





Educación e Inteligencia Artificial: Nodos temáticos de inmersión

Education and Artificial Intelligence: Immersive theme nodes

 Rafael Alberto González González; cinco.venezuela@gmail.com
Universidad Pedagógica Experimental Libertador (Venezuela)

 Maria Helena Silveira Bonilla; bonilla@ufba.br
Universidad Federal de Bahía (Brasil)

Resumen

El artículo examina, desde el punto de vista del discurso científico, algunos de los nodos temáticos más importantes en torno a la relación educación-Inteligencia Artificial. Para tal propósito, fue realizada una revisión de 72 artículos académicos seleccionados de la base de datos ERIC (Education Resources Information Center), que permitió no solo trazar la red tópica a partir de la cual se vienen constituyendo los principales *Fenómenos Transversales*, el *Dispositivo Tecnológico* y la *Matriz Educativa* que ocupa la atención científico-académica en lo que compete a su campo de saber, sino que permitió apreciar la *smartificación* de la educación como uno de los fenómenos más dinámicos que emergen en el nodo definido por términos educación-IA.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Educación, sociedad digital, smartificación.

Abstract

The current article examined, from the point of view of scientific discourse, some of the most important thematic nodes that have been producing in what compete to the education-Artificial Intelligence relationship. To such, a review of 72 academic articles selected from the ERIC database (Education Resources Information Center), not only to trace the topical network from which the main *Transversal Phenomena*, the *Technological Device* and the *Educational Matrix* have been constituted, which occupies scientific-academic attention in what competes with the education-AI relationship, but also made it possible to appreciate the smartification of education as one of the most dynamic phenomena that emerge in the node of knowledge defined by the terms in questions (education-AI).

Keywords: Artificial Intelligence, Education, digital society, smartification.



1. INTRODUCCIÓN

Cuando se afirma que el desarrollo tecnológico ha desempeñado un papel estelar en la modernidad, implica reconocer, en términos específicos, que el mundo moderno se ha transformado, que ha ido cambiando su morfología, sus ritmos, su composición, en la medida que han emergido diversas innovaciones socio-técnicas, cada una de las cuales ha impreso, en el devenir civilizatorio de la modernidad, su distintiva singularidad. De tal suerte, así como la máquina a vapor representó, en la modernidad temprana, la consolidación de la sociedad industrial y de los más urgentes e inevitables fenómenos que marcaron el tránsito del sistema fabril en los siglos XVIII y XIX, de igual manera, hoy, pasada la segunda década del siglo XXI, existe una *in crescente* conciencia del profundo impacto que ha traído consigo la innovación tecnológica, el desarrollo de las tecnologías digitales y el modo cómo a partir de ellas se vienen fraguando las fuerzas y los contornos de una creciente matriz socio-técnica (Dias-Valadão y Andrade, 2012) que está llamada a rediseñar, así como lo hizo en su momento el sistema fabril, la más reciente modernidad.

A tales efectos, la emergencia de una pluralidad de innovaciones que se enuncian como *Inteligencia Artificial (IA)*, y que se vinculan al desarrollo del *Machine Learning, Deep Learning, Computer Visión, Natural Language Processing, Artificial Neural Networks, Big Data* (y afines), ha pasado a ocupar un papel estratégico en las actividades realizadas cotidianamente al acceder a una red social, consultar el reporte del clima o utilizar una plataforma de gestión financiera (por señalar apenas unos ejemplos), a la vez que nos obligan a repensar el mundo en el que vivimos, los sistemas cognitivos naturales y artificiales (Singer, 2021) que operan en el tiempo histórico actual, así como la propia constitución de una realidad que, edificada a partir de la fusión entre lo físico y lo virtual, no para de complejizarse.

En dichos términos, basta revisar los datos suministrados por Yan-Ing y Grossman (2022) en lo que respecta a la inversión internacional en IA (que pasó de 12.7 mil millones de dólares en el año 2015 a más de 67.9 mil millones de dólares en el año 2020), así como los disímiles campos de aplicación que vienen siendo transformados a partir de la tecnología en cuestión (desde el sector agrícola hasta la gestión urbana, pasando por el campo de la salud, la industria del entretenimiento y todo aquel sector que resulta impactado por el doble influjo de la datificación/automatización), para apreciar que la IA se ha convertido en uno de los principales dínamos, de los motores, del contemporáneo quehacer mundial.

En tal sentido, la centralidad adquirida por el apuntado dominio tecnológico se ha hecho evidente no solo en la carrera por el control de las *patentes en IA* (Statista, 2019) que mantienen gigantes tecnológicos como Microsoft, IBM, Samsung, Qualcomm, Google, Philips, Siemens, Sony, Intel y Canon, o en la configuración de una *geopolítica de la AI* que queda de manifiesto al examinar los datos del *Private investments in artificial intelligence (AI) in 2020, by geographical area* (Statista, 2021), y en el cual EE. UU. figura como el país que mayor inversión registró para el año en cuestión (con un total de USD 23.6 *billion*), seguido por China (USD 9.9 *billion*), la Unión Europa (USD 2 *billion*) y el resto del mundo (USD 6.6 *billion*), sino también porque el sector educativo ha venido siendo impactado por las disruptivas fuerzas que dinamizan el indicado campo tecnológico.

Lo anterior se hace evidente en las tendencias formativas, laborales que, según el *Artificial Intelligence Index Report* (Zhang et al., 2021), se manifiestan en la educación universitaria a

partir de la creciente demanda profesional en áreas de especialización como *machine learning*, robótica, interacción humano-computador, ciberseguridad, automatización de procesos y afines, así como en el respectivo tejido de preocupaciones socio-técnicas que, según la UNESCO (2021), se vienen fortaleciendo en el indicado nodo de saber, toda vez que la naturaleza interdisciplinar que tipifica dicho dominio, las tendencias que dibujan la débil (*weak*) y la fuerte (*strong*) IA, así como las respectivas implicaciones éticas, financieras, jurídicas o laborales que se desprenden de una presencia cada vez más fuerte de dicha tecnología en los entornos educativos, han permitido que la relación educación-IA destaque en el ámbito internacional y se instituya como uno de los más atractivos ejes de interés en la agenda de debate contemporánea.

El nodo temático educación-IA resulta clave. Ha adquirido una importante centralidad, no solo porque el indicado pliego de preocupaciones se inscribe en una serie de procesos transversales, característicos de la más reciente versión de la modernidad digital, que se asocian a la expansión de las plataformas educativas, el uso creciente de algoritmos, *chatbots*, redes sociales, sistemas de gestión de aprendizaje, *learning analytics* (e innovaciones afines), en el conjunto de iniciativas a partir de las cuales se viene edificando el quehacer educativo/escolar, sino porque las coyunturales condiciones precipitadas por el Covid-19 robustecieron la demanda global de *distance learning solutions* (Unesco, n.d.), dinamizaron la industria de las *EdTechs*, a la vez que detonaron las alertas políticas, la discusión académico-intelectual, en lo concerniente a la presencia cada vez más activa del *solucionismo tecnológico* (Morozov, 2013) en el ámbito educativo. Es decir, ya sea a partir de la perspectiva que ofrece el *Artificial Intelligence Index Report* (Zhang et al., 2021) en lo que respecta a las tendencias formativas y laborales que fomentan la creciente presencia de la IA a nivel de la educación superior, como del conjunto de preocupaciones económicas, técnicas, éticas, jurídicas o laborales que destaca la UNESCO al examinar el indicado nodo de saber, cada una de las apuntadas perspectivas ilustra el interés, deja apreciar la necesidad de analizar los desafíos que enfrenta la educación contemporánea en la medida que avanza el desarrollo, los campos de aplicación educativa, de la IA.

En tal sentido, este trabajo se detiene a explorar, a partir de la revisión del discurso científico que se viene produciendo en el nodo de saber definido por los términos educación-IA, los ejes tópicos-temáticos que han pasado a ocupar la atención de la comunidad científica en el apuntado dominio tecno-educativo, toda vez que ello tributa no solo para delinear las diversas posibilidades pedagógicas, evaluativas, didácticas, curriculares, etc., a partir de las cuales se configura la presencia cada vez más activa de la IA en el ámbito educativo, sino, además, porque tal ejercicio permite mapear los nodos críticos, las relaciones semánticas, los focos de interés, que, en el último lustro, vienen siendo priorizados en el apuntado campo de saber. En virtud de ello, se formula la siguiente interrogante de investigación: ¿Cuáles son los nodos temáticos, las redes tópico-semánticas, que en el periodo 2018-2022 tipifican al discurso científico producido en el campo de saber definido por los términos educación-IA?

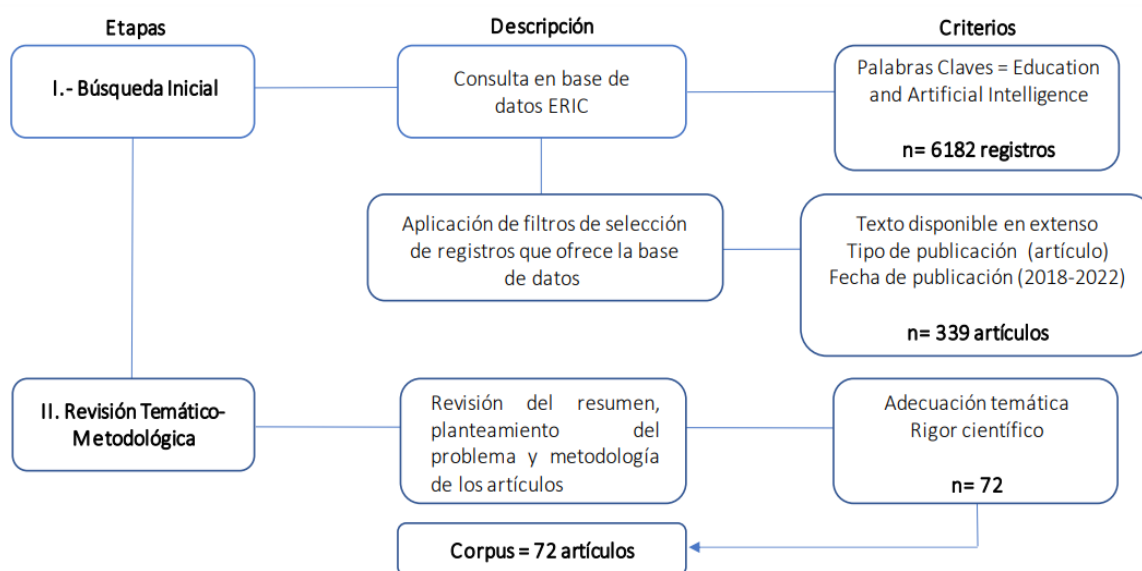
2. MÉTODO

El artículo se encuadra en la modalidad de trabajo propia de la investigación documental, delineada en función de los criterios académicos de análisis del discurso correspondientes a

una *revisión de la literatura científica* (Sabatés y Roca, 2020). La documentación examinada se obtuvo a partir de un proceso de consulta efectuado en la base de datos ERIC-IES, entre los días 28 y 30 de junio del año 2022, y la definición del *corpus* (Trask, 2004) emergió de la aplicación de un conjunto de procedimientos/criterios de selección sobre los 6.182 registros que se obtuvieron, de manera inicial, en la base de datos en cuestión. En tal sentido, se ejecutaron dos etapas para seleccionar los 72 artículos científicos que resultaron de interés, cumpliéndose un proceso de compilación del corpus documental, cuyas etapas/criterios se pueden apreciar, de manera sumaria, a continuación:

Figura 1

Selección de corpus (etapas/criterios)



Concluido el proceso anterior, se procedió a categorizar (Martínez, 2006) los artículos seleccionados, a la vez que se delinearón las redes semánticas (Cuenca y Hilferty, 2007) que surgieron en la revisión del apuntado corpus documental. Los preceptos que acompañaron los procesos de categorización y construcción de redes semánticas, así como el dispositivo analítico empleado en el decurso de la investigación, se ajustó a los aportes teórico-metodológicos pincelados, de manera particular, por el *Análisis Textual Discursivo* (Moraes y Galiazzi, 2016). De igual modo, con el fin de auxiliar el proceso de categorización y de construcción de redes semánticas, se emplearon las funciones analíticas y de visualización de datos que ofrece, en términos de frecuencia estadística y análisis de similitudes, el software Iramuteq. Los resultados obtenidos de las indicadas fases/procedimientos pasan a ser identificados en el próximo apartado.

3. RESULTADOS: Nodos temáticos, redes semánticas

Una vez efectuada la revisión del *corpus documental*, se identificaron tres categorías a partir de las cuales resulta posible agrupar los referentes, es decir, los más importantes ejes de atención que emergen al examinar el nodo educación-IA. Así pues, las categorías *Fenómenos Transversales*, *Dispositivo Tecnológico* y *Matriz Educativa* (ver tabla 1) permiten organizar el entramado tecno-educativo a partir del cual se constituye el discurso científico en cuestión, a

la vez que posibilitan demarcar los ejes tópicos-temáticos, los focos de interés, a partir de los cuales se constituye el apuntado campo de saber.

Tabla 1

Educación-IA: Categorías y referentes

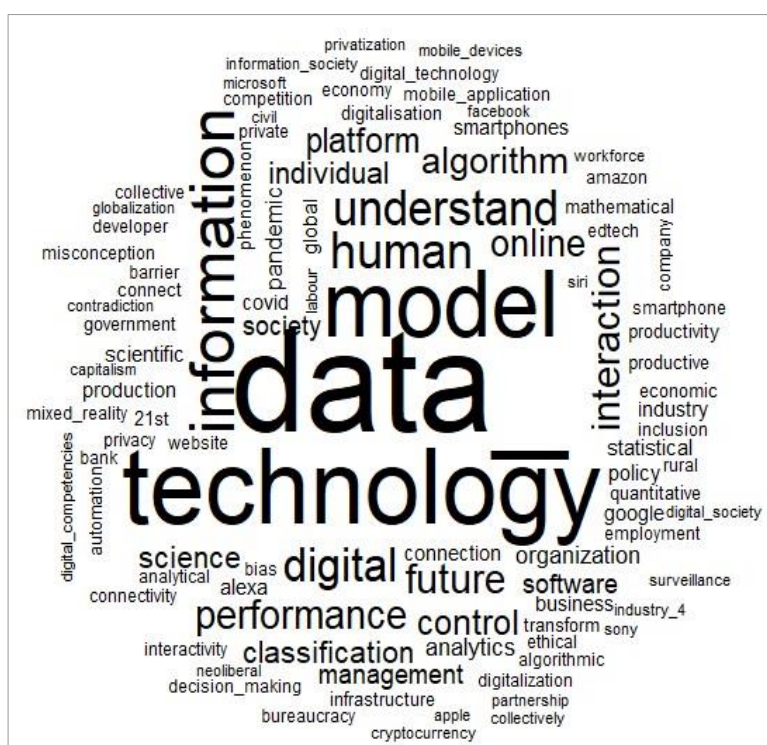
Categorías	Referentes
Fenómenos Transversales	Data, Technology, Model, Information, Human, Understand, Digital, Future, Performance, Interaction, Online, Control, Platform, Algorithm, Classification, Individual, Society, Management, Organization, Pandemic, Scientific, Policy, Statistical, Google, Alexa, Covid, Business, Connection, Production, Smartphone, Global, Transform, Government, Productive, Connect, Economic, 21st Phenomenon, Infrastructure, Privacy, Inclusion, Employment, Company, Digital, Amazon, Ethical, Digitalization, Economy, Developer, Competition, Decision Making, Cooperative, Ed-tech, Barriers, Bias, Private, Analytical, Connectivity, Mixed Reality, Bureaucracy, Collective, Bank, Interactivity, Automation, Contradiction, Apple, Partnership, Work Force, Facebook, Labor, Siri, Collaborative, Civil, Human Rights, Device, Industry 4.0, Society 5.0, Privatization, Digital Competencies, Virtual World, Information Society, Globalization, Microsoft, Sony, Capitalism.
Dispositivo Tecnológico	Machine Learning, Algorithm, Computer, Artificial Neural Networks, Virtual Reality, Deep Learning, Computer Science, Device, Statistical, Blockchain, Math, Robot, Big Data, Smartphone, Virtual Assistant, Decision Trees, Virtual Environment, Conversational Agent, Recommendation System, Bayesian Model, Voice Recognition, Augmented Reality, IoT, Weak AI, Cloud Computing, Natural Language Processing, Robotic, Mobile App, Discrimination, Digital Technology, Regulation, Eye-Tracking, Bibliometric, Internet, Scientist, Chat-bot, Hardware, Transparency, Connectivity, Website, Browse, Functionality, Mixed-Reality, Intelligent Agent, Automation, Speech Recognition, Smart Speaker, Supervised Learning, Virtual Laboratories, Mobile Devices, Facial Recognition, Black-box models, Programmer, Adaptive Systems, Extended Reality, Laptop, Super-Artificial Intelligence, Computer Vision, Regression Analysis, Artificial Narrow-intelligence, Virtual Objects, Text-classification, Chat, Email, Facial Recognition, Image Recognition, Photo, Reinforcement Learning, Regression Models, Semantic web, Microphone, Computer Interaction, Digitalization, Algebra, Notebook, Recognition Systems, Interoperability, Intelligent Assistant, Gesture Recognition, Unsupervised Learning.
Educación e Inteligencia Artificial	Student, Learn, Data, Study, Teacher, Education, University, Higher Education, Classroom, Motivation, Career, Prediction, Performance, Network, Evaluate, Educator, Literature, Child, English, Academic, Games, Curriculum, Engineer, Pedagogical, MOOC, Learning Analytics, Behavior, Online Learning, Instruction, Literacy, Lecture, Intelligent Tutoring Systems, Exam, Professor, Blended Learning, Language Learning, Art, Middle School, Book, Chemistry, Journal, Learning Algorithm, Publication, Connection, Gamification, Didactic, Psychology, Innovation, Secondary School, Personal Learning, Graduate, Leadership, Pedagogy, Formation, Recommendation Systems, Adapting Learning, Distance education, Library, Employment, Interdisciplinary, Autonomy, Institutional, Adult, Graduation, Sentiment, Memory, Competition, Decision Making, Learning Management Systems, Youth, Scholar, Multidisciplinary, Homework, Quiz, Profession, Administrator, Distance Learning, Collaborative Learning, Tutorial, Textbook, UNESCO, Precision Education, Intelligent Agent, Collective, Undergraduate, Interactivity, Professionalism, Biology, Virtual Laboratories, Smart Building, Ethic, Culture, Personalized Learning, Blackboard, E-learning, Virtual Classroom, UNICEF, Open Educational Resources, Policymaker, Thesis, User-experience, Serious games, Primary education, Smart Devices, Childhood, Organization, Didactic, Memorization, Neuroscience, Virtual Teacher, Smart Education, Smart Campus, Mobile Learning, Internationalization, Philosophy, Smart Learning, Smart Class, Individualized Learning, Virtual Education, Ubiquitous Learning, Virtual Classes, Evaluator.

3.1. Fenómenos transversales

Para empezar, valga subrayar que la categoría *Fenómenos transversales* resulta de singular interés, ya que encarna un estratégico valor analítico, a partir de la cual se pueden apreciar algunos de los procesos socio-técnicos más importantes que transversalizan la construcción de la modernidad digital, y el modo cómo estos están siendo examinados por la comunidad científico-académica, que explora y que se ha detenido a investigar e innovar, en el nodo de saber constituido por los términos educación-IA. En tal sentido, la figura número 2, titulada *Fenómenos transversales*, permite apreciar los principales referentes, es decir, los focos de atención enunciativa que emergieron en el apuntado discurso científico.

Figura 2

Códigos correspondientes a la categoría Fenómenos Transversales

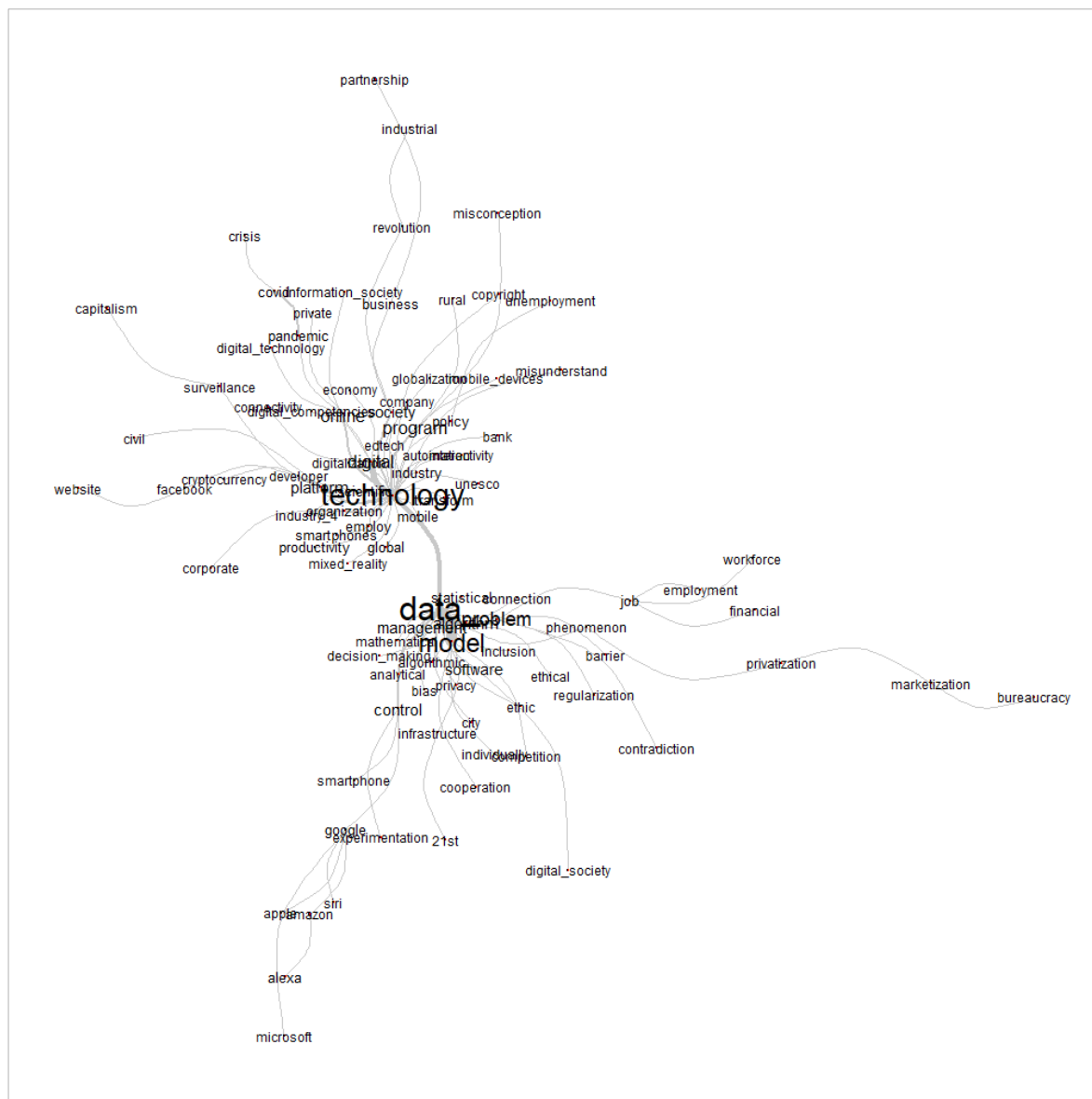


Nota. Elaboración mediante el software Iramuteq

La figura 2 ofrece un campo de dispersión, una serie de ejes-enunciativos, que, si bien gravitan en relación al referente *datos* (al punto que el indicado código registró un total de 1.822 referencias en el corpus objeto de estudio y destacó como el término con mayor frecuencia estadística en la categoría en cuestión), no por ello se puede dejar de señalar que dicha centralidad resulta del correlato del desarrollo tecnológico, del papel que desempeña la innovación socio-técnica en el ensamblado de la sociedad digital, y el modo como el nodo *datos-tecnología* (ver Figura 3) se inscribe en un conjunto de procesos que resultan característicos y fundamentales en la más reciente versión de la modernidad global. Es decir, los *Fenómenos transversales* destacados al examinar la presente categoría se vinculan al eje enunciativo delineado por los términos *datos-tecnología*, así como a los respectivos factores contextuales, tecno-económicos, a partir de los cuales se compone el nodo temático examinado.

Figura 3

Fenómenos transversales (red semántica)



Nota. Elaboración mediante el software Iramuteq

En dichos términos, no resulta extraño que uno de los focos de interés que se aprecia en la indicada red semántica responda al conjunto de referentes que apuntan al contexto en el que se inscribe la relación educación-IA, en el cual el nodo *datos-tecnología* emerge como un engranaje, como una pieza que se articula a un dispositivo mayor, que ensamblada a partir de los referentes *industria 4.0*, *plataformas*, *globalización*, *digitalización*, *capitalismo*, *privatización*, *neoliberalismo*, *automatización*, *sociedad 5.0*, *compañías* (Google, Apple, Microsoft, Sony, Facebook), etc., discrimina las condiciones históricas en virtud de las cuales se dinamizan los *Fenómenos Transversales* que permean el discurso científico en cuestión. De allí que los factores contextuales resulten claves en la constitución del apuntado nodo de saber, y que los procesos tecno-económicos que tipifican la marcha del sistema mundo moderno-capitalista operen como telón de fondo, como estratégicos hilos conductores de las regularidades textuales-discursivas que emergen en la apuntada categoría.

Lo propio se puede señalar del conjunto de referentes tecno-políticos que convergen en el discurso científico en cuestión, y los respectivos desdoblamientos éticos, jurídicos, cívicos, y laborales, que se desprenden de las relaciones de saber-poder, de las emergentes configuraciones tecno-educativas, que, a partir de los referentes *información, modelos, desempeño, gestión, online, clasificación, trabajo, control, privacidad, regulación, etc.*, tipifican el campo de saber examinado, a la vez que delimitan una serie de relaciones, de factores analíticos, cuyo eje de gravedad queda representado por el nodo *poder-tecnología-educación*. De allí que el discurso científico que resulta el correlato de una realidad educativa cuyo *performance* se torna progresivamente online, hiper-conectado, mediado y recreado a partir de las posibilidades que ofrecen las tecnologías digitales, consolide un campo de interés que se manifiesta en los fenómenos tecno-políticos, en las relaciones de poder, que, articuladas a la gestión de los datos personales, la privacidad de los actores educativos, la garantía de los derechos humanos de los estudiantes y focos de interés afines, se han tornado fundamentales para entender los desafíos, las luchas, las tensiones, a partir de las cuales se constituye el apuntado nodo de saber.

En resumen, los indicados aspectos ofrecen una visión panorámica, un campo de dispersión tópico-referencial, a partir del cual se pueden delinear los respectivos factores contextuales que resultan centrales en el marco de las regularidades textuales-discursivas objeto de atención; de allí que los apuntados referentes y nodos temáticos tributen para mapear el contexto, las singulares condiciones a la vez técnicas, políticas y económicas, a partir de los cuales se dinamizan el campo de saber definido por el nodo educación-IA.

3.2. Dispositivo tecnológico

Los resultados obtenidos en el proceso de categorización y construcción de redes tópico-semánticas permiten identificar, en lo que compete al *Dispositivo Tecnológico*, un marco de referencia constituido por una serie de tecnologías, de dominios disciplinares y campos de aplicación que, en su conjunto, permiten apreciar el engranaje de piezas técnicas que emergen al examinar la categoría objeto de atención. Así pues, en la figura número 4, se pueden apreciar los focos de interés científico, los ejes de atención tópico-temática, a partir de los cuales se edifica en enunciado campo de saber.

Figura 5

Dispositivo Tecnológico (red semántica)



Nota. Elaboración mediante el software Iramuteq

Los puntos de conexión que se aprecian entre la IA y los diversos dominios de saber que se incardinan al *Big Data*, la *computación en nube*, el *Internet de las Cosas* (IoT), la tecnología *blockchain* (e innovación afines), permiten delinear los transversales campos de aplicación e investigación tecno-educativa que predominan en el marco de la relación educación-IA, a la vez que ofrecen un mapa de los más dinámicos focos de trabajo, de innovación educativa, que dinamizan el *Dispositivo Tecnológico* en cuestión. A razón de ello, la importancia adquirida por la IA en el plano educativo, así como el vínculo que existe entre dicha tecnología y el conjunto de dominios apuntados de manera inicial, se manifiesta tanto en los ejes de experimentación y/o de aplicación de IA que resultan agrupados en el nodo *realidad aumentada-realidad virtual-realidad mixta*, como en el prolífico conjunto de líneas de investigación e innovación tecnológica que, de la mano de la *computer vision*, el *procesamiento de lenguaje natural*, la *robótica* y la amplia gama de sub-dominios extensivos al reconocimiento facial, de voz, texto, imágenes, gestos, etc., resultan característicos de las aplicaciones educativas de la IA.

En similares términos, el desarrollo de modelos computacionales, así como el diseño, implementación, evaluación y actualización de métodos probabilísticos, de predicción o

clasificación, resulta otro de los estratégicos focos temáticos a partir de los cuales se robustece la relación educación-IA. En tal sentido, uno de los vértices fundamentales que emerge en el apuntado dominio técnico se articula al entramado problemático, a los desafíos lógicos, funcionales o procedimentales que concurren en dicho nodo de saber, toda vez que el marco referencial constituido por los códigos *algoritmos*, *aprendizaje profundo*, *redes neuronales artificiales*, *redes bayesianas*, *árboles de decisión*, *modelos de regresión*, *aprendizaje no supervisado*, *aprendizaje supervisado*, *aprendizaje reforzado*, *matemática*, *estadística* (y afines) perfilan las relaciones de saber que resultan claves en el desarrollo de los modelos algorítmicos, y los respectivos métodos, las tecnologías, a partir de los cuales se configura el *Dispositivo Tecnológico* que sustenta la relación educación-IA.

Lo propio se puede indicar de los ejes-problemáticos asociados a la expansión educativa de dicho *Dispositivo Tecnológico*, y los singulares obstáculos y desafíos a los que responde el seminal estado de desarrollo de la IA, y el cómo estos se objetivan en una serie de ejes temáticos, de relaciones de saber, que transversalizan la dimensión técnico-crítica del apuntado dominio. En tal sentido, desde los prejuicios raciales o de género que se han detectado en las tecnologías de reconocimiento facial o de voz, pasando por las preocupaciones analíticas a las que ha dado lugar la opacidad algorítmica y los correlativos *black box models* que tipifican el desarrollo de la IA, hasta los diversos desafíos éticos que se vinculan a los procesos de datificación que posibilita el indicado *Dispositivo Tecnológico*, cada uno de los apuntados ejes-temáticos se articula a la vertiente crítica que emerge en el apuntado campo de saber, toda vez que los referentes *transparencia*, *modelo de caja negra*, *discriminación*, *sesgo*, *amenaza* y afines resultan centrales en la constitución de los nodos temáticos relacionados a la presente categoría.

En fin, el apuntado conjunto de referentes, temas o focos de interés configuran algunos de los más representativos nodos de saber que hacen parte del *Dispositivo Tecnológico* objeto de estudio, y de la respectiva categoría analítica que, a partir de los referentes *machine learning*, *algorithm*, *artificial neural network*, *computer science*, *deep learning*, *virtual reality*, *Big data*, *virtual reality*, *augmented reality*, *block-chain*, *black-box models*, y afines procura dar cuenta de la dispersión tópico-temática, de los respectivos focos de interés científico que, desde el punto de vista técnico, robustecen el discurso científico-educativo en consideración.

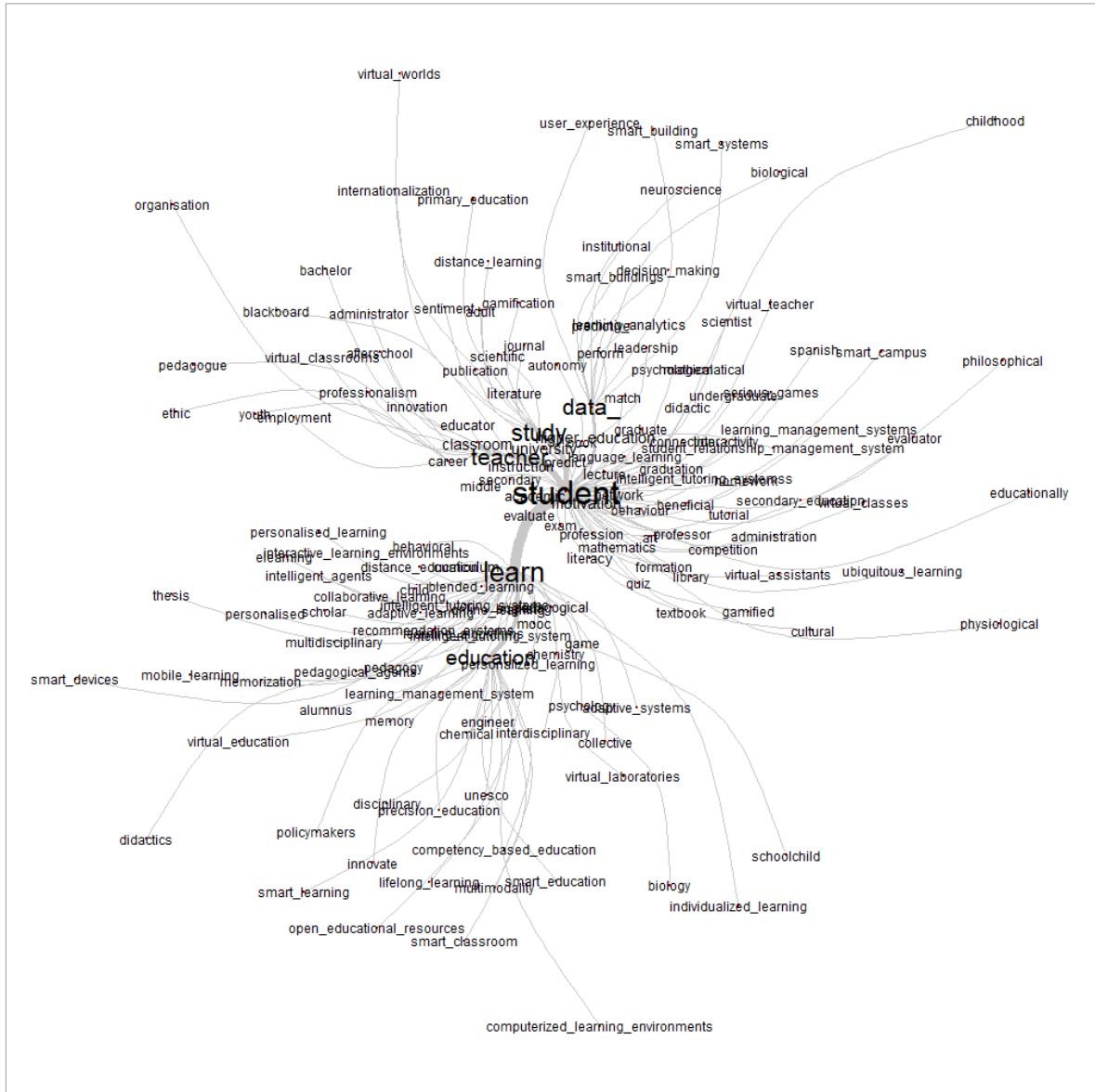
3.3. Matriz educativa

Con el fin de sistematizar los resultados obtenidos en la categoría *Matriz Educativa*, valga señalar, de manera inicial, que los códigos *estudiante* (con 3.626 referencias) y *aprender* (con 2.912) destacaron como las dos unidades de sentido que registraron mayor frecuencia estadística en el corpus documental examinado, y que ello resulta de interés, no tan solo porque dicha centralidad se articula a una perspectiva de aprendizaje *centrada-en-el-estudiante* (*student-centered learning*), que resulta fundamental en la producción científica anclada al nodo educación-IA, sino porque a partir de tales enunciados resulta posible inteligir el entramado referencial y la red de asuntos, discutida en la presente categoría. Así pues, resulte de utilidad la figura 6, toda vez que en ella se puede apreciar la dispersión temática, el engranaje de referentes que tipifica el campo de saber en cuestión.

preliminar configure una de las líneas de trabajo y uno de los más importantes ejes de interés temático que se aprecian en el discurso científico examinado.

Figura 7

Dispositivo tecnológico (red semántica)



Nota. Elaboración mediante el software Iramuteq

Lo propio se puede indicar en lo que compete al prolífico campo de aplicación educativa de la IA y la multiplicidad de tecnologías que, enunciadas como *learning analytics*, *sistemas de tutoría inteligente*, *sistemas de gestión de aprendizaje*, *MOOCs*, *ambientes virtuales*, *juegos serios*, *asistentes personales inteligentes* y afines han permitido ampliar los impactos de la IA en el campo educativo. A la vez que robustecen el marco de trabajo, los emergentes referentes pedagógicos, curriculares, didácticos, etc., que delineados a partir de los términos *personalización-predicción-adaptación* han pasado a ocupar un papel neurálgico, fundamental, en la indicada *Matriz Educativa*. De tal suerte, así como destacan las referidas tecnologías

educativas al examinar la categoría en consideración, en términos análogos, la centralidad que ocupan los referentes *personalización*, *predicción* y *adaptación* resultan claves para entender los cambios, las demandantes transformaciones educativas que trae consigo la IA, y la respectiva dispersión tópica-temática que, en el corpus documental examinado, destaca en términos del *aprendizaje personalizado*, el *aprendizaje adaptativo* y los *modelos de predicción académica*, que han pasado a ocupar cada vez más espacio en el quehacer educativo contemporáneo.

De modo análogo, otro aspecto que destaca al examinar el dominio educación-IA, se refiere al dinámico papel que desempeña la educación superior/universitaria en la configuración de la *matriz educativa* en consideración, y el respectivo conjunto de factores formativos, laborales y curriculares que entran en juego en lo que compete a dicho particular. Así pues, el nodo referencial constituido por los códigos *educación superior*, *universidad*, *campus inteligente*, *laboratorios virtuales*, *aprendizaje permanente*, por un lado; así como la red enunciativa constituida por los términos *carrera*, *profesión*, *inglés*, *ingeniería*, *graduación*, *instrucción*, por el otro, indican la centralidad que ocupa la educación superior en la expansión de dicho dominio tecno-educativo, y el modo como tal sub-sistema ha resultado permeable a las iniciativas didácticas, y a los procesos de innovación curricular, pedagógicos y evaluativos, que resultan apalancados por el dispositivo tecno-educativo en cuestión. De allí que las relaciones de saber a partir de las cuales se objetiva el nodo *educación superior-universidad-IA* represente otro de los focos de atención, de interés tópico-temático, que emergen en la categoría en cuestión.

Como punto final, valga indicar que la comprensión de la *matriz educativa* resulta comprometida en términos analíticos, si no se subraya la importancia que ocupan los procesos de *smartificación* ante el conjunto de factores pedagógicos y tecnológicos que se han demarcado de manera preliminar, toda vez que el adjetivo *smart* no solo se articula a una pluralidad de referentes que han pasado a minar el discurso científico-educativo a partir de apelaciones a los *smart classrooms*, las *smart schools*, los *smart campus*, los *smartphones*, las *smart universities* y afines, sino porque la *smartificación* de la educación responde a la configuración de un sistema-mundo capitalista en el cual *lo smart*, las tecnologías cognitivas, los sistemas inteligentes han pasado a desempeñar un papel medular.

En tal sentido, a partir del adjetivo en cuestión, se teje un repertorio conceptual, todo un marco referencial transeducativo que, articulado a la *smart education* permite comprender, por un lado, las singulares expresiones tecno-educativas que adquiere la creciente presencia del apuntado dispositivo tecnológico en la educación contemporánea, a la vez que posibilita examinar tal conjunto de transformaciones y de cambios que vienen teniendo lugar en el ámbito educativo, a la luz de algunos de los más importantes procesos que tipifican el devenir del quehacer global (como la emergencia de las *smart cities*, los *smart homes* y la *smart economy*, por ejemplo), y el modo cómo ello apunta a la constitución de un tipo de sociedad inteligente, soportada en lo *smart*, que opera como uno de los singulares fenómenos a partir de los cuales se edifica el contemporáneo orden global. De allí que el nodo *smart education-smartificación* represente otro de los importantes focos analíticos que destacan al examinar el campo del saber delineado por los términos educación-IA.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Una vez descritos los principales ejes tópicos a partir de los cuales se objetiva el discurso científico producido en lo que compete a la relación educación-IA, resulta importante puntualizar, traer a colación, las siguientes consideraciones:

1.- La IA resulta uno de los campos de innovación y desarrollo tecnológico más estratégicos que concurren en el fraguado de la más reciente modernidad. Ello queda en evidencia no solo a partir de los procesos de cambio que caracterizan la sociedad digital, el capitalismo contemporáneo y el respectivo ecosistema socio-técnico en el cual compiten las más importantes empresas del orden global, sino también en la objetivación de una agenda educativa que se dinamiza en virtud del frenético proceso de innovación técnica que experimenta la sociedad contemporánea. Ante ello, los *Fenómenos Transversales* delineados coinciden con el marco analítico formulado por autores como Van-dijck (2014) y Amaral et al. (2022), en lo que respecta a los procesos de *datificación* y *smartificación* que tipifican la emergencia de la sociedad digital y el modo como dichos fenómenos impactan y se metabolizan, en el ámbito definido por los términos educación-IA.

2.- Los factores contextuales que configuran los *Fenómenos Transversales* dialogan con los focos de interés analítico, con los campos temáticos, que autores como Jaiswal y Arun (2021), Barakina et al. (2021), Yaras y Öztürk (2022) y Lee (2021) abordan en relación a los vínculos que existen entre la *sociedad 5.0*, la emergencia de las *EdTech firms*, la *industria 4.0*, los procesos de *digitalización*, la expansión de las *plataformas educativas* y el respectivo campo de saber delineado por los términos educación-IA. Lo propio se aprecia en el nodo de saber constituido por los referentes *poder-tecnología-educación*, y el modo como en relación a este se tejen todo un conjunto de preocupaciones éticas, jurídicas y laborales que resultan centrales en el discurso científico, en el campo tecno-político, definido por la enunciada categoría.

3.- En materia tecno-educativa, las experiencias dinamizadas por la IA han favorecido una perspectiva analítica, la producción de un discurso científico, enfocado no solo en explorar las enormes posibilidades pedagógicas, didácticas, curriculares, etc., que se desprenden de la expansión del dispositivo tecnológico del cual participa la IA, sino, a su vez, en comprender tal expansión a partir de la singular *matriz educativa* que se objetiva en la medida que se consolida la presencia educativa de la tecnología en cuestión. En dichos términos, el apuntado *dispositivo tecnológico* responde a una serie de procesos, de relaciones de saber, que articuladas al *Big data* (Bonami et al., 2020), la *computación en nube* (Terzopoulos y Satratzemi, 2020), la tecnología *blockchain* (Fedorova y Skobleva, 2020), el IoT, y el conjunto de dominios técnicos enunciados como *realidad aumentada* (Chiu, 2021; Derlina et al., 2020), *realidad virtual* (Chiu, 2021; Batista et al., 2020), *realidad mixta*, (Batista et al., 2020), *computer vision* (Marques et al., 2020), *procesamiento de lenguaje natural* (Baylan et al., 2020), *eye tracking* (Moreno-Esteva et al., 2018), *robótica* (y afines), se articulan a las aplicaciones de IA, al *machine learning* (Ilic et al., 2021; Mourdi et al., 2020) y el respectivo nodo constituido por los códigos *algoritmo*, *aprendizaje profundo*, *redes neuronales artificiales* y *computador*.

4.- Lo propio se puede indicar en relación a la *matriz educativa* y el conjunto de implicaciones pedagógicas, didácticas, curriculares, que se desprenden de una presencia cada vez más robusta de la IA en el terreno educativo, y el emergente papel que desempeñan tipologías educativas como *smart education* (Jaiswal y Arun, 2021) y *precision education* (Qushem et al.,

2021) en la agenda tecno-educativa dinamizada por la IA. De igual modo, los resultados obtenidos destacan el prolífico campo educativo de las aplicaciones de IA y de las tecnologías que, enunciadas como *learning analytics* (Holstein et al., 2019), *sistemas de tutoría inteligente* (Lippert et al., 2019), *sistemas de gestión de aprendizaje* (Jaiwal et al., 2021), *MOOCs* (Tzeng et al., 2022; Mourdi et al., 2020), *ambientes virtuales* (Chiu, 2021), *asistentes personales inteligentes* (Dizon y Tang, 2020) y afines ocupan cada vez más espacio y protagonismo en el ámbito tecno-educativo examinado. Mención aparte merece, en el ensamblado de dicha *matriz educativa*, los vínculos tejidos en el nodo *IA-smart education* y el valor analítico que ofrece la red tópica que, ensamblada a partir del término *smartification*, desempeña un papel transversal de cara a los procesos tecno-educativos que se robustecen en un quehacer civilizatorio cada vez más *smart*.

5.- Como punto final, un asunto sobre el cual se torna imperativo fijar la atención analítica y cuyas implicaciones no se manifiestan, en primer plano, en el discurso científico examinado, se relaciona a las múltiples realidades educativas que componen el mapamundi contemporáneo, y el consecuente carácter diferencial a partir del cual la IA impacta una serie de contextos educativos, de experiencias escolares, en las cuales *la desigualdad* se impone de manera estructural. A tales efectos, la metabolización de las posibilidades técnico-educativas que ofrece la IA se inscribe en un marco mayor, en una dinámica global, que, si bien por un lado resulta caracterizada por una serie de tendencias, de fenómenos, como los detallados en el este artículo, no niega que dichas tendencias/fenómenos adquieran forma singular, se manifiesten de manera específica, en un sistema-mundo signado, precisamente, por el carácter desigual-diferencial. De allí que un punto crítico de reflexión que el discurso científico edificado reclama para ser profundizado, se relacione con los impactos que trae consigo la IA en la ampliación de las brechas tecno-educativas, y el modo como dicho *dispositivo tecnológico* y la indicada *matriz educativa* profundizan las contradicciones, las exclusiones, que, de por sí, ya configuran un orden mundial marcado por el carácter desigual-diferencial. Al respecto, he allí un punto crítico que está llamado a ocupar un papel cada vez más visible en las relaciones de saber-poder definidas por los términos educación-IA.

5. REFERENCIAS

- Amaral, P., Calado, J. S., Sarraipa, J. & Jardim-Gonçalves, R. (2022). Runtime Framework for Smartification Projects. In N. Callaos, S. Hashimoto, N. Lace, B. Sánchez, M. Savoie (Eds.), *Proceedings of the 13th International Multi-Conference on Complexity, Informatics and Cybernetics: IMCIC 2022, Vol. II*, pp. 74-79. International Institute of Informatics and Cybernetics. <https://doi.org/10.54808/IMCIC2022.02.74>
- Barakina, E., Popova, A., Gorokhova, S. & Voskovskaya, A. (2021). Digital Technologies and Artificial Intelligence Technologies in Education. *European Journal of Contemporary Education*, 10(2), 285-296. <https://bit.ly/3wtLqgE>
- Batista, A., Thiry, M., Gonçalves, R. & Fernandes, A. (2019). Using technologies as virtual environments for computer teaching: a systematic review. *Informatics in Education*, 19(2), 201–221. <https://doi.org/10.15388/infedu.2020.10>

- Baylan, R., McCarthy, K., & McNamara, D. (2020). Applying Natural Language Processing and Hierarchical Machine Learning Approaches to Text Difficulty Classification. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 30, 337–370. <https://doi.org/10.1007/s40593-020-00201-7>
- Chiu, W. (2021). Pedagogy of Emerging Technologies in Chemical Education during the Era of Digitalization and Artificial Intelligence: A Systematic Review. *Education sciences*, 11(709). <https://doi.org/10.3390/educsci11110709>
- Cuenca, M., & Hilferty, J. (2007). *Introducción a la lingüística cognitiva*. Editorial Ariel.
- Dias-Valadão, J., & Andrade, J. (2012). Entre os Sistemas Sociotécnicos e os Conjuntos Sociotécnicos: Tecnologia Social como Mediação Sociotécnica. *EnANPAD*. <https://bit.ly/3CGj11J>
- Fedorova, E., & Skobleva, E. (2020). Application of Blockchain Technology in Higher Education. *European Journal of Contemporary Education*, 9(3), 552-571. <https://bit.ly/3AjTDyL>
- Ilic, M., Păun, D., Popovic Š., Hadži´ A. & Jianu A., (2021) Needs and Performance Analysis for Changes in Higher Education and Implementation of Artificial Intelligence, Machine Learning, and Extended Reality. *Education sciences*, 11(568), 2-21. <https://doi.org/10.3390/educsci11100568>
- Holstein, K., McLaren, B. Y Aleven V. (2019). Co-Designing a Real-Time Classroom Orchestration Tool to Support Teacher–AI Complementarity. *Journal of learning analytics*, 6(2), 27-52. <http://dx.doi.org/10.18608/jla.2019.62.3>
- Jaiswal, A., Arun, J. (2021). Potential of Artificial Intelligence for transformation of the education system in India. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology*, 17(1), 142-158. <https://bit.ly/3pEQViz>
- Lee, Y. (2021). Applying Explainable Artificial Intelligence to Develop a Model for Predicting the Supply and Demand of Teachers by Region. *Journal of Education and e-Learning Research*, 8(2), 198-205. <https://bit.ly/3R69Mia>
- Lippert, A., Shubeck, K., Morgan, B., Hampton, A. & Graesser, A. (2020). *Technology, Knowledge and Learning*, 25(3), 443-463. <https://bit.ly/3TdVii0>
- Marques, L., Gresse, C. & Hauck, J. (2020). Teaching Machine Learning in School: A Systematic Mapping of the State of the Art. *Informatics in Education*, 19(2), 283–32. <https://doi.org/10.15388/infedu.2020.14>
- Martínez, M. (2006). La investigación cualitativa (síntesis conceptual). *Revista de Investigación en Psicología*, 09(01), 123-146. <https://doi.org/10.15381/rinvp.v9i1.4033>
- Moraes, R. & Galiazzi M. (2006). Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciência & educação*, 12(1), 117-128. <https://bit.ly/3TbZeig>

- Moreno-Esteva, E., White, S., Wood, J. & Black, A. (2018). Application of mathematical and machine learning techniques to analyse eye tracking data enabling better understanding of children's visual cognitive behaviours. *Frontline Learning Research*, 6(3), 72-84. <https://doi.org/10.14786/flr.v6i3.365>
- Morozov Evgeny (2013). *To save everithing, click here. The folly of technological solutionism*. PublicAffairs
- Mourdi, Y., Sadgal, M., Fathi W. & Kabtane, H. (2020). A machine learning baed approach to enhance MOOC users' classification. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 21(2), 47-68. <https://doi.org/10.17718/tojde.727976>
- Qushem, U., Christopoulos, A., Oyelere, S., Ogata, H. & Laakso, M. (2021). Multimodal Technologies in Precision Education: Providing New Opportunities or Adding More Challenges? *Education sciences*, 11(338), 2-19. 8. <https://doi.org/10.3390/educsci11070338>
- Sabatés, L., & Sala-Roca, J. (2020). *La revisión de la literatura científica: Pautas, procedimientos y criterios de calidad*. Universidad de Barcelona.
- Singer, W. (2021). Differences between Natural and Artificial Cognitive Systems. In: VON BRAUN, Joachin; ARCHER, Margaret; REICHBERG, Gregory. *Robotics, AI and Humanity*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-54173-6_2
- Statista (Ed.) (2021). *Private investments in AI by geographical área 2020*. <https://bit.ly/3AK52t5>
- Statista (Ed.) (2019). *Number of AI patent applications worldwide 2019, by company*. <https://bit.ly/3QLWvve>
- Terzopoulos, G & Satratzemi, M. (2020) Voice Assistants and smart speakers in everyday life and in education. *Informatics in Education*, 19(3), 473-49. <https://doi.org/10.15388/infedu.2020.21>
- Trask, R. L. (2004). *Dicionário de linguagem e lingüística*. Contexto. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Ed.) (2021). Recommendation on the ethics of Artificial Intelligence. <https://bit.ly/3Adr3yQ>
- Tzeng, J., Lee, C., Huang, N., Huang, H. & Lai, C. (2022). MOOC Evaluation System Based on Deep Learning. *International Review of Research in Open and Distributed Learning* Volume, 23(1), 21-40. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v22i4.5417>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Ed.) (n.d) Distance learning solutions. <https://bit.ly/3QO8usi>
- Van-Dijck, J. (2014). Datafication, dataism and dataveillance: Big Data between scientific paradigm and ideology. *Surveillance & Society*, 12(2), 197-208. <https://doi.org/10.24908/ss.v12i2.4776>

- Yan-Ing, L. & Grossman G. (2022). Robots and AI: A new economic era. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003275534>
- Yaras, Z. & Öztürk F. (2022). Society 5.0 in Human Technology Integration: Digital Transformation in Educational Organizations. *International Journal of Progressive Education*, 18(1), 458-474. <https://doi.org/10.29329/ijpe.2022.426.26>
- Zhang, D., Mishra, S., Mishra, S., Brynjolfsson, E., Etchemendy, J., Ganguli, D., Grosz, B., Lyons, T., Manyika, J., Niebles, J., Sellitto, M., Shoham, Y., Clark, J., & Perrault, R. (2021). Artificial Intelligence Index Report 2021. *Human-Centered AI Institute, Stanford University*. <https://stanford.io/3q4dlej>

Para citar este artículo:

González González, R. A., y Silveira Bonilla, M. H. (2022). Educación e Inteligencia Artificial: Nodos temáticos de inmersión. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (82), 59-77. <https://doi.org/10.21556/edutec.2022.82.2633>