



XVI
Congreso Nacional de
Investigación Educativa
CNIE-2021

Aplicaciones de la inteligencia artificial en educación: un panorama para docentes y estudiantes

Víctor Germán Sánchez Arias

Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia
Universidad Nacional Autónoma de México * victor_sanchez@cuaieed.unam.mx

Joaquín Navarro Perales

Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia
Universidad Nacional Autónoma de México * joaquin_navarro@cuaieed.unam.mx

Leobardo Antonio Rosas Chávez

Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia
Universidad Nacional Autónoma de México * leobardo_rosas@cuaieed.unam.mx

Área temática 18. Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en educación.

Línea temática: Innovación educativa y tecnología digital.

Tipo de ponencia: Reporte parcial de investigación.



Resumen

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han tenido un desarrollo impresionante en los últimos años, y dentro de ellas la Inteligencia Artificial (IA) ha contribuido a optimizar tareas que antes requerían de grandes esfuerzos y la educación mediada por TIC no es la excepción, sin embargo, la IA es imperceptible para la mayor parte de las personas a pesar de que se utiliza todos los días a través de la mayoría de los teléfonos celulares. Al existir una gran cantidad de información sensacionalista sobre el tema, este trabajo se propone ofrecer a profesores y estudiantes un conjunto de elementos críticos socioeducativos y tecnológicos que permitan una mejor comprensión de la IA y su uso en la educación. Para ello se seleccionaron y revisaron 11 informes de organismos internacionales, organizaciones académicas y empresas que ofrecen un panorama de soluciones tecnológicas correspondientes al rango de tiempo entre 2016 y 2021, entre las que se incluyen las aplicaciones educativas de la IA. Este análisis nos muestra que existe una tendencia de integrar la IA en la educación desde una perspectiva social, ética y pedagógica, información que debería estar al alcance de los estudiantes y profesores para comprender y aplicar la IA en la educación mediante grupos interdisciplinarios que incluyan expertos en: tecnología, pedagogía, sociología, antropología, comunicación, ecología y filosofía, articulando empresas, universidades, laboratorios, académicos y organismos internacionales.

Palabras clave: *Inteligencia artificial, tecnología educativa, educación y tecnología, papel de la tecnología.*

Introducción

En los últimos años el desarrollo de las TIC realizado por ingenieros, laboratorios y por poderosas empresas privadas transnacionales que las comercializan ha sido impresionante, es indudable que el uso ya cotidiano de la IA ha mejorado y optimizado tareas que antes requerían de grandes esfuerzos humanos, sin que la mayoría de las personas que las usan se den cuenta. Tal es el impacto social y económico de este desarrollo que se plantea como el motor de una nueva economía a escala global conocida como la Cuarta Revolución Industrial (BID, 2017); incluso ha creado una nueva corriente filosófica que vislumbra una transformación radical de la humanidad basada en la incorporación a nivel biológico de dispositivos digitales en las personas que a su vez están conectadas a escala global a las redes de la WEB, aumentando significativamente las capacidades de los humanos (Kurzweil, 2005). El uso de la IA ya es cotidiano, se encuentra instalada en la mayoría de los teléfonos celulares además en sistemas de comercio, financieros y lúdicos siendo imperceptible para la mayoría de la gente. Por el gran mercado que representa el uso de la IA en muchos dominios, en los últimos años ha empezado a difundirse de manera sobre todo informal lo que ha causado un gran entusiasmo (Singularity University, 2009) o un gran temor, tal que para unos autores el gran avance de las tecnología es una de las causas de una crisis civilizatoria (Bauman, 2003). La IA ya se encuentra en todos los ámbitos y en particular en la educación mediada por TIC está irrumpiendo ante el asombro y el desconcierto de los actores educativos, profesores y estudiantes. Tanto profesores como estudiantes no expertos en IA se encuentran desconcertados por la sobreinformación que se difunde sobre todo la de gran difusión sensacionalista; y por la menos frecuente, información técnica pero incomprensible. Situación que provoca un gran temor y rechazo o un gran entusiasmo que no corresponde a la realidad.

El objetivo de este trabajo es ofrecer a estudiantes y profesores, no técnicos, elementos socioeducativos y tecnológicos críticos que les permitan una mejor comprensión de la IA y su uso en educación.

Este trabajo de indagación se enfocó sobre un análisis interdisciplinario crítico sobre el potencial y riesgos de la IA en la educación a partir de una selección de obras, libros artículos y sitios Web, que abordan IA y educación. Para dicha selección, se partió de una categorización sobre la IA en educación realizada por tres expertos, los autores de este trabajo, en educación, psicología, redes, TIC e IA que cuentan además con experiencia en el diseño, gestión e impartición de cursos mediados por TIC de la CUAIEED UNAM. Este proyecto está financiado por: UNAM DGAPA PAPIIME PE-302021.

Desarrollo

Para realizar la indagación en textos sobre la temática de la relación entre inteligencia artificial y educación elaboramos algunas preguntas clave que nos permitieran establecer una panorámica de la aplicación actual de la inteligencia artificial en la educación. Se definieron las siguientes preguntas de investigación:

- P1. ¿Cuáles son los conceptos de IA y educación que se tienen en la publicación?
- P2. ¿Las publicaciones de IA en educación se sustentan en enfoques pedagógicos y didácticos concretos?
- P3. ¿La publicación menciona el impacto social y ético que se espera de las herramientas educativas basadas en IA?
- P4. ¿Qué organizaciones se encuentran a cargo del desarrollo de aplicaciones educativas de la IA?
- P5. ¿En qué nivel de integración tecnológica se encuentran las aplicaciones actuales de IA en la educación?

Se dispuso que los textos a incorporar incluyeran las características que se muestran a continuación, considerando 3 tipos de fuentes: organismos internacionales, organizaciones académicas y empresas.

Criterios de inclusión de los textos consultados:

- Informes generales sobre tendencias en soluciones tecnológicas.
- Deben incluir aplicaciones educativas de la IA.
- Correspondientes al rango de tiempo entre 2016 y 2021.

Con base en las preguntas de investigación se desarrolló un instrumento por medio de un formulario de Google, cuyos campos se muestran a continuación:

- País
- Año de publicación
- Nivel educativo o población objetivo:
- Inicial- Básica- Media básica- Media superior- Superior- Posgrado
- Educación Formal (curricular), no-formal, informal
- Formal (nivel de inserción: administración, planeación, curriculum y planes, programas, actividades educativas)
- Nivel de aplicación: aplicaciones (individuo). plataformas, servicios, (individual, colectivo)
- Otra característica que se considere relevante para ver si puede incorporarse al actual proceso o para tomar en cuenta a futuro.

En el primer avance de reporte de investigación no consideramos algunos campos del instrumento como son los niveles educativos y poblaciones específicas, niveles de formalidad, niveles de aplicación, que pensamos motivo de otra indagación y reporte. En la Tabla 1. reportamos los textos sobre IA y educación revisados.

A continuación se presentan las interpretaciones de cada una de las preguntas a partir de los textos consultados.

P1. ¿Cuáles son los conceptos de IA y educación que se tienen en la publicación?

La mayor parte de las definiciones de IA se enfocan en la simulación de la inteligencia humana, por ejemplo: “La IA tiene como objetivo permitir que las computadoras realicen tareas mediante la simulación de comportamientos humanos inteligentes” (Hwang et al., 2020) y “La inteligencia artificial es la simulación de los procesos de inteligencia humana por medio de sistemas informáticos” (Microsoft, 2018). Esto hace evidente el predominio de una visión antropocéntrica mientras desde hace décadas existen técnicas inspiradas en la inteligencia colectiva de otras especies, estos algoritmos se agrupan bajo el nombre de Inteligencia de Enjambre y se inspiran en el comportamiento de enjambres de abejas y luciérnagas, colonias de hormigas y murciélagos, e incluso manadas de leones o jaurías de lobos (Chakraborty y Kar, 2017).

Tabla 1. Literatura revisada

Tipo de autoría	Título	Autor	Año	País
Corporativo	La generación del 2030 y el aprendizaje que los prepara para la vida: La tecnología imperativa.	Microsoft	2018	Estados Unidos
	Huawei Cloud-Educación	Huawei	s.f.	China
	Descubra el valor en su organización con la IA	IBM	s.f.	Estados Unidos
	Inteligencia Artificial y el futuro de la educación	Oracle	2019	Estados Unidos
Organismos internacionales	EDUCAUSE Horizon Report: Teaching and Learning	Brown, Malcolm et al.	2020	Organismo internacional Educase
	Artificial intelligence in education: challenges and opportunities for sustainable development	UNESCO	2021	Organismo internacional UNESCO
	Usos y efectos de la inteligencia artificial en educación	BID Jara I. y Ochoa J.M.	2021	Organismo internacional BID
	The impact of Artificial Intelligence on learning, teaching, and education	Tuomi, I.	2018	Unión Europea
Grupos de investigación	Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior.	Ocaña-Fernández, Yolvi, Luis Alex Valenzuela-Fernández, y Luzmila Lourdes Garro-Aburto.	2019	Perú
	Educación versus tecnología y su convergencia hacia la IA.	Palacios J. J., Palacio H. E. y González R.	2018	Colombia
	Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education.	Hwang et al. (Computers in Education: Artificial Intelligence)	2020	Taiwan, China, China y Australia

Aunque en general se considera a la IA como un medio para mejorar o transformar a la educación en todos sus procesos hay una tendencia a enfocarlo en el aprendizaje personalizado a partir de la tecnología sin profundizar en la teorías pedagógicas, sin embargo, están apareciendo enfoques que parten de la pedagogía (Tuomi, 2018).

Un área que las empresas toman en cuenta es la educación como capacitación y actualización, por lo que consideran las necesidades de formación a lo largo de la vida laboral.

P2. ¿Las publicaciones de IA en educación se sustentan en enfoques pedagógicos y didácticos concretos?

El trabajo de Tuomi (2018) parte de la teoría de la actividad de Leontiev para vincular con sus tres niveles algunas teorías del aprendizaje y tipos de IA. Los tres niveles son: 1) Actividad. El comportamiento puede analizarse como una actividad socialmente significativa dirigida por motivos construidos cultural y socialmente. 2) Actos. La actividad se realiza a través de actos orientados a objetivos que, en esencia, son formas de resolver problemas que deben resolverse. 3) Operaciones. Implementan los actos en la situación actual y contexto concreto, utilizando las herramientas disponibles. A partir de esta jerarquía se identifica al conductismo y las teorías asociacionistas con el nivel de las operaciones, al cognitivismo con el nivel de los actos, al constructivismo tanto con el nivel de los actos como el de la actividad y a las teorías socioculturales con el nivel de la actividad, por otro lado, relaciona a la IA basada en lógica y conocimientos con el cognitivismo y al aprendizaje de máquinas con el conductismo. En otros de los reportes se hace mención del aprendizaje basado en proyectos Microsoft (2018), la Zona de Desarrollo Próximo de Vygotsky y el aprendizaje basado en problemas (Hwang et al., 2020).

La mayoría de la literatura analizada parte de un enfoque desde la tecnología para apoyar y transformar sistemas y procesos educativos, sin embargo esta tendencia se empieza a revertir a nivel de organismos internacionales y laboratorios que parten de la pedagogía (Tuomi, 2018).

Es observable que, por ser los planteamientos operativos de la didáctica los que requieren apoyo práctico y tecnológico, existe una fuerte tendencia de aplicación de la IA a los procesos de evaluación diagnóstica, actividades de enseñanza aprendizaje, y procesos de evaluación sumativa.

P3. ¿La publicación menciona el impacto social y ético que se espera de las herramientas educativas basadas en IA? (reducir la carga docente, fomentar la cooperación, sustituir al profesor, riesgos, normatividad, etc.)

El enfoque de impacto social es parcial, no se consideran los contextos socio económicos desiguales que impacta en la educación en las regiones más desfavorecidas. En cuanto a la ética, se enfoca principalmente en la privacidad. No se encontraron análisis críticos sobre la imposición de las tendencias comercializadoras de las grandes empresas que desarrollan las tecnologías.

Hwang et al. (2020) mencionan que existen posturas radicales sobre la sustitución de los profesores mediante robots, sin embargo, ninguno de los reportes apoya estas posturas, incluso el informe de Microsoft (2018) afirma que en lugar de disminuir, la importancia de la función del profesor incrementará debido a que en un mundo

donde la tecnología desempeña un papel más prominente que nunca, los estudiantes necesitarán profesores para ayudarles a aplicar las capacidades claramente humanas del pensamiento crítico, la conciencia contextual y la empatía.

Algunos de los riesgos éticos que se mencionan son: la hegemonía digital en educación, las relaciones de poder entre estudiantes, profesores y sistemas de inteligencia artificial, la brecha digital y la capacidad de los sistemas de IA para aprender y adoptar prejuicios. Sobre el último punto se mencionó el ejemplo de Tay, un chatbot desarrollado por Microsoft que podía conversar con el público general y aprendió a imitar comentarios racistas y sexistas, por lo que Microsoft decidió retirarlo (Hwang et al., 2020).

La preocupación respecto a la aplicación de la IA ha trascendido incluso a nivel religioso, por ejemplo, el Llamamiento de Roma para la Ética de la Inteligencia Artificial de la Pontificia Academia para la Vida (Academy for Life, 2020) del Vaticano, el 28 de febrero de 2020 se reunieron diversas organizaciones, entre ellas FAO, IBM y Microsoft, para llegar a acuerdos sobre el uso ético de la IA que se estableció con base en seis principios para guiar el enfoque algorítmico:

- “-Transparencia: en principio, los sistemas de IA deben ser explicables.
- -Inclusión: Se deben tener en cuenta las necesidades de todos los seres humanos.
- -Responsabilidad: Quienes diseñan e implementan el uso de IA deben proceder con responsabilidad y transparencia.
- -Imparcialidad: para evitar crear o actuar de acuerdo con un sesgo.
- -Confiabilidad: los sistemas de inteligencia artificial deben poder funcionar de manera confiable.
- -Seguridad y privacidad: los sistemas de inteligencia artificial deben funcionar de forma segura y respetar la privacidad de los usuarios.”

Después de informar a varios proveedores de tecnología sobre la iniciativa, queda claro que el documento "Llamamiento de Roma para la ética de la inteligencia artificial" ha identificado un punto de preocupación para muchas organizaciones.

La ética no sólo debe aplicarse en cuanto a la privacidad, uso, y desarrollo por parte de los programadores, es importante regular a las grandes empresas que tiene un gran poder dándole un sesgo sobre todo comercial.

P4. ¿Qué organizaciones se encuentran a cargo del desarrollo de aplicaciones educativas de la IA?

El desarrollo duro, el hardware, de la tecnología de la IA la realizan las grandes empresas, las aplicaciones las desarrolla empresas, laboratorios y usuarios que le dan un sentido a su uso. que puede ser desde la perspectiva empresarial o educativa. Los organismos internacionales son quienes le dan un sentido social más amplio UNESCO (2021), EDUCASE (Brown, Malcolm et al., 2020).

La apropiación de la IA, en general y en particular para la educación, se puede dar a tres niveles: en el uso de aplicaciones, en su programación y en el desarrollo de su hardware. En las dos primeras pueden estar al alcance de profesores y estudiantes (sin o con conocimiento técnico), esta apropiación se puede promover con formaciones de equipos de pedagogos y tecnólogos. Sin embargo, la tercera, en general, está en manos de muy pocas empresas globales que fundamentalmente persiguen fines comerciales que imprimen un sesgo a las aplicaciones educativas.

A pesar de que la mayoría de las publicaciones se enfocan en el software propietario, es decir, el que no permite el libre acceso a su código fuente, Tuomi (2018) señala la importancia del software de código abierto al mencionar que uno de los desarrollos recientes que han dado origen al gran interés en la IA han sido los entornos especializados de código abierto sobre aprendizaje automático que facilitan la creación y prueba de redes neuronales.

P5. ¿En qué nivel de integración tecnológica se encuentran las aplicaciones actuales de IA en la educación? (sustitución, aumento, modificación o redefinición)

Como referencia para los niveles de integración tecnológica nos basamos en el modelo SAMR creado por Puentedura (2006), que considera cuatro niveles, los dos primeros enfocados en el mejoramiento y los dos últimos en la transformación:

1. Sustitución: La tecnología como un sustituto directo sin cambio funcional.
2. Aumento: La tecnología como sustituto directo con mejora funcional.
3. Modificación: La tecnología permite un rediseño significativo de tareas.
4. Redefinición. La tecnología permite la creación de nuevas tareas.

En los documentos consultados no se menciona el nivel de sustitución, cuando se habla del desarrollo actual se nota una orientación que abarca tanto el nivel de aumento como el de modificación, y cuando se habla a futuro coinciden en el nivel de redefinición.

En general la IA se enfoca en la mejora de la educación sin embargo, hay una tendencia a su transformación en los procesos educativos particularmente centrados en el aprendizaje personalizado. Falta un enfoque sobre una transformación integral de los sistemas educativos en todos sus procesos considerando el contexto social-pedagógico; en la actualidad la educación al estar inserta en un mundo virtualizado en continuo cambio requiere de una transformación sobre nuevas bases éticas y organizaciones con estructura flexibles y adaptativas.

La IA como una tecnología computacional está dando ya un fuerte impulso a los sectores donde se aplica, que va desde las finanzas globales hasta el entretenimiento, y para la educación sus aplicaciones representan avances

sin precedentes, sin embargo, es una de las tecnologías disruptivas emergentes -entre ellas, deben citarse la nanotecnología, la biotecnología, la genética, la ciencia cognitiva, etc. que con la internet de las cosas están fomentado no sólo un cambio socio tecnológico a escala global sino de una nueva humanidad, la transhumanidad (Kurzweil, 2005). En este sentido, hay que considerar en este contexto que debe considerarse la IA para ser aplicada radicalmente en la educación en un contexto de un mundo hiperconectado no solamente cosas (pasivas) sino humanos con capacidades motoras y cognitivas ampliadas y agentes inteligentes autónomos.

No está de más señalar que la experiencia de nuestro proyecto ecosistemas educativos nos conduce a considerar que una tecnología como la IA tiene una capacidad superior a otras y por tanto puede ser problemática en varios sentidos, sobre todo que puede ser intimidante para muchas personas, pero también que puede ser mal comprendida y mal utilizada generando problemas. Nuestra propuesta, que parte de nuestro trabajo de equipo ecosistemas educativos es que esta tecnología debe incorporarse en un proceso ecosistémico donde la población requiere apropiarse de ella mediante el conocimiento, uso y reflexión crítica. Para ello hace falta cerrar las brechas sociales y culturales. La IA debe ser parte del ambiente común que contribuya a mejorar la calidad de vida de las personas, de manera que sus efectos y consecuencias se regulen con procesos ecosistémicos que impliquen no sólo declaraciones sino los procesos regulatorios propuestos.

Conclusiones

En las lecturas realizadas no se encontró un consenso en los análisis del potencial de la IA para la educación, sin embargo, todos otorgan una gran importancia a la tecnología de la IA. Los análisis dependen de los enfoques que pueden ser a partir de: organismos internacionales o grupos de académicos. De los primeros hay tres tendencias a) desde una perspectiva socio-educativa, b) desde las empresas tecnológicas, o c) desde una perspectiva de la educación. En cuanto a los del segundo grupo hay un enfoque de la educación a partir de la tecnología, y otro desde la perspectiva socioeducativa.

El panorama de las empresas consiste en dos niveles: a) se desarrollan algoritmos automáticos que permiten análisis de patrones e interacción e interfaces entre sistemas, y b) con base en ello generan sus propuestas de aplicaciones de IA con algoritmos autónomos cuya actividad es más potente y específica para aplicarse en sujetos, artefactos y ambientes. En general las empresas se mueven por tres planteamientos: los dictados del mercado, los lineamientos de los estados y gobiernos, y su propio modelo de acción. En cuanto a la IA toman en consideración aquello que les reporta colocarlas a la vanguardia y que les asegure crecer su cuota en el mercado, y mantener una posición con buenas perspectivas y promoviendo las normatividades estatales que no entorpezcan su desarrollo, pero también van moldeando sus productos con su modelo de acción.

Para la IA en educación las tendencias que se observan son:

- Creación de sistemas que crean modelos de formación, de estudiante y profesor.
- Creación de sistemas de análisis de datos con propósitos de gestión de ambientes educativos.
- Creación de agentes que apoyen o colaboren con alumnos y docentes en actividades de formación.

Existe la tendencia de enfocarse en el impacto social y los problemas éticos que conlleva la aplicación de la IA y también se observa un reconocimiento de la importancia de la pedagogía. No siempre es claro sobre qué teorías y modelos educativos se basa el uso de la IA, sin embargo también existen propuestas que ofrecen fundamentos teóricos a las aplicaciones de IA a partir de la pedagogía. El hecho de que existan estas tendencias no implica que los ingenieros que se dedican a la IA estén familiarizados con ellas, o que los expertos en educación se hayan apropiado de los conceptos y técnicas de la IA, debido a ello apoyamos la creación de comunidades de práctica en las que se fomente un dominio conceptual compartido entre distintos campos de conocimiento, lo cual implicaría la participación de tecnólogos, pedagogos, sociólogos, antropólogos, comunicólogos, ecólogos y filósofos.

Para lograr una apropiación social completa de la IA se tendría que fortalecer los desarrollos de laboratorios de interés público y promover consorcios internacionales con la participación de usuarios, académicos, universidades, empresas, laboratorios, gobierno para darle un sentido ético y académico al desarrollo del hardware.

Para una mejor conceptualización del campo de la IA es necesario que nos cuestionemos qué es lo que entendemos por un comportamiento inteligente, ya que a pesar de que no existe un consenso en las definiciones existentes, pudimos notar un predominio de concepciones centradas en la simulación de la inteligencia humana, mientras desde hace décadas existen técnicas basadas en la inteligencia colectiva de diversos insectos y mamíferos, lo cual revela el dominio de una concepción antropocéntrica de la IA que, sin embargo, ya se encuentra rebasada.

Existen procesos sociales de amplio impacto que no pueden ser circunscritos a ámbitos de tipo particular, específico y personal. Este es el caso de la IA, pues para ser socialmente apropiada debe tener dos sentidos: ser adecuada y ser incorporada por los sujetos sociales. De esta forma la inteligencia artificial debe ser concebida y valorada como parte del medio ambiente donde el ser humano convive con sus semejantes y se relaciona con sistemas diversos, de tal forma que debe considerarse además de colectiva y cívica: inteligencia sistémica, planteamiento que deriva de las reflexiones de nuestro grupo de trabajo “Ecosistemas Educativos” (Sánchez, 2017, 2019, 2020) que retoma planteamientos de Lévy (2004) y de Shuler (2017). Esto significa inteligencia colectiva-cívica-ecosistémica guiada por principios entre los cuales el bien común es básico. Los principios “distribuyen” corresponsabilidades y no centralizan. Se plantea que existe convivencia entre sistemas dentro del entorno, este entorno debe ser equitativo, sano y propiciar la solución consensuada de problemas.

Referencias

- Academy for Life. (2020). *Rome Call for AI Ethics*. Recuperado de http://www.academyforlife.va/content/dam/pav/documenti%20pdf/2020/CALL%2028%20febbraio/AI%20Rome%20Call%20x%20firma_DEF_DEF_con%20firme_.pdf
- Bauman, Z. (2003). *Modernidad Líquida* (1ª ed.). México: Fondo Cultura Económica
- BID. (2017). Robot-lución: el futuro del trabajo en la integración 4.0 de América Latina, *Revista Integración & Comercio*: Año 21: No. 42: Agosto, 2017: | Publications. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Revista-Integraci%C3%B3n--Comercio-A%C3%B1o-21-No-42-Agosto-2017-Robot-luci%C3%B3n-el-futuro-del-trabajo-en-la-integraci%C3%B3n-40-de-Am%C3%A9rica-Latina.pdf>
- Brown, Malcolm et al. (2020) *EDUCAUSE Horizon Report: Teaching and Learning Edition*. EDUCAUSE 2020; Web site: <http://www.educause.edu>.
- Chakraborty, A., & Kar, A. K. (2017). Swarm Intelligence: A Review of Algorithms. En S. Patnaik, X.-S. Yang, & K. Nakamatsu (Eds.), *Nature-Inspired Computing and Optimization* (pp. 475–494). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-50920-4_19.
- Hwang, G. J., Xie, H., Wah, B. W., & Gašević, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education. *Computers in Education: Artificial Intelligence*, 1, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001>
- Jara I. y Ochoa J.M. (2021). *Usos y efectos de la inteligencia artificial en educación*. Publicaciones.<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Usos-y-efectos-de-la-inteligencia-artificial-en-educacion.pdf>
- Kurzweil, Ray. (2005). *The Singularity Is near: When Humans Transcend Biology*. New York: Viking.
- Lévy, P. (2004). *Inteligencia colectiva. Por una antropología del ciberespacio*. Washington: Organización Panamericana de la Salud.
- Microsoft. (2018). *La generación del 2030 y el aprendizaje que los prepara para la vida: La tecnología imperativa*. Recuperado de http://eddownloads.azureedge.net/msdownloads/MicrosoftEducationClassof2030_ES-XL.pdf
- Ocaña-Fernández, Yolvi, Luis Alex Valenzuela-Fernández, y Luzmila Lourdes Garro-Aburto. (2019), Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior. *Propósitos y Representaciones*, 7(2): 536-68.
- Palacios J. J., Palacio H. E. y González R. (2018), Educación versus tecnología y su convergencia hacia la IA. *Revista Vínculos: Ciencia, Tecnología y Sociedad*, vol 15, n° 2, julio-diciembre 2018, 186-194.
- Puentedura, R. (2006, agosto). *Transformation, technology, and education*. Presentado en Strengthening Your District Through Technology, Maine, US.
- Sánchez, V. (2017). Cap. 16: Principios de un modelo de ecosistema de aprendizaje basado en las experiencias de un seminario. *Aprendizaje creador y nuevas prácticas pedagógicas*, Congreso Internacional de Transformación Educativa. Amapsi Editorial, México, 334-353
- Sánchez, V. (2019). *Bases de una propuesta para la definición de principios ecosistémicos para una educación superior virtualizada a escala global como un medio de transformación social. ¿Cuáles son los indicadores de la calidad educativa que preocupan a la comunidad iberoamericana?*, Colección Desafíos Intelectuales del Siglo XXI. GKA Ediciones. p. 155-169.
- Sánchez, V. (2020). Marco conceptual para una formación virtual distribuida, integral para la vida a escala mundial desde un enfoque ecosistémico. *Revista Internacional Tecnologías en la Educación*. 7(1) 1-17

Schuler, D. (2017). *Inteligencia colectiva, inteligencia cívica y lenguaje de patrones*. <https://civic-intelligence.blogspot.com/2017/05/inteligencia-colectiva-inteligencia.html?m=1> Recuperado 27 abril 2021.

Singularity University (2009). *Singularity University*. <https://su.org/>

Tuomi, I. (2018). *The impact of Artificial Intelligence on learning, teaching, and education*. (M. Cabrera, R. Vuorikari, & Y. Punie, Eds.). European Union. Recuperado de <https://data.europa.eu/doi/10.2760/12297>

UNESCO (2021), *Artificial intelligence in education: challenges and opportunities for sustainable development* - UNESCO Biblioteca Digital. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994>