

Políticas públicas en salud con uso de inteligencia artificial: Producción de conocimiento científico en Sudamérica

RESUMEN

Itala Laurente

Universidade Estadual de Campinas, Unicamp, Campinas, São Paulo.

Dennys Mallqui

Ciência da Computação, PPGCC, Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Carlos, São Paulo

Milena Pavan Serafim

Departamento de Política Científica e Tecnológica, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Unicamp, Campinas, São Paulo.
Faculdade de Ciências Aplicadas / Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo.

La producción de conocimiento en inteligencia artificial va en aumento y se requiere un enfoque diferenciado en áreas como las políticas públicas en salud en Sudamérica. El objetivo general es revisar los conocimientos generados por la comunidad académica sobre el uso de inteligencia artificial en salud que contribuyen a las políticas públicas en Sudamérica. El diseño de investigación es mixto, desarrolla lo cuantitativo para luego aplicar revisión sistemática. Los hallazgos fueron: ambos repositorios presentan temas como Covid-19, enfermedades diversas y gestión/salud pública, geriatría, nutrición y contaminación ambiental; de los veintinueve artículos analizados en ambos repositorios, diez de ellos se valen de la inteligencia artificial para hacer pronósticos sobre rastreo y control de casos y mejora de modelos de predicción durante la pandemia; la mayoría de los artículos analizados usó modelos de predicción basados en redes neuronales artificiales; Brasil es el país que tiene más publicaciones, afiliaciones institucionales y fondos de ayuda; las instituciones financieras brasileras son las que más colaboran con investigaciones en la región como Capes, CNPq, Fapesp, Facepe, etc.; la discusión de los artículos se enfocan en que los estudios colaboran con el control, predicción y prevención de políticas públicas; no se encontró artículos que mencionaran aspectos éticos; las investigaciones en Sudamérica aún son escasas; falta más trabajo colaborativo entre instituciones sudamericanas; mejorar los vínculos del Sistema de Ciencia y Tecnología Sudamericano en salud pública.

PALABRAS-CLAVE: Políticas públicas. Inteligencia artificial - aplicaciones médicas. Salud pública - Sudamérica. Revisión sistemática

INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) nació en 1956 de la mano de John McCarthy, Marvin Minsky y Claude Shannon en una conferencia de *The Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence* por John McCarthy, quien definió a la IA como la ciencia y la técnica de crear máquinas inteligentes (AZAAD; RUCHI, 2021). En cuanto a la filosofía de la IA fue parte del debate gracias al matemático y lógico británico Alan Turing, quien discutió sobre las máquinas filosóficamente en su artículo *Computing Machinery and Intelligence*. Russell y Norvig (2011) recopilan definiciones agrupándolos en cuatro categorías: los sistemas que piensan como humanos, los sistemas que piensan racionalmente, los sistemas que actúan como humanos y los sistemas que actúan de manera racional.

Desde una perspectiva social, la IA ha servido para el estudio en ondas cerebrales, en las terapias digitales, en el desarrollo de vacunas, así como para diagnósticos precisos. No obstante, es necesario evitar el tecnosolucionismo, la idea de que la IA solucionará todos los problemas sociales, sino que debemos comprenderla como una herramienta que sirve para ampliar las capacidades y la toma de decisión (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA UNESCO, 2022).

El uso de la IA en la salud viene acompañado también por una serie de riesgos y desafíos como la falta de transparencia en los resultados dependiendo de la técnica usada (AZAAD; RUCHI, 2021), la discriminación a través de la inequidad de la cantidad de datos procesados sobre población minoritaria (PANCH et al., 2019) o el uso inadecuado e intrusivo de la información personal (BACLIC et al, 2020). Además, existe preocupación ética, debido a que los sesgos podrían originar desigualdad, prejuicios, brechas digitales, siendo una posible amenaza a la diversidad cultural, social y biológica (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA, 2021).

La IA como tecnología disruptiva, presenta riesgos, además las regulaciones aún son dispersas. Lo más prudente es tratar a la IA como parte de una realidad mucho más compleja, compuesta por la interacción de tecnologías disruptivas, teniendo como paradoja la dificultad de ajuste y control de las mismas (LÓPEZ BARONI, 2019).

El estudio propone un contenido que permite conocer y sistematizar estudios, y generar conocimiento disponible en el uso de IA que contribuya a las políticas públicas en salud en Sudamérica. Constituye una herramienta para investigadores, tomadores de decisión, funcionarios y demás interesados.

METODOLOGIA

El diseño de investigación es mixto. Para la extracción y análisis de la data cuantitativa el procedimiento varía dependiendo de la fuente del repositorio. Para la data cualitativa, se valió de aspectos de la revisión sistemática (RS). Los repositorios utilizados fueron Scopus y *Web of Science* (WoS), entre el periodo del 2011 a noviembre del 2021.

La RS inicia con una pregunta estructurada y responde a una pregunta objetiva, esta puede identificar brechas de conocimiento que aún se necesitan investigar (Universidade Estadual de Campinas, [s. d.]). Sampaio y Mancioni

(2007) mencionan que la RS ayuda a identificar resultados que coinciden o no, así como posibles temas para futuras investigaciones. La RS brinda información conjunta de estudios realizados, lo que evita sesgos y contribuye a un análisis más objetivo.

Para el tratamiento de los datos se siguió una serie de pasos para el proceso de revisión de los documentos, puede ser visualizado en <https://is.gd/YOYyOq>.

Para el caso de Scopus, extraída la información, la misma es procesada y convertida en formato de separación por comas o *comma-separated values* (CSV), para luego alimentar a una base de datos relacional. El código fuente y resultados están en el *GitHub* (LAURENTE; MALLQUI, 2021) <https://is.gd/nYocpc>.

Para la selección y exclusión de artículos se siguió un flujograma <https://is.gd/ETG2BS>. Identificando 56 registros, quedándose con los que estaban clasificados como artículos (38). Luego, se realizó un segundo filtro a través de una lectura de los títulos y resúmenes, los artículos excluidos trataban sobre probabilidad de incendios forestales, mejora de las operaciones de apilamiento de contenedores, pronóstico del caudal del río, no tienen IA como método o comprende países de Europa, China o Estados Unidos. Quedando 29 artículos.

Posteriormente, se realizó una revisión del contenido de los documentos, se excluyó artículos porque estaban repetidos en WoS (3), eran recopilaciones de artículos (2), no usaban IA como método (2), tratan un tema específico como la predicción de tiempo de cirugía (1), artículo donde los resultados serán presentados posteriormente (1) y otros (1), quedando 19 artículos que incluyeron revisión sistemática y análisis (Figura 1). De los 19 artículos, 2 artículos eran del 2017, 3 del 2018, 2 del 2019, 1 del 2020 y 11 del 2021.

Para el caso de WoS, se usó directamente las opciones del buscador propio del site de publicación. Siguiendo el flujograma de selección y exclusión <https://is.gd/oCXZJ4>, de los 22 documentos que se extrajeron de WoS se eliminaron 4 documentos que eran *note*, *reviews* o *conference paper*, quedando 18 artículos, analizando el título y resumen, excluyendo 6 documentos que no guardaban relación con políticas públicas con uso de IA en Sudamérica. Siendo evaluados 12 artículos para elegibilidad. De los 12, se eliminó 2 artículos porque no usaba IA en el método o trataba de un análisis de suelo. Quedando 10 artículos para el análisis de revisión sistemática. De los 10 artículos, 6 eran del 2020 y 4 del 2021.

RESULTADOS DEL ESTUDIO

Scopus

Entre las principales afiliaciones están las universidades brasileñas como: Universidade Federal Fluminense, Universidade de São Paulo, Universidade Federal Agreste de Pernambuco, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade Federal de Pelotas, Universidade Estadual de Campinas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, etc. Además, se encontró afiliación entre Universidad de La Sabana y la Universidad Antonio Nariño (Colombia), y la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina) y el Instituto Universitario del Hospital Italiano de Buenos Aires (Argentina). Y de instituciones extranjeras como Duke University y Harvard T.H. Chan School of Public Health (Estados Unidos).

El artículo que tiene más citas (42) es el estudio argentino *Modeling Dengue vector population using remotely sensed data and machine learning* de Scavuzzo et. al. (2018), que trata sobre el dengue con uso de data y aprendizaje de máquina. Seguido de dos artículos realizados por autores brasileños sobre análisis con modelos predictivos de *machine learning* (ML) para detectar diabetes, titulado *Comparison of machine-learning algorithms to build a predictive model for detecting undiagnosed diabetes – ELSA-Brasil: Accuracy study* de Olivera A. et al (2017) con 26 citas, y otro que trata sobre el perfil de personal de salud donde se usa ML no supervisado, titulado *ICU staffing feature phenotypes and their relationship with patients outcomes: an unsupervised machine learning* de Zampieri F.G et. al (2019) con 10 citas.

Los 19 artículos de Scopus fueron agrupados en cuatro subtemas: gestión salud pública, COVID-19, adulto/geriatria y enfermedades diversas. Las tablas con la información procesada se encuentran en <https://is.gd/A3sZOS>

Los artículos del **grupo de Enfermedades Diversas**. El primer artículo realizó un modelo de predicción de IA para clasificar cardio embolismo, usando como base los registros médicos electrónicos de 499 pacientes con Chagas e Ictus Isquémico en 11 unidades de salud brasileñas. Resultados: los pacientes que presentaban cardio embolismo eran jóvenes con tendencia al tabaquismo y alcoholismo, el modelo predictivo mostró relación con las anomalías detectadas en ecocardiogramas y electrocardiogramas. Hay poco interés en el estudio de estas dolencias. Recomendaron tomar más evidencias para la clasificación etiológica para tener predicciones más exactas y agregar más pacientes al estudio, siendo que las variables significativas son las que se pueden adquirir en un puesto de salud primario, lo que hace viable el modelo de predicción utilizado.¹

El siguiente artículo usó el método de bosques aleatorios para predecir lepra paucibacilar o multibacilar, desarrolló un aplicativo multiplataforma usando la base de datos de 174 871 pacientes del *Sistema de Informação de Agravos de Notificação* (SINAN) de Brasil del 2014 al 2018. Resultados: el método de bosques aleatorios tuvo precisión satisfactoria, reconoció los patrones de lepra, identificó nuevos pacientes, mayor probabilidad de asignación correcta de los centros de salud, identificación de casos en el Estado de Mato Grosso, los resultados pueden ser usados como herramienta de diagnóstico complementaria en áreas rurales o que no cuentan con médicos especialistas.²

Otro estudio sobre lepra, usa el método de análisis molecular y serológico con uso de IA a través de algoritmos de bosques aleatorios en pacientes del *Centro de Referência para Doenças Endêmicas e Programas Especiais* (CREDEN-PES) en el estado de Minas Gerais, Brasil. El método de bosques aleatorios permitió el diagnóstico de casos con alta sensibilidad y especificidad contribuyendo a la detección temprana de nuevos casos entre los contactos domésticos, puede servir a la estrategia para combatir la transmisión y prevención de discapacidades físicas futuras en pacientes.³

Se identificó un artículo que usa el enfoque de modelado de nicho ecológico con uso de algoritmo de entropía máxima para identificación epidemiológica de fiebre amarilla en Brasil, del 2016 al 2018. Con base en 579 casos confirmados de los estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Rio de Janeiro y Tocantins. Resultados: desplazamiento hacia el sur de los casos humanos y no humanos de fiebre amarilla, fallas en la vigilancia de la enfermedad, necesidad de vacunación en las zonas. El modelo predictivo puede ser usado en las medidas de mitigación,

control de vectores y proceso de vacunación. Asimismo, se mencionó la necesidad de identificar factores ambientales o que pudieran favorecer o limitar la propagación de la fiebre amarilla.⁴

Otro artículo estudia el dengue a través de una modelización de la población mediante datos de teledetección y aprendizaje de máquina, a través de los modelos lineales Simple y Ridge y cuatro modelos no lineales (*Support Vector Machine*, *ANNmulti-layer Perceptron*, *Decision Tree* y *K-Nearest Neighbor*). Aplicado a 79 900 personas de Tartagal, provincia de Salta en Argentina. Los modelos se ciñeron al patrón principal, pero no necesariamente a los grandes picos, se puede pronosticar la oviposición a través de la detección remota y ML. El modelo puede servir como medida de prevención de dengue, chikungunya y zika y conocer la dinámica temporal del vector *Aedes aegypti* (Linneo).⁵

Hay un estudio a 105 pacientes con sospecha de tuberculosis pulmonar en el Hospital Santa Clara, Colombia. A través del uso de modelos basados en redes neuronales artificiales, uso de aprendizaje supervisado para detección de la enfermedad y uso de aprendizaje no supervisado para la creación de tres grupos de riesgo, los resultados mostraron que el modelo propuesto presenta ventajas por su rapidez y bajo costo de implementación.⁶

La investigación sobre diabetes mellitus a través del enfoque de generalización aplicada y la red neuronal *feedforward*, utilizando datos de las historias clínicas electrónicas del Hospital Italiano de Buenos Aires, Argentina. Mostrando que el enfoque de generalización y la red neuronal *feedforward* tuvieron las mejores métricas de clasificación, y la implementación de algoritmos permite tener información precisa de los pacientes.⁷

Otro estudio sobre diabetes en Brasil, donde se comparan los algoritmos de ML para construir un modelo predictivo de detección de diabetes no diagnosticada. Uso de base de datos del *Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto* (ELSABrasil) de 15 105 servidores públicos de seis instituciones públicas de educación superior brasilera, se realizó modelos creados con algoritmos de aprendizaje automático (regresión logística, red neuronal artificial, *naïve bayes*, bosques aleatorios). Concluyendo que los mejores resultados fueron con la red neuronal artificial y regresión logística, logrando identificar a personas con alto riesgo de contraer diabetes.⁸

Tenemos 2 artículos dentro del **grupo de Adultos de Mediana Edad y Geriátricos**. El primer artículo usa algoritmos de aprendizaje automático para predecir muertes de ancianos residentes en São Paulo (Brasil) por enfermedades del sistema respiratorio, sistema circulatorio y neoplasias, considerando características socioeconómicas, demográficas y de salud. Los algoritmos tuvieron buen rendimiento para predecir muertes por estas enfermedades y el nivel socioeconómico fue la variable relevante para la predicción de muertes.⁹

Otro estudio fue en personas a partir de cincuenta años, a través del uso de modelos de redes bayesianas con el algoritmo de escalada basado en puntaje y se identificó los factores relacionados con fragilidad, caídas y hospitalización. Lo que permitió hacer un mapeo de los riesgos de fragilidad, caídas y hospitalización, evidenciándose vulnerabilidad relacionados con el nivel socioeconómico y fragilidad prematura. El control y desarrollo de políticas de salud física y mental para personas a partir de cincuenta años permite adultos mayores más sanos y una vida menos precaria.¹⁰

En el **grupo de COVID-19**. Hay un artículo sobre el impacto a la salud mental de estudiantes universitarios en Iberoamérica, aplicado a 1084 estudiantes

universitarios de Colombia, Chile, Nicaragua y España, a través del uso de análisis de regresión múltiple y técnicas de aprendizaje automático para analizar la información. Se encontró un aumento o permanencia de sentimientos de ansiedad y estrés, afectando al desempeño estudiantil, vida personal y rendimiento académico.¹¹

Otro estudio relacionado con Covid-19, usa ML en 55 676 datos de la *Agencia de Saúde Pública de Campina Grande* en Paraíba, implementando modelos de clasificación para el procesado de los datos como perceptrón multicapa (MLP), máquina de aumento de gradiente (GBM), aumento de gradiente extremo (XGBoost), árbol de decisión, bosques aleatorios (RF), máquina de vector de soporte (SVM), y regresión logística (RL).¹²

Otra investigación usó redes neuronales artificiales, analizando el comportamiento del crecimiento de la propagación del virus en la población brasilera, lo que demostró que el comportamiento varía según las regiones, los estados en el norte y noreste fueron los más afectados. Tanto el *Self-Organizing Map* (SOM) como el *Hierarchical Cluster Analysis* (HCA) tiene desempeño similar en el reconocimiento y clasificación de patrones. El SOM posibilitó agrupación comportamental de diversas ciudades y estados, dichas agrupaciones contribuyeron al uso de estrategias contra la propagación del virus.¹³

Además, un estudio transversal y prospectivo de cohortes a usuarios del Pronto Socorro del municipio de Pelotas en Rio Grande do Sul, Brasil. Se usó algoritmos de aprendizaje automático para predecir uso inadecuado de emergencia, servicios repetidos y muerte del paciente. Los algoritmos de ML fueron útiles para actualizar la información, mejorar el acceso al sistema, lo que puede colaborar con la toma de decisión en los servicios de urgencia y una mejora en la calidad asistencial.¹⁴ Finalmente, un artículo que trata sobre el uso de la IA en imágenes satelitales, pudiendo ser utilizada como una herramienta para la vacunación rápida en Brasil.¹⁵

Por otro lado, en el **grupo Gestión/Salud Pública**: Un estudio que tiene como muestra 17 618 registros de enfermería de hospitales colombianos recolectados por la técnica de *Lean Health Care*, realizó un análisis predictivo de la carga laboral de enfermería y una propuesta de modelo matemático para la asignación de enfermera a paciente. Conclusiones: el uso de la IA colabora en automatizar actividades y disminuir la carga laboral de las enfermeras. La discusión del estudio se enmarca en que la cantidad de pacientes y la especialización de la enfermera influyen en su desempeño hacia el paciente.¹⁶

También, un estudio con análisis cuantitativo, descriptivo y exploratorio sobre *Governança Inteligente em Serviços de Saúde* (GISSA), que es una solución digital que opera en el noreste y sureste de Brasil, que apoya la toma de decisión en la gestión de salud familiar, basándose en aprendizaje de máquina, y recolectando datos de sistemas del ministerio de salud brasilero como *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística* (IBGE); Instituto Nacional de Meteorología (INMET) y sistemas nacionales de información en salud como el *Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos* (SINASC), *Sistema de Informação sobre Mortalidade* (SIM) y *Sistema de Informação de Agravos de Notificação* (SINAN). Los resultados muestran que GISSA considera aspectos epidemiológicos, financieros y regulatorios que coadyuvan a la gobernanza de la salud pública a nivel primario, a la toma de decisión de gestores de salud a nivel local.¹⁷

Además, un estudio con datos de 129 680 pacientes ingresados en cuidados intensivos en hospitales brasileros. A través del aprendizaje automático no

supervisado y análisis de conglomerados. Se identificó tres conglomerados con relación a si tenían intensivistas certificados, un farmacéutico y una enfermera. Resultados: el enfoque de ML no supervisado reveló que el perfil del personal está asociado a mejores resultados en la recuperación de pacientes y su permanencia en cuidado intensivos.¹⁸

También, hay un artículo en 3 052 municipalidades brasileras que tengan más de 10 000 habitantes. Los resultados mostraron que el rendimiento predictivo más alto se consiguió a través de un conjunto de algoritmos de aprendizaje automático basados en bosques aleatorios y árboles potenciados por gradiente, que a mejor rendimiento de la municipalidad mejor es el resultado en la atención primaria en salud y mayor cobertura de la Estrategia Salud de la Familia.¹⁹

Web Of Science

Las entidades financiadoras fueron principalmente brasileras, destaca el *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (CNPq) con 4 registros, la *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nivel Superior* (Capes) con 3 registros. Con 1 registro están otras entidades como: Universidade Federal de Pernambuco, Fundação Araucaria de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Parana, Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (Facepe), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), Fundação de Amparo à Pesquisa do Amapá (Fapeap) y PetroBras.

También hay 1 registro de entidades de otros países como el Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior (Icetex) – Programa Colombia Científica Pasaporte a la Ciencia. Y países no sudamericanos como *Canada Research Chairs*, *Science and Technology Planning Project of Guangdong Province*, el *Hubei Provincial Science and Technology Major project of China*, y el *Uk Research Innovation* (Ukri).

El contenido de los artículos seleccionados ha sido dividido por temáticas: COVID-19 (5 artículos), gestión/salud pública (1), enfermedades diversas (1) y otros (3) que incluye artículos sobre nutrición infantil y discapacidad intelectual. Las tablas con la información procesada se encuentran en <https://is.gd/hodwRU>.

En el grupo de COVID-19 está el artículo sobre el uso de algoritmos de *machine learning* XGBoost, analiza los datos del *Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica da Gripe* (SIVEP-Gripe) en Brasil, de 231 112 pacientes hospitalizados que dieron positivo en la prueba de RT-PCR. El objetivo era comparar si los factores socioeconómicos, demográficos y estructurales influyen en la comorbilidad de los pacientes. Resultados: el modelo XGBoost, XCOVID-BR es un modelo que tuvo mayor rendimiento y que los factores socioeconómicos, geográficos y estructurales también son relevantes, así como los factores biológicos. El pronóstico de evolución del coronavirus es más difícil en subgrupos como analfabetos, macrorregión, entre otras por los escasos datos.²⁰

Otro estudio que fue publicado por autores que no son de origen latinoamericano y están afiliados a instituciones de China, Egipto, Luxemburgo, India y Arabia Saudita, sin embargo, se optó por incluirlo, debido a que analizan Brasil. El estudio se basa en los casos declarados por la OMS, durante el periodo del 26 de marzo al 1 de junio de 2020) de los países de Brasil y Rusia. Se realiza una propuesta de un modelo de pronóstico llamada CMPA-ANFIS. Este CMPA-

ANFIS es una propuesta mejorada del modelo MPA (Marine Predators Algorithm) o algoritmo de depredadores marinos.²¹ Se usó cuatro criterios estadísticos: error relativo cuadrático medio RE, error absoluto medio, error porcentual absoluto medio y error cuadrático medio. Resultados: la propuesta optima fue el modelo CMPA-ANFIS basado en IA. El artículo discute que la propuesta de modelo podría colaborar en la toma de decisión para modificar políticas contra la pandemia.²²

Otro estudio realizó una propuesta de software COVID-SGIS con el fin de pronosticar la distribución espacio-temporal del virus. Usó datos del Estado de Pernambuco y de todo Brasil, que se encuentran en Brasil.io. Se usó cuatro métodos de regresión lineal, máquinas de vectores de soporte (núcleos polinómicos y RBF), perceptrones multicapa (MLP) y bosques aleatorios, y para evaluar los regresores se usó el entorno de ML Weka. Los resultados arrojaron que el uso de ML para el pronóstico de distribución espacial de los casos fue efectivo, también, que los regresores con mejor desempeño fueron regresión lineal y MLP. Además, la mayor concentración de casos en el norte se encuentra en Amazonas, Pará y Amapá, en el sureste en São Paulo y Rio de Janeiro. El estudio discutió que puede ser un apoyo a los gestores de la salud y epidemiólogos para la elaboración de políticas y planes para el control de virus.²³

Otro artículo es sobre un modelo de predicción de muertes por coronavirus usando *Kalman Filter* (predice a corto plazo) y *H2O Framework Tree-Based Pipeline Optimization Tool* (TPOT). Los datos fueron obtenidos de la plataforma Ceará Integrasus, no obstante, para disminuir el nivel de incertidumbre se usaron datos de Brasil y China. Resultados: el Filtro de Kalman predice a largo plazo solo al inicio de la pandemia, el modelo TPOT mostró mejores resultados de predicción de muertes por COVID-19 a corto plazo (diaria y semanal), para mediano plazo existe un error en el número absoluto de casos. Conclusiones: alimentar la base de datos para que el modelo pueda aprender, considerar la similitud de las características epidemiológicas de las ciudades o países que serán muestra porque se corre el riesgo de que exista un alto margen de error en la curva de muerte.²⁴

Un artículo sobre pronósticos de casos de COVID-19 de Brasil y Estados Unidos con base en IA en conjunto con variables climáticas exógenas. Se utilizó la red neuronal artificial BRNN, modelo de pronóstico CUBIST, modelo de aprendizaje KNN y RF, y la técnica de procesamiento VMD. Las técnicas son la red neuronal de regresión bayesiana, regresión cubista, bosques aleatorios, regresión de vectores de soporte. Se obtuvo los datos de cinco estados brasileños y estadounidenses, del *Instituto Nacional de Meteorología* (INMET) y de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos. Los estados con mayor número de casos son São Paulo y New York. los modelos híbridos son herramientas adecuadas para pronosticar casos de COVID-19 lo que contribuye en el desarrollo de políticas para mitigar los efectos del brote del virus. Los datos climáticos influyeron en el contexto brasileño.²⁵

En el **grupo de Gestión salud** está el estudio que identifica variables que explican las probabilidades de ausencia a citas en pacientes de cuarenta y nueve instalaciones de atención primaria en Colombia, por medio del uso de bosques aleatorios y redes neuronales artificiales. Usaron la base de datos del *Departamento Administrativo Nacional de Estadística* (DANE) y de la Oficina Nacional de Policía. Los resultados mostraron que el contexto sociodemográfico afecta la asistencia o no a la consulta médica, las probabilidades de presentarse cambian según la edad del paciente, por ejemplo, hay inasistencias a las citas por

los niños y ancianos porque en deben ir acompañado de un cuidador o tutor. Existe efectividad del enfoque de ML siendo útil en el diseño de políticas de *overbooking*, y colabora en una mejor comprensión de la problemática para prioriza la planificación de citas.²⁶

El **grupo de enfermedades diversas** tiene un artículo sobre la asociación de las ocurrencias de incendio con las enfermedades respiratorias, malaria y leishmaniasis en Brasil, usando la técnica de minería de datos que procesa la información del *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais* (INPE), el *Sistema Único de Saúde* (SUS)¹ y la ubicación de los incendios a través del *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS). El estudio apunta a realizar medidas de control en las zonas consideradas de alto riesgo, asimismo, analizar los patrones espaciales y temporales vinculados con enfermedades respiratorias coadyuva a la planificación de políticas en salud y control de enfermedades.²⁷

En el **grupo de Otros**, el primer artículo trata sobre la discapacidad intelectual en niños. Elaboraron un algoritmo de IA que logró identificar 85% de casos de discapacidad intelectual entre 1758 estudiantes de segundo y cuarto grado de primaria en veinte escuelas de São Paulo. No obstante, el estudio resalta que los niños que fueron identificados con discapacidad intelectual, el 46% ya están en cuarto grado, considerándose un diagnóstico tardío. Las conclusiones mostraron que el algoritmo de IA tiene sensibilidad predictiva. Resaltan que los estudiantes con características compatibles con discapacidad intelectual podrían recibir una intervención temprana y así asegurar un desarrollo cognitivo, social y escolar.²⁸

Una publicación sobre desnutrición crónica infantil en Perú. Por medio de técnicas de *entropy balancing* y ML, realizan regresiones para estimar el efecto del programa *Qali Warma* – programa social del Estado que suministra alimentación a niños y adolescentes– usando datos de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES) del 2014 al 2017, información de 15 334 niños entre tres y cinco años. Concluyen que al programa no se le puede atribuir efectos sobre la desnutrición crónica infantil y anemia, asimismo, que el uso de técnicas de *entropy balancing* y ML son robustas y puede ser aplicado a otros programas sociales. Se reflexiona en la necesidad de reevaluar el contenido nutricional de los alimentos dados a los niños, así como otros aspectos (operatividad, implementación y continuidad del programa). Reflexionan que es mejor realizar políticas enfocadas en educación nutricional a las madres, el control del crecimiento y desarrollo en los niños y la difusión de la lactancia materna.²⁹

Otro artículo trata de una investigación que estima la relación entre el estado de salud y la contaminación por uso de vehículos, en la ciudad de São Paulo. Usan las redes neuronales artificiales y las aplican en los datos sobre cantidad de vehículos, kilometraje promedio de autos, cantidad de combustible vendido e ingresos hospitalarios y mortalidad por enfermedades respiratorias. La red neuronal *Extreme Learning Machine* tuvo óptimos resultados en morbilidad y *Echo State Neural Networks* en mortalidad. Recomiendan que se incluya otros modelos de redes neuronales agregando modelos de regresión lo que facilitaría el análisis para la toma de decisión. Destacan que con los resultados se puede implementar normativas y políticas en salud.³⁰

A manera de resumen, la generación del conocimiento contribuye al crecimiento económico incentivando las competencias y cualificaciones. En Latinoamérica, Brasil es el país que tiene más publicaciones (en Scopus 14

artículos, en WoS 5) y afiliaciones institucionales (12 en Scopus y 7 en WoS) y fondos de ayuda vinculados a las publicaciones (7 en Scopus y 9 en WoS) por encima de los demás países sudamericanos.

Ambos repositorios presentan temas como COVID-19, enfermedades diversas y gestión/salud pública <https://is.gd/KuWHeA>. Tanto Scopus como WoS tuvieron cinco artículos cada uno sobre el uso de IA relacionado con la COVID-19. Por otro lado, destaca que Scopus tiene nueve artículos vinculados a enfermedades como lepra, dengue, fiebre amarilla, tuberculosis y diabetes, asimismo, cuatro artículos sobre la temática de gestión y salud pública, en comparación con WoS que tiene un artículo. WoS incluye dos artículos sobre muertes por contaminación ambiental y Scopus no.

Asimismo, varios de los modelos de predicción de IA contribuyeron en predecir la progresión del brote de COVID-19, también, el uso de *ML* colaboró en demostrar que la problemática de ausencia de pacientes a las citas médicas y que programas sociales contra la desnutrición infantil crónica no tuvieron impacto en el desarrollo del niño. El uso de IA aplicada al área de salud podría colaborar con el trabajo de los gestores de salud y permitiría elaboración de políticas públicas y una mejor toma de decisión por parte de los responsables del sector.

Se aprecia que el contenido académico de los artículos hallados en Scopus y WoS se enfoca en grupos vulnerables como niños, adolescentes y ancianos, asimismo, toma en cuenta la realidad de la región sudamericana, por ejemplo, el uso de IA en estudio sobre tuberculosis, dengue, Chikunguña y fiebre amarilla.

DISCUSIÓN

Los resultados reflejaron que la producción de conocimiento sudamericano está enfocada en estudios de enfermedades como diabetes, tuberculosis, dengue, lepra, Leishmaniasis, malaria y fiebre amarilla. También, hay artículos relacionados con la gestión y sistema de salud, como el cuidado del paciente o perfil de los trabajadores en cuidados intensivos, municipios con bajo y alto rendimiento en salud pública, entre otras.

Del total de 29 analizados en ambos repositorios, 10 de ellos se valen de la IA para hacer pronósticos sobre rastreo y control de casos y mejora de modelos de predicción durante la pandemia. Estos resultados coinciden con lo señalado por Debroy y George (2021) quien menciona que en la pandemia la ciencia ha sido la encargada de ayudar a encontrar tratamientos y rastreo de casos.

Sudamérica tiene pocas publicaciones de artículos relaciones con el uso de IA en políticas de salud. Se identificó 27 artículos académicos realizados por investigadores y financiados por instituciones sudamericanas y 2 artículos que se incluyeron porque comprende análisis de países sudamericanos como Brasil o Colombia o Chile, sin embargo, es desarrollado por investigadores e instituciones no latinoamericanas.

Por otro lado, Brasil es el país con más publicaciones con uso de IA en temas de salud que pueden contribuir a las políticas públicas (en Scopus 14 artículos, en WoS 7), por encima de países como Colombia con 3 artículos, Argentina con 2, y 1 Perú. Este dato coincide parcialmente con los datos de Fuentes Nettel et al. (2021) quienes mencionan no solo a Brasil, sino a Colombia, Chile y Uruguay como líderes de implementación de IA a nivel gubernamental. También, con OCDE (2022), siendo Brasil, Colombia y Argentina los países con más iniciativas de políticas públicas en IA en Sudamérica.

Las universidades brasileras que más publican son las que están ubicadas en la región sureste y región sur, coincidiendo con informaciones de la *Organisation for Economic Co-Operation and Development* (2022) como la *Universidade de São Paulo*, *Universidade Federal do Rio de Janeiro*, *Universidade Estadual de Campinas* y *Universidade Federal do Rio Grande do Sul*. En relación con las colaboraciones institucionales, Brasil tiene más colaboración con Estados Unidos o la Unión Europea, que con países de latinoamericanos. Estos resultados coinciden con los Observatorio de políticas de la OCDE (2022) a nivel de colaboraciones en publicaciones sobre IA en la región.

Por otro lado, Azaad y Ruchi (2021) mencionan que el uso de IA tiene ciertos riesgos, porque los resultados dependen de la técnica usada. Silcox (2020) detalla que, para disminuir los sesgos, la IA debe ser probada en poblaciones con diversidad médica y demográfica según la región. Por eso los investigadores han usado varias técnicas como bosques aleatorios, H2O Framework TPOT, red neuronal RNN, Algoritmo CUBIST, Modelo de aprendizaje KNN, Modelo QRF, Modelo SVR y Técnica VMD, para compararlos con el fin de disminuir los sesgos.

También, falta más trabajo colaborativo entre instituciones sudamericanas a nivel de estudios académicos de uso de IA en salud. Es necesario considerar que la Organización Panamericana de la Salud (2021) estableció como sexto principio para la transformación digital del sector salud la participación en la cooperación sobre IA y otras tecnologías emergentes. Como menciona Ebell, Shaughnessy y Slawson (s.f) existen ciertas razones de la disociación entre la asistencia e investigaciones en salud como: la falta de tiempo, la resistencia al cambio, entre otros. Esto podría estar influyendo en la poca colaboración entre países sudamericanos.

No obstante, hay que considerar la asimetría de la información (BRAUN, 2003) que puede surgir en un tema controversial como lo es el uso de IA en políticas, lo que podría ocasionar impases entre la experticia del especialista y los intereses políticos del tomador de decisión (JASANOFF, 1987).

Los estudios analizados usan base de datos con información de pacientes, por lo que resulta necesario prestar atención a cuestiones éticas y protección de datos, como menciona Silcox (2020) hay que considerar el equilibrio entre el derecho a la privacidad y la generación de la innovación, modificando leyes y regulaciones si fuera necesario.

Por lo tanto, el uso de IA en políticas de salud puede servir para la toma de decisión, considerando riesgos y desafíos (MONTROYA; RIVAS, 2019). La IA en la salud pública debe estar fundamentada en la ética, que sea transparente, que se salvaguarde la protección de los datos, que posea integridad científica, que sea abierta y compartible, y no discriminatoria.

Al momento del diseño de las políticas públicas se prioriza al experto, olvidándose del ciudadano durante el proceso de la elaboración de la política pública (OSTROM, 2005). El trabajo del experto no debe ser considerado como lo único en el proceso de trabajo, este debe brindar la información exacta y confiable a los otros actores del proceso y así generar confiabilidad y reciprocidad. Una visión multidisciplinar contribuye a determinar cuáles serían los medios y fines para atacar las causas existentes en el área de la salud pública.

CONSIDERACIONES FINALES

Algunas de las contribuciones de la comunidad académica sobre el uso de IA

en el área de salud que contribuyan a las políticas públicas en Sudamérica son: que en los estudios se usaron y contrastaron modelos predictivos de ML y varios artículos se enfocaron específicamente en las redes neuronales artificiales. Tanto en el repositorio Scopus como WoS, los artículos fueron agrupados, encontrándose documentos relacionados con gestión y salud pública, adulto y geriatría, enfermedades diversas como Chagas, lepra, fiebre amarilla y diabetes y COVID-19.

El objetivo general fue revisar las contribuciones de la comunidad académica sobre el uso de IA en salud que contribuyen a las políticas públicas en Sudamérica, siendo respondido a través de la sistematización, categorización y análisis de los artículos recabados en los repositorios de las revistas indexadas Scopus y WoS. Para el caso del repositorio Scopus se utilizó la minería de datos. Para ambos repositorios se realizó una selección y exclusión de artículos considerando aspectos de la revisión sistemática.

Si bien los parámetros de estudio establecidos eran entre el 2010 a noviembre del 2021, se identificaron diecinueve artículos en el repositorio Scopus a partir del 2017, y diez en WoS a partir del 2020. En ambos repositorios hubo un aumento de publicaciones en el 2021 por la pandemia. Principalmente se usaron bases de datos de pacientes confirmados con coronavirus, de hospitales, puestos de salud o del sistema de salud propiamente dicho, así como encuestas demográficas.

Las afiliaciones institucionales de los investigadores y la inversión de apoyo a la investigación son en su mayoría de Brasil (CNPq, Capes, Fapesp, Facepe, Fapeap, etc.). En Scopus, hay diez afiliaciones con universidades brasileñas, un instituto federal y cinco instituciones de salud (HCor, IDOR, etc.), mientras que en Colombia y Argentina tienen dos universidades vinculadas. Asimismo, en WoS son once instituciones brasileñas afiliadas a los investigadores, una universidad colombiana y otra peruana.

El contenido de la mayoría de los artículos tiene una visión ciertamente optimista al uso de la IA aplicable al sector salud y refieren una necesidad de plasmarlo en políticas públicas, por ejemplo, a través de políticas de control y de prevención, que coadyuven a la toma de decisión de los responsables políticos. Además, los investigadores utilizaron varios modelos de predicción para compararlos y disminuir los sesgos de los resultados. Sin embargo, como menciona Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2022) hay que tener cuidado en no caer en el tecnosolucionismo y comprender a la IA como una herramienta de apoyo a la toma de decisión.

La parte de discusión de los artículos es sucinta y se enfoca en rescatar que los estudios pueden colaborar con el control, predicción y prevención en políticas públicas de salud. Asimismo, considerando los parámetros de la investigación, no se encontró artículos que mencionaran aspectos éticos sobre la información utilizada.

Una de las contribuciones del estudio es que puede servir como instrumento de consulta no solo para científicos sino para diferentes actores políticos, sociales, instituciones, entre otros, y varias experiencias sudamericanas con uso de herramientas de IA en el área de salud, además, la investigación puede ser replicable

Además, los estudios analizados permiten el acceso a la investigación, a los resultados, a la promoción de los logros de un país en el aspecto de investigación y desarrollo, aprender de otros contextos sudamericanos. También, a la

identificación de la colectividad científica, la promoción y colaboración conjunta para futuros proyectos, así como identificación y vinculación de científicos lo que contribuye a la diáspora científica sudamericana.

El uso de minería de datos en el repositorio Scopus, permitió crear un *GibHub* de acceso abierto accesible tanto para ingenieros de software, investigadores de otras áreas, así como personas con poco conocimiento técnico, no afectando el código original, lo que mejora el flujo de trabajo y la colaboración.

Algunas sugerencias para futuras investigaciones son revisar otros repositorios de publicaciones indexadas, en conjunto con profesionales de diversas áreas como Ciencias de la Computación, Medicina, Estadística, entre otros, para trabajar con los documentos de los repositorios y trabajar con mayor volumen de artículos. Por otro lado, de manera propositiva, la creación o modificación de normativa que dé soporte a que las estrategias e implementación de políticas públicas en el tema.

Public health policies with the use of artificial intelligence: scientific knowledge production in South America

ABSTRACT

Knowledge production in artificial intelligence is increasing and a differentiated approach is required in areas such as public health policies in South America. The general objective is to review the knowledge generated by the academic community on the use of artificial intelligence in health that contributes to public policies in South America. The research design is mixed, developing the quantitative to then apply systematic review. The findings were: both repositories present topics such as Covid-19, various diseases and management/public health, geriatrics, nutrition and environmental pollution; of the twenty-nine articles analyzed in both repositories, ten of them use artificial intelligence to make forecasts on case tracking and control and improvement of predictive models during the pandemic; most of the analyzed articles used prediction models based on artificial neural networks; Brazil is the country with the most publications, institutional affiliations and aid funds; Brazilian financial institutions are the ones that collaborate the most with research in the region, such as Capes, CNPq, Fapesp, Facepe, etc. The discussion of the articles focus on the fact that the studies collaborate with the control, prediction and prevention of public policies; no articles were found that mentioned ethical aspects; research in South America is still scarce; more collaborative work between South American institutions is needed; improve the links of the South American Science and Technology System in public health.

KEYWORDS: Public policies. Artificial intelligence - medical applications. Public health - South America. Systematic review.

NOTAS

- ¹ *Artificial Intelligence-Based Decision for the Prediction of Cardioembolism in Patients with Chagas Disease and Ischemic Stroke* de Montanaro et al., 2021
- ² *Leprosy screening based on artificial intelligence: Development of a cross-platform app* de De Souza et al., 2021
- ³ *A novel integrated molecular and serological analysis method to predict new cases of leprosy amongst household contacts* de Gama et al., 2019.
- ⁴ *Spatial epidemiology of yellow fever: Identification of determinants of the 2016-2018 epidemics and at-risk areas in Brazil*, de Thoisy B. et al., 2020
- ⁵ *Modeling Dengue vector population using remotely sensed data and machine learning*, Scavuzzo J. et al., 2018
- ⁶ *Tuberculosis diagnosis support analysis for precarious health information systems*, Orjuela-Cañón A.D. et al., 2018.
- ⁷ *Development and validation of various phenotyping algorithms for Diabetes Mellitus using data from electronic health records* de Esteban S. et al., 2017
- ⁸ *Comparison of machine-learning algorithms to build a predictive model for detecting undiagnosed diabetes – ELSA-Brasil: Accuracy study* de Olivera A. et al., 2017
- ⁹ *Cause-specific mortality prediction in older residents of São Paulo, Brazil: A machine learning approach* de Do Nascimento C.F et al., 2021
- ¹⁰ *The use of Bayesian network models to identify factors related to frailty phenotype and health outcomes in middle-aged and older persons* de Da Cunha Leme D.E. et al., 2021.
- ¹¹ *The impact of Covid 19 on university staff and students from Iberoamerica: Online learning and teaching experience* de Jojoa M. et al., 2021
- ¹² *Classification models for COVID-19 test prioritization in Brazil: Machine learning approach* de Dos Santos Santana I.V. et al., 2021
- ¹³ *The spread of the covid-19 outbreaks in Brazil: An overview by kohonen self-organizing map networks*, de Galvan D. et al., 2021
- ¹⁴ *Machine learning analysis to predict health outcomes among emergency department users in southern Brazil: A protocol study*, de Nunes B.P et al., 2021
- ¹⁵ *National covid-19 vaccination plan: Using artificial spatial intelligence to overcome challenges in Brazil*, de Rocha T.A.H, et al., 2021.
- ¹⁶ *Analytics and Lean Health Care to Address Nurse Care Management Challenges for Inpatients in Emerging Economies*, de Moreno-Ferguson M.E. et al., 2021
- ¹⁷ *Field of practice: Iariisa: Smart digital solutions to support decision-making in family health strategy management*, de Costa Filho R.V. et al., 2021
- ¹⁸ *ICU staffing feature phenotypes and their relationship with patients' outcomes: an unsupervised machine learning analysis*, de Zampieri F.G. et al., 2019
- ¹⁹ *Overachieving municipalities in public health: A Machine-learning Approach*, de Porto Chiavegatto Filho A.D. et al., 2018
- ²⁰ *Comparing COVID-19 risk factors in Brazil using machine learning: the importance of socioeconomic, demographic and structural factors*, de Baqui P. et al., 2021.
- ²¹ CMPA-ANFIS es una propuesta mejorada del modelo MPA (Marine Predators Algorithm) o algoritmo de depredadores marinos. La investigación realiza una comparación del CMPA-ANFIS, tres modelos como el Modelo optimización de enjambre de partículas (*Particle Swarm Optimization*, PSO), el algoritmo de depredadores marinos (*Marine Predators Algorithm*, MPA) y el Sistema de inferencia neuro difuso artificial (ANFIS).

²² *Efficient artificial intelligence forecasting models for COVID-19 outbreak in Russia and Brazil*, de Al-qaness et al., 2021

²³ *Covid-19 Dynamic Monitoring and Real- Time Spatio-Temporal Forecasting*, de Da Silva, C.C. et al., 2021

²⁴ *Modeling the progression of COVID-19 deaths using Kalman Filter and AutoML*, de Han T., et al.2021

²⁵ *Forecasting Brazilian and American COVID-19 cases based on artificial intelligence coupled with climatic exogenous variables*, de Da Silva R.G. et al., 2020.

²⁶ *Improving healthcare access management by predicting patient no-show behaviour*, Ferro D.B. et al., 2020

²⁷ *Respiratory Diseases, Malaria and Leishmaniasis: Temporal and Spatial Association with Fire Occurrences from Knowledge Discovery and Data Mining*, Schroeder L. et al., 2020.

²⁸ *Dlagnosys: An Analytical Framework for the Identification of Elementary School Students with Intellectual Disability*, Tafla T.L. et al., 2021.

²⁹ *Impact of the Qali Warma school feeding program on anemia and chronic malnutrition in children*, Francke P., 2021

³⁰ *Artificial Neural Networks to Estimate the Influence of Vehicular Emission Variables on Morbidity and Mortality in the Largest Metropolis in South America*, Kachba Y. et al., 2020.

AGRADECIMENTOS

El artículo es fruto de la disertación en la maestría del Programa de Política Científica y Tecnológica del Instituto de Geociencias de la Universidade Estadual de Campinas, Unicamp. Realizado con el apoyo de la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

AZAAD MOONESAR, RUCHI DASS, Immanuel. Artificial Intelligence in Health Policy – A Global Perspective. Global Journal of Computer Science and Technology, [S.l.], feb. 2021.ISSN 0975-4172. Disponível em: <<https://computerresearch.org/index.php/computer/article/view/2010>>. Acesso em: 1/11/2021.

BACLIC, Oliver; TUNIS, Matthew; YOUNG, Kelsey; DOAN, Coraline; SWERDFEGER, Howard; SCHONFELD, Justin. Artificial intelligence in public health: Challenges and opportunities for public health made possible by advances in natural language processing. Canada Communicable Disease Report, Public Health Agency of Canada, v. 46, n. 6, p. 161, 4 jun. 2020.

BRAUN, Dietmar. Lasting tensions in research policy-making - a delegation problem. Science and Public Policy, [s. l.], v. 30, n. 5, p. 309-321, 2003. Disponible

en: <https://academic.oup.com/spp/article-lookup/doi/10.3152/147154303781780353>>. Acceso en: 11 dez. 2020.

DEBROY, A.; GEORGE, N. Artificial intelligence for COVID-19 and future pandemics: A mini-review. **Journal of Acute Disease**, v. 10, n. 4, p. 135, 2021.

EBELL, Mark H; SHAUGHNESSY, Allen F; SLAWSON, David C. Why Are We So Slow to Adopt Some Evidence-Based Practices?. [s. l.], p.2.

FUENTES NETTEL, Pablo; ROGERSON, Annys; WESTGARTH, Tom; IIDA, Kate; MBAYO, Horlane; FINOTTO, Alejandra; RAHIM, Sulamaan; PETHERAM, André. . **Latin America and the Caribbean: Government AI Readiness Index 2021**. Oxford Insights, [s. l.], 2021. Disponible en: <<https://www.oxfordinsights.com/government-ai-readiness-index2021>>. Acceso en: 4 jul. 2022.

JASANOFF, S. S. Contested Boundaries in Policy-Relevant Science. **Social Studies of Science**, v. 17, n. 2, p. 195–230, 1987.

LAURENTE, Itala; MALLQUI, Dennys. Thesis-Science-and-Technology-Policy. Github repository, Github, 2021. Disponible en: <<https://github.com/ilaurante/Thesis-Science-and-Technology-Policy>>

LÓPEZ BARONI, Manuel Jesús. Las narrativas de la inteligencia artificial. **Revista Bioética y Derecho**, [s. l.], v. 46, p. 5–28, 2019. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1886-58872019000200002&lng=es&nrm=iso>. Acceso en: 4 jan. 2022.

MONTOYA, Laura; RIVAS, Pablo. Government AI Readiness Meta-Analysis for Latin America and The Caribbean. 2019 IEEE International Symposium on Technology and Society (ISTAS), [S. l.], p. 1-8, 23 dec. 2019.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **OECD.AI Policy Observatory**. 2022. Disponible en: <<https://oecd.ai/en/policy-areas>>. Acceso en: 26 nov. 2022.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA. **Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial**. París: [s. n.], 2022. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef_0000381137_spa&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/import_50daf52c-56dc-4375-ba1f-3574cd3d9b3f%3F_%3D381137spa.pdf&locale=es&multi=true&ark=/ark:/48223/>

[pf0000381137 spa/PDF/381137spa.pdf#484_22_S_SHS_Recommendation%20Et hics%20of%20AI_int.indd%3A.17487%3A130](#)>. Acceso en: 18 jun.2022.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA. **Proyecto de recomendación sobre ética de la inteligencia artificial**. París: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2021. Proyecto.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA. **Inteligencia Artificial en América Latina y el Caribe: para que nadie quede atrás**. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2022.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. **Ocho principios rectores de la transformación digital del sector de la salud. Un llamado a la acción panamericana**. 2021.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. **La inteligencia artificial en la salud pública**. 2021. Disponible en: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/53887/OPSEIHIS21011_spa.pdf?sequence=5>. Acceso en: 3 ago. 2022

OSTROM, Elinor. Policies That Crowd out Reciprocity and Collective Action. In: GINTIS, Herbert *et al.* (org.). **Moral Sentiments and Material Interests**. [S. l.]: The MIT Press, 2005. *E-book*. Disponible en: <<https://direct.mit.edu/books/book/2539/chapter/68298/policies-that-crowd-out-reciprocity-and-collective>>. Acceso en: 30 nov. 2021.

PANCH, Trishan; PEARSON-STUTTARD, Jonathan; GREAVES, Felix; ATUN, Rifat. Artificial intelligence: opportunities and risks for public health. *The Lancet Digital Health*, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 13-14, 1 maio 2019.

RUSSELL, Stuart J; NORVIG, Peter. **Inteligencia artificial: un enfoque moderno**. Tradução: Juan Manuel Corchado Rodríguez *et al.* Madrid: Pearson Educación, 2011

SAMPAIO, R.; MANCINI, M. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11, n. 1, p. 83–89, fev. 2007.

SILCOX, Christina. **La inteligencia artificial en el sector salud: Promesas y desafíos**. [S. l.]: Inter-American Development Bank, 2020. *E-book*. Disponible en: <<https://publications.iadb.org/es/node/29315>>. Acceso en: 30 nov. 2021.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Revisão Sistemática e Meta-análise**. [S. l.], [s. d.]. Cursos a distancia. Disponible en: coursera-org. Acesso em: 18 ago. 2022

Recebido: 02/04/2023

Aprovado: 23/11/2023

DOI: 10.3895/rts.v19n58.16619

Como citar:

LAURENTE, I.; MALLQUI, D.; SERAFIM, M. P. Políticas públicas em salud con uso de inteligencia artificial: producción de conocimiento científico en Sudamérica. **Rev. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 19, n. 58, p. 41-59, out./dez., 2023. Disponível em:

<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/16619>

Acesso em: XXX.

Correspondência:

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

