en la plataforma que usa, es capaz de desarrollar y proponer alternativas de solución, basadas en la conceptualización que ha alcanzado de los modelos de IA que manipula</p>	<p>3</p>

## Bibliografía

1. About RISC-V – RISC-V International. <https://riscv.org/about/> (accedido 9 de julio de 2023).
2. AuthorCorporate: UNESCO, Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial, UNESCO Biblioteca Digital, 2022. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137_spa) (accedido 23 de junio de 2023).
3. AI for Good, AI for Good. <https://aiforgood.itu.int/> (accedido 19 de julio de 2023).
4. BRITOS, P., HOSSIAN, GARCIA MARTINEZ, R. y SIERRA. Minería de datos Basada en Sistemas Inteligentes. Nueva Librería. 2005
5. COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSEJO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO Y AL COMITÉ DE LAS REGIONES Fomentar un planteamiento europeo en materia de inteligencia artificial. 2021. Accedido: 24 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:52021DC0205>
6. GARCIA MARTINEZ, R, PASQUINI, D. y SERVENTE, M. Sistemas Inteligentes. Nueva Librería. 2013

7. GOODFELLOW, I., BENGIO Y. AND COURVEILLE, A., Deep learning MIT Press, 2016
8. HERTZ, J., KROGH, A., PALMER R.. Introduction to the Theory of Neural Computation. Addison-Wesley. 1991
9. ISO/IEC JTC 1/SC 42 - Artificial intelligence, ISO, 20 de enero de 2022. <https://www.iso.org/committee/6794475.html> (accedido 18 de julio de 2023).
10. MARTIN DEL BRIO, B., SANZ, M. Redes Neuronales y Sistemas Difusos, (3ra ed). Alfaomega. Ra-Ma. 2006
11. NIELSEN, M., Neural Networks and Deep Learning, Determination Press, 2016
12. N. Dey, «Cerebras-GPT: A Family of Open, Compute-efficient, Large Language Models», Cerebras, 28 de marzo de 2023. [https://www.cerebras.net/blog/cerebras-gpt-a-family-of-open-compute-efficient-large-lang uage-models/](https://www.cerebras.net/blog/cerebras-gpt-a-family-of-open-compute-efficient-large-lang-uage-models/) (accedido 20 de mayo de 2023).
13. SELECCIÓN DE ESCRITOS SOBRE INTELIGENCIA ARTIFICIAL: INTELIGENCIA ARTIFICIAL: ALGUNOS ASPECTOS DE SU IMPACTO, Centro de Estudios en Tecnologías Inteligentes (CETI). en SERIE CONTRIBUCIONES COMPILADAS, no. 6. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.ciencias.org.ar/user/CETI/Compilado%20CETI%20final.pdf>
14. Open Sourcing BERT: State-of-the-Art Pre-training for Natural Language Processing, 2 de noviembre de 2018. <https://ai.googleblog.com/2018/11/open-sourcing-bert-state-of-art-pre.html> (accedido 13 de julio de 2023).
15. Vaswani et al., «Attention is All you Need», en Advances in Neural Information Processing Systems, Curran Associates, Inc., 2017. Accedido: 18 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: [https://proceedings.neurips.cc/paper\\_files/paper/2017/hash/3f5ee243547dee91fbd053c1\\_c4a845aa-Abstract.html](https://proceedings.neurips.cc/paper_files/paper/2017/hash/3f5ee243547dee91fbd053c1_c4a845aa-Abstract.html)