Perspectivas de la tecnología educativa en la formación y desarrollo de estudiantes universitarios

Alexandro Escudero-Nahón y Emma Patricia Mercado-López

Introducción

La formación y el desarrollo integral en todos los niveles educativos, pero específicamente en el nivel superior, ha sido un tema fundamental desde hace varias décadas porque implica a las nuevas generaciones de profesionales. Las y los universitarios están llamados a enfrentar desafíos de viejo cuño como la desigualdad social o la pobreza, pero también situaciones inéditas como las catástrofes naturales originadas por el calentamiento global, la migración humana o las contingencias sanitarias. Por eso, las instituciones de educación superior (IES) más responsables han incorporado en sus agendas la reflexión seria y continua sobre qué estrategias deben institucionalizarse para cumplir con la formación y el desarrollo integral de las y los universitarios. En este sentido, el tema forma parte de la responsabilidad social de las IES, pero debería involucrar a todos los sectores sociales como las empresas, las industrias y los diferentes niveles de gobierno (Rodríguez-Gómez, 2000).

Lo anterior supone revisiones continuas a los modelos educativos para incorporar nuevos elementos que fortalezcan la formación y el desarrollo universitario (Mei *et al.*, 2023). Uno de los elementos que más ha influido en la evolución de los modelos educativos universitarios recientemente es la tecnología digital; su presencia, cada día más transversal y ubicua, ha provocado cambios radicales en todos los procesos educativos formales. El cambio ha sido tal que incluso se ha puesto a revisión el propio concepto de aprendizaje, porque las máquinas

han demostrado que pueden "aprender" ciertos datos a través de métodos como el *deep learning*, el *big data* y las redes neuronales artificiales (Escudero-Nahón, 2018). Además, la inteligencia artificial está realizando tareas sencillas que solían hacer los seres humanos.

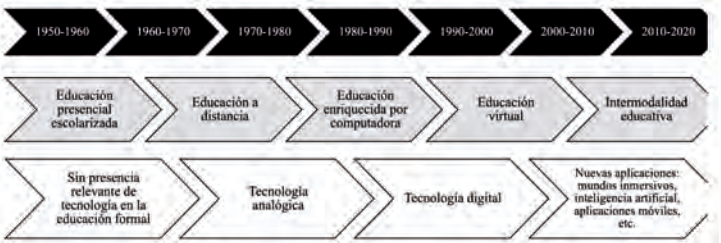
Actualmente, existe un amplio consenso respecto al hecho de que los valores educativos de los modelos universitarios de los siglos XVII al XIX, es decir, propiamente modernos, como la universidad estatal napoleónica, la universidad alemana de Fichte y Humboldt o la universidad norteamericana de Newman, han sido superados por nuevos valores que se contraponen a la "autoridad magisterial", a la "disciplina férrea" o al "pensamiento burocrático", propios de aquellos modelos universitarios. En cambio, desde la década de 1960 se ha pugnado por modelos universitarios democráticos, flexibles y con responsabilidad social.

Curiosamente, la tecnología digital fomenta los nuevos valores educativos porque, entre otros aspectos (Morcillo y González, 2020; Palacios-Díaz y Escudero-Nahón, 2021; Vidal-Alaball et al., 2023): a) promueve la formación de competencias y habilidades necesarias para participar en el mercado académico y laboral globalizados; b) facilita la colaboración, la innovación y la solución de problemas debido a que la información digitalizada es de fácil distribución; c) expande el acceso a la educación porque mejora la eficiencia y la personalización del aprendizaje; d) ayuda a superar la brecha digital, que limita la igualdad de oportunidades y el acceso a la información y el conocimiento; e) proporciona herramientas a las instituciones de educación superior para mejorar la calidad de la educación de la comunidad universitaria, reduce costos de inversión y promueve altos niveles de productividad; f) adapta los métodos educativos a ambientes digitales y ofrece atractivos recursos para la enseñanza y el aprendizaje personalizados; g) permite que las y los docentes realicen técnicas didácticas basadas en la colaboración, con acceso a datos

enriquecidos que desafían la capacidad de organización y gestión de las y los alumnos.

De hecho, tradicionalmente la tecnología, analógica o digital, ha tenido presencia en la educación universitaria en México. La evolución y la relación entre tecnología y las modalidades educativas a lo largo de la historia reciente así lo atestiguan (Figura 1).

Figura 1. *Evolución y relación de la tecnología y modalidades educativas*



Fuente. elaboración propia, a partir de Gros Salvat (2018), Jiménez-Saavedra (2014) y Miklos y Arroyo (2008).

Las modalidades educativas presentadas en la Figura 1 se han transformado debido a que la tecnología, primero analógica y después digital, ha ido evolucionando. Esta trayectoria data ya de casi 80 años. En México, hubo políticas públicas, programas educativos e iniciativas que ahora son referentes institucionales sobre la influencia que la tecnología imprimió en el curso de la historia educativa (Díaz Barriga *et al.*, 2023, p. 12), por ejemplo: a) la Escuela de Radiodifusión de la Primaria para Adultos (1941); b) el Centro de Educación Básica de Adultos y la Telesecundaria (1968); c) el Centro para el Estudio de Medios y Procedimientos Avanzados de la Educación (CEMPAE) (1971); d) el Sistema de Universidad Abierta de la Universidad Nacional Autónoma de México (1972); e) la Preparatoria Abierta (1973).

Todos estos casos son fieles ejemplos de la creación de instituciones educativas por influencia e incorporación de la

tecnología en el sistema educativo formal. Aunque no todos los ejemplos pertenecen propiamente a la educación superior, sí dan cuenta de la importancia de la tecnología como elemento transformador de los modelos educativos.

Ahora bien, en este capítulo defendemos que la presencia de la tecnología en los procesos educativos formales se basó, hasta hace poco, en un paradigma de "incorporación". Más adelante se presentarán evidencias que sugieren que el paradigma está cambiando. Antes, es menester demostrar que el paradigma de incorporación de la tecnología en los procesos educativos formales dio lugar a sendos programas, políticas públicas e iniciativas educativas que hoy se consideran polémicas por el nivel de inversión económica ejercido y el nivel de los resultados obtenidos (SEP, 2020, p. 40) (Figura 2):

Figura 2. *Políticas públicas y programas institucionales mexicanos para la incorporación de la tecnología en la educación formal*

Notas: COEEBA (Computación Electrónica en la Educación Básica); Red edusat (telesecundaria satelital); ESAD (Programa de Educación Superior Abierta y a Distancia); UNADM (Universidad Abierta y a Distancia de México); PIAD (Programa Piloto de Inclusión y Alfabetización Digital); PID (Programa de Inclusión Digital).
Fuente: Adaptado de SEP (2020).

Los programas, políticas públicas e iniciativas educativas presentados en la Figura 2 no son propiamente de la educación superior. Debido a que el Estado mexicano otorga cierta autonomía a las universidades públicas en aspectos como el diseño

de los modelos educativos y el ejercicio del presupuesto, es difícil acceder a datos sensibles sobre el nivel de inversión ejercido en las IES. Sin embargo, a partir de la información de la Figura 2 es posible deducir que la incorporación de la tecnología educativa en la educación formal ha tenido una relación directa con las propuestas educativas y políticas sexenales, más que una visión educativa de largo alcance. Por eso, en los sexenios de 1982-1988 y 1988-1994, correspondientes a la presidencia de Miguel de la Madrid Hurtado y de Carlos Salinas de Gortari, respectivamente, surgieron MicroSep y COEEBA; entre 1994-2000, que corresponde a la presidencia de Ernesto Zedillo Ponce de León, surgieron Red Escolar y Red EDUSAT; en la presidencia de Vicente Fox Quesada (2000-2006) se popularizó Enciclomedia; entre 2006 y 2012, Felipe Calderón Hinojosa institucionalizó Habilidades digitales para todos, ESAD y UNADM; Enrique Peña Nieto, por su parte, propuso entre 2012 y 2018: PIAD, Telebachillerato comunitario, Prepa en línea SEP, Plataforma México X y PID.

Esta lógica sexenal ha influido en la educación superior: el paradigma para incorporar la tecnología educativa en los procesos educativos formales ha estado sujeto a propuestas partidistas, con las que se hacen inversiones ingentes sin prever que las políticas públicas requieren formar a profesores que entiendan el contexto del uso de las tecnologías, reproduzcan, mejoren e innoven sus potenciales y tengan recursos para conocer al alumnado (Ponce, 2019, 2020; Ponce *et al*., 2021). Generalmente, el paradigma de la incorporación de la tecnología digital en las IES iniciaba con una fase de inversión, implementación, capacitación y abandono. En cuanto surgía una nueva tecnología con flamantes promesas, se reactivaba el paradigma. Lo anterior se hizo patente con los resultados del estudio *La integración de la tecnología al Sistema Educativo Mexicano: Sin plan ni rumbo* (Azamar, 2016), texto en el que la autora concluye que el principal interés de los gobiernos mexicanos ha sido la disminución de su carga en el erario público, por lo que los planes sexena-

les implementados se han basado en el control y la disminución paulatina que tiene la población para acceder a este servicio y derecho. Además, el estudio indica que el Estado no se ha enfocado en la creación de programas de apoyo, capacitación y mejoramiento en las capacidades de los docentes en el ámbito tecnológico. Por ejemplo, la implementación de Enciclomedia se realizó sin un diagnóstico adecuado que buscara mejorar realmente las condiciones de los estudiantes (Azamar, 2016: 23), pero sí hubo una inversión ingente en dispositivos tecnológicos que hoy yacen "arrumbados" en las aulas.

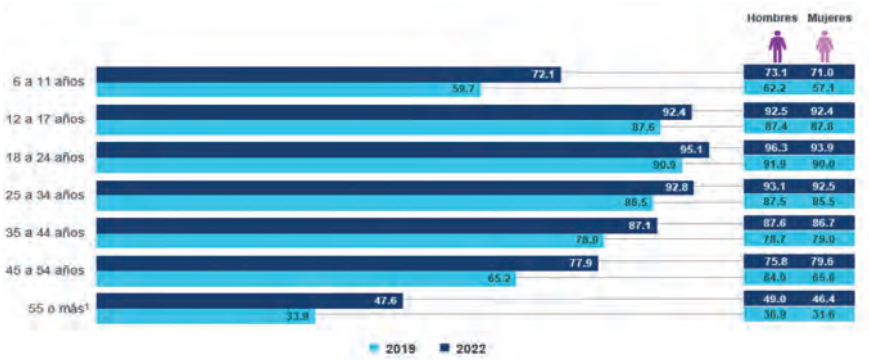
Sin embargo, desde principios del siglo XXI ha habido una expansión importante de Internet y de tecnologías que operan con el servicio "en la nube". Esto quiere decir que las y los usuarios pueden acceder a servicios en línea con costos relativamente bajos. El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) informaron –en la edición 2022 de la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH)– que, desde el 2015, cada vez hay más acceso y uso de la tecnología digital e Internet en México.

En ese estudio, se estimó que en 2022 hubo 93.1 millones de personas usuarias de Internet, lo que representó 78.6 % de la población de seis años o más. El aumento fue de 3 % respecto a 2021 (75.6 %). Por otro lado, durante el 2022, en el ámbito urbano, 83.8 % de la población de seis años o más utilizó Internet, mientras que, en el ámbito rural, 62.3 % de la población usó esta herramienta (INEGI-IFT, 2022: 1-2). En otras palabras, la brecha de acceso a Internet y sus servicios asociados se está cerrando paulatina y lentamente.

Asimismo, el estudio advierte que todos los grupos sociales están siendo beneficiados con este acceso ampliado. En cuanto a los hombres por grupos de edad, en 2022, los de seis a 11 años experimentaron aumento notable en el uso de Internet en comparación con 2019, con participaciones de 73.1 % y un incremento de 10.9 %. El grupo de 55 años o más tuvo

una participación de 49.0 %, con un avance de 12.1 %. De forma similar, para las mujeres, los grupos de edad de 45 a 54 años y 55 años o más mostraron incrementos destacados. Las mujeres de 45 a 54 años registraron una participación de 79.6 % y un aumento de 14 %. Las de 55 años o más tuvieron una participación de 46.4 % y un crecimiento de 14.8 %, entre ambos años (INEGI-IFT, 2022: 4-5) (Figura 3). Si la tendencia continúa como hasta ahora, en breve el acceso y uso de la tecnología digital mostrará niveles muy similares respecto a la edad y el género.

Figura 3. *Usuarios de Internet según grupo etario y género (2019 y 2022)*



Fuente: INEGI (2022: 4).

El grupo de 18 a 24 años es el que más ha crecido de 2019 a 2022. Este grupo etario es propiamente universitario. Lo anterior da cuenta de que las IES y las y los universitarios tienen casi completamente garantizado el acceso a Internet y a ciertos servicios en línea.

Respecto al porcentaje de usuarios por entidad federativa, los resultados son esperanzadores porque la media nacional ha crecido, aunque el sur-sureste mexicano continúa siendo la región más deprimida (Figura 4). Todos estos datos confirman que, eventualmente, la población mexicana tendrá un acceso amplio a Internet, a los servicios en línea y a los dispositivos digitales.

Uno de los factores que, recientemente, más ha influido en la evolución de los modelos educativos universitarios es la tecnología digital. Su presencia, cada día más transversal y ubicua, ha provocado cambios radicales en casi todos los procesos educativos formales. Por ejemplo, en la didáctica, en la formación de competencias y en la evaluación. La influencia de la tecnología digital ha sido tal que incluso se están reformulando conceptos como "aprendizaje" o "inteligencia", que solían considerarse prerrogativas humanas (Escudero-Nahón, 2022).

Figura 4. *Usuarios de Internet según entidad federativa (2022)*

Fuente: INEGI (2022: 10).

La tecnología digital permite que la información que antaño era creada y custodiada sólo por las y los docentes, hoy pueda ser generada, compartida y transformada por varios miembros de la comunidad educativa de maneras relativamente rápidas y sencillas. Por ejemplo, diversos estudios han encontrado que las y los estudiantes actualmente viven conectados a los servicios de Internet; son interactivos y rápidos en el uso de las nuevas tecnologías y se actualizan permanentemente. Suelen cooperar mucho en línea: comparten información por varios canales en distintos formatos, aprenden colectivamente. Su modelo de aprendizaje es el de la "Web Social", esto es, aprenden en colaboración. Para ellos es natural el intercambio constante de

información por varios canales y en formatos diversos. Su problema no es la falta de información o de acceso a conocimientos especializados, sino precisamente todo lo contrario. Lo que realmente necesitan son herramientas que les ayuden a fomentar su capacidad crítica y desarrollar su propia perspectiva de la realidad. Por eso se considera que las antiguas jerarquías educativas han sido irreversiblemente minadas y, en cambio, operan actualmente las "redarquías" educativas (Cabrera, 2017).

Esta situación, entre otras, está cambiando el otrora paradigma de incorporación de tecnología educativa que caracterizó a la educación formal mexicana durante el siglo XX. Este cambio puede fecharse con la popularización de Internet y el surgimiento de la web 4.0 a principios de la segunda década del siglo XXI. A partir de entonces, las aplicaciones digitales ofrecieron una interacción más intuitiva y predictiva a sus usuarios. Asimismo, permitieron la creación de contenidos digitales bien personalizados de manera relativamente sencilla. Esto fomentó el desarrollo de novedosas aplicaciones digitales educativas, como los Cursos Masivos Abiertos en Línea (MOOC, por sus siglas en inglés) o los micro cursos. También permitió el surgimiento de otras opciones que, si bien no son propiamente educativas, sí pueden adecuarse para este objetivo, como las aplicaciones móviles, las redes sociales y, recientemente, la inteligencia artificial.

En el caso específico de los MOOC, estudios recientes han identificado que estas plataformas educativas, como Coursera, Udemy, Udacity y EdX, reciben millones de estudiantes cada año. Han mantenido desde el año de su surgimiento –el 2008– un volumen de inscripciones ascendente, principalmente por parte de comunidades universitarias (Sued, 2022). Su oferta educativa está principalmente dirigida a satisfacer necesidades educativas concretas, específicas y prácticas para competir en el mercado laboral. A 15 años del surgimiento de los MOOC, estas sofisticadas plataformas educativas no han transformado la educación superior, pero cada día alojan más cursos de universi-

dades de reconocido prestigio, porque muy pocas universidades poseen una plataforma de MOOC que pueda competir con estas empresas. En definitiva, se está configurando una conveniente simbiosis entre la educación superior y los MOOC.

México es uno de los países latinoamericanos donde más ha crecido la descarga de aplicaciones móviles educativas. En el 2021 hubo 27 millones de nuevas instalaciones de aplicaciones en los dispositivos móviles, entre las que destacaron: Google Classroom, Duolingo, Photomath, Moodle, Brainly, U-Dictionary, Toca Life World, Miga Town, ¡Kahoot!, Gauthmath, Mathway y Edmodo. Esto supuso un crecimiento de 54 % en comparación con el 2020 (AppsFlyer y AppAnnie, 2021). Estas aplicaciones se caracterizan por actualizar sus contenidos continuamente, ofrecer experiencias lúdicas y diferentes tipos de licencia basadas en el modelo *software as a service* (SAAS), que comprende alojamiento de datos "en la nube", operación sin conexión a Internet y rápida resolución en el intercambio de datos, entre otras. Curiosamente, tampoco existen aplicaciones móviles netamente educativas diseñadas por universidades que puedan competir contra estas versátiles propuestas empresariales. También en este caso los usuarios están consolidando una cómoda fusión entre la educación superior y las aplicaciones móviles privadas.

La "microcredencialización" es una de las prácticas educativas que representa con más fidelidad la relación estrecha entre los sectores lucrativos, como las industrias o las empresas, y las universidades, que tradicionalmente no se han caracterizado por ese motivo (Pelletier *et al.*, 2022). Este tipo de credencialización o certificación es el resultado de un peculiar proceso educativo basado en la entrega de información en pequeñas dosis y de manera expedita, llamado microcursos. El concepto surgió en el sector empresarial y es allí donde más ha evolucionado. Actualmente, los microcursos suelen realizarse con videos que no superan tres minutos de duración (Palacios-Díaz y Escudero-Nahón, 2022). Pero, además, los microcursos se han adaptado a los MOOC y a las aplicaciones móviles. Por su versa-

tilidad, esta opción educativa se considera una de los máximas exponentes del sistema digital (Lee *et al*., 2021). Recientemente, las estrategias de microaprendizaje están articulándose con el aula invertida debido a que la simbiosis ha presentado buenos resultados educativos (Escudero-Nahón y Mercado-López, 2019; Mercado-López, 2020).

Las redes sociales han sido un tema recurrente en los estudios de tecnología educativa. Su aparición, evolución y diversificación ha sido tal, que aún merecen mucha atención. En 2022, en México se registraron 94 millones de usuarios de redes sociales; es decir, un 73 % de la población total. El tiempo promedio al día que los internautas invierten en sus redes sociales asciende a tres horas con 21 minutos (Meltwater y We Are Social, 2023). Las cinco redes sociales más utilizadas en México son Facebook, WhatsApp, Instagram, YouTube y TikTok, el 10 % de las descargas e intercambio de documentos está relacionado con libros digitales. Si bien las redes sociales no son usadas para tomar cursos (salvo en el caso de YouTube), sí son el medio predilecto para que las instituciones educativas realicen publicidad o promoción al respecto. En otras palabras, las redes sociales son el punto de confluencia de los prospectos y futuros clientes de las opciones educativas no formales.

El caso de la inteligencia artificial es, hasta el día de hoy, excitante y atemorizante a la vez. Esta aplicación de la tecnología digital es capaz de mantener un diálogo con los seres humanos con altos niveles de entendimiento semántico e, incluso, con capacidad de decisión propia y reacción oportuna. Todas éstas, características fundamentales de la docencia humana. Si bien aún no se ha consolidado ningún proyecto de carácter educativo con el uso explícito de inteligencia artificial, los organismos internacionales especializados ya han llamado la atención para que los sistemas educativos formales estén listos para: a) aprender "con" la inteligencia artificial; b) aprender "sobre" la inteligencia artificial; c) aprender "a prepararse para" la inteligencia artificial (UNESCO, 2023).

El desarrollo de la inteligencia artificial (IA) no es un proceso reciente. A lo largo de décadas, diversas innovaciones tecnológicas han permitido el desarrollo de máquinas o programas que simulan la inteligencia humana. Todas ellas se han encaminado a percibir, reconocer, reaccionar, aprender y resolver problemas con métodos que emulan los procesos de pensamiento humano. Mientras estos avances estuvieron confinados en los laboratorios de desarrollo sólo fueron percibidos como una curiosidad exótica (Casri, 2022), pero ahora que tienen influencia directa en las actividades productivas, han provocado cierto nerviosismo popular.

Aunque desde hace décadas existen diversas aplicaciones de inteligencia artificial, la polémica se ha originado por la aparición de un *chatbot* en específico: ChatGTP. Esta aplicación se caracteriza por ser de dominio público, por ser capaz de mantener una conversación con usuarios humanos y por producir textos. En el ámbito universitario esto provocó una inquietud generalizada (Lo, 2023). Aunque *ChatGTP* tiene el potencial de servir como asistente para el profesorado (por ejemplo, para generar materiales del curso y brindar sugerencias) o como tutor virtual para estudiantes (por ejemplo, para responder preguntas y facilitar la colaboración), hay desafíos asociados a su uso (por ejemplo, evitar información incorrecta o falsa y eludir los detectores de plagio) (Sok y Heng, 2023).

Inmediatamente después de la aparición de ChatGTP, surgieron otras aplicaciones en competencia. El debate educativo se exacerbó y la mayoría de las IES generaron *webinars*, cursos, foros, etcétera, para analizar qué medidas inmediatas podrían actualizar los métodos de evaluación y las políticas institucionales (Zhai *et al.*, 2021).

Todas estas innovaciones digitales están provocando un cambio de paradigma respecto a la relación que la educación superior había mantenido históricamente con la tecnología educativa. Parece que es más fácil que la educación superior salga a buscar las opciones digitales idóneas para sus obje-

tivos educativos, se sirva de ellas y enriquezca sus procesos formales, en lugar de incorporarlas y estabilizarlas en el currículum.

Dicho todo lo anterior, es menester preguntarse si las nuevas condiciones tecnológicas, si la evolución del paradigma de incorporación de la tecnología educativa, y si las nuevas prácticas de aprendizaje de la comunidad universitaria han sufrido algún cambio relevante que requiera reformular las estrategias de formación y desarrollo de la comunidad universitaria.

Método

Este estudio de enfoque cualitativo y alcance exploratorio identificó cuál es el principal problema de un grupo de alumnos de Ingeniería de Software de una universidad autónoma estatal frente al uso de la tecnología educativa y qué hacen diariamente para resolverlo.

Los estudios exploratorios en el ámbito de la tecnología educativa suelen ser bien conducidos con enfoques cualitativos debido a que el objetivo principal es obtener información de calidad respecto a los problemas que las personas tienen con el uso de la tecnología digital y cómo los resuelven, si es el caso (Escudero-Nahón y Palacios-Díaz, 2022). A partir de esta fase exploratoria suelen proponerse más investigaciones de carácter mixto para ir resolviendo problemas específicos.

Participantes

Participaron cuatro alumnos y una alumna de primer semestre de Ingeniería de Software de una universidad autónoma estatal. Las edades de los participantes oscilan entre los 17 y los 19 años. Los cinco participantes pertenecen al mismo grupo de esa ingeniería y tienen que realizar tareas universitarias muy semejantes porque reciben docencia de los mismos profesores. Dos de los cinco participantes no son oriundos de la ciudad donde estudian, de manera que no viven con su familia.

Instrumentos de recolección de información

Se aplicó un grupo de enfoque para conocer cuál es su principal problema en relación con el uso de tecnología digital y el proceso de formación y desarrollo que actualmente experimentan en su carrera y cómo resuelven ese problema, si es el caso. El y la autora de este artículo condujimos el grupo de enfoque a partir de preguntas no estructuradas: en su formación universitaria ¿qué papel tiene la tecnología digital?; ¿qué problemas tienen frente a la tecnología digital y cómo resuelven esos problemas, si es el caso?; ¿fue imprescindible contar con un dispositivo digital para iniciar sus estudios universitarios?; ¿acuden a fuentes externas a la universidad para aprender?; ¿qué plataformas, recursos, etcétera, usan?; ¿están dispuestos(as) a pagar el uso de esas fuentes externas?; ¿comparten cuentas para beneficiarse de los costos?; ¿compran licencia de software especializado?; ¿les gusta "la gamificación" de sus asignaturas?; ¿qué opinión tienen de que en las carreras relacionadas con el desarrollo de software, no haya tantas mujeres?; ¿usan materiales no digitales para estudiar, como libros en papel, cuadernos?; ¿compran libros de texto?; ¿qué puede mejorar su formación universitaria en relación con la tecnología digital?

Procedimiento

El grupo de enfoque se desarrolló en una sola sesión, con una duración de 25 minutos. La participación fue voluntaria y anónima. Se grabó la sesión y posteriormente se transcribió completamente. Primero se realizó la codificación abierta y después la codificación axial, de acuerdo con los lineamientos de la teoría fundamentada (Flick, 2019; Gibson y Hartman, 2014). Posteriormente, se realizó una discusión de los principales hallazgos con la literatura especializada disponible.

Consideraciones éticas

Se han considerado los siguientes principios éticos en la realización de la investigación (vv.aa., 2014):

No maleficencia: los sujetos implicados en el estudio no tuvieron ningún tipo de repercusión física, psicológica, laboral o cualquier otra. La información que de ellos se obtuvo para el desarrollo de la investigación fue manejada estrictamente de forma privada.

Beneficencia: se darán a conocer a todas las personas relacionadas con este proyecto, los resultados del mismo. De igual forma, la información obtenida de este estudio será dada a conocer al público en general, con el objetivo de constituir una base que permita formar a estudiantes universitarios desde nuevas perspectivas.

Autonomía: toda persona a la que se dirigió este proyecto tuvo por sí misma la facultad de elegir participar o no. Asimismo, fueron libres de retirarse del proyecto en cualquier momento.

Resultados

El principal hallazgo radicó en el hecho de que las prácticas educativas de la comunidad universitaria sugieren que se está conformando un nuevo paradigma de tecnología educativa. A diferencia del paradigma del siglo pasado, cuando las universidades estaban enfocadas en integrar la tecnología a los procesos educativos formales, actualmente los miembros de la comunidad universitaria "salen a buscar" los recursos apropiados para enseñar, aprender y evaluar lo aprendido.

Este nuevo paradigma, que podría considerarse como de "uso reticular" presenta algunas ventajas como un abaratamiento en el uso de recursos didácticos enriquecidos o un papel más activo de los aprendices; pero simultáneamente presenta algunas desventajas como una desintegración de los procesos institucionales de diseño de material didáctico y una pérdida de autoridad del docente porque frecuentemente es superado por otras fuentes de enseñanza.

Si esta tendencia continúa, será necesario diseñar nuevas políticas públicas de formación y desarrollo de estudiantes uni-

versitarios que admitan fuentes externas a las instituciones y criterios para evaluarlas con una orientación pedagógica integral.

Codificación abierta

La codificación abierta fue un proceso fundamental en esta investigación cualitativa porque implicó el examen minucioso de los datos ofrecidos en los relatos para identificar y conceptualizar sus significados. Consistió en segmentar o fracturar el texto en partes para identificar patrones reconocibles y capturar la esencia del relato mediante frases cortas o palabras. Este proceso permitió explorar las posibilidades de manera sistemática y flexible, equilibrando el desarrollo y la emergencia de nuevos significados. La codificación abierta fue el primer momento del análisis cualitativo y resultó crucial para la generación de categorías que posteriormente fueron utilizadas en la codificación axial. Las categorías creadas pueden ser revisadas en el Tabla 1.

Tabla 1.
Codificación abierta

Preguntas en el grupo de enfoque	Categoría(s) relevantes	Definición
En su formación universitaria, ¿qué papel tiene la tecnología digital? ¿Fue imprescindible contar con un dispositivo digital para iniciar sus estudios universitarios?	Costes de la tecnología digital	Las carreras que están enfocadas al uso de tecnología digital como ejercicio profesional son costosas porque los dispositivos son caros Esto podría ser un elemento definitorio para elegir una carrera
	Requerimiento de tecnología digital	Las carreras enfocadas al uso de tecnología digital requieren que los alumnos(as) cuenten con un dispositivo personal. Esta adquisición se hace antes o tras el ingreso a la carrera, pero es inevitable

(continuación)

Preguntas en el grupo de enfoque	Categoría(s) relevantes	Definición
¿Qué problemas tienen frente a la tecnología digital y cómo resuelven esos problemas, si es el caso? ¿Acuden a fuentes externas a la universidad para aprender?	Falta de información en formato digital	Hay asignaturas que tienen poca información digitalizada y disponible en línea. Y debido a que la comunidad universitaria ya no suele comprar libros impresos, se resuelve ese problema con el acceso a bases de datos científicos
	Exceso de información en formato digital	Hay asignaturas que tienen un exceso de información digitalizada y disponible en línea. Para este caso, es necesario que conozcan qué bases de datos tienen más reputación. Además, requieren ejercer un pensamiento crítico al respecto
¿Qué plataformas, recursos, etcétera, usan?	Conocimiento de bases de datos	Conocen las bases de datos por diversas vías: con profesores de niveles educativos previos a la ingeniería; con la ayuda de pares o con información en las redes sociales
¿Están dispuestos(as) a pagar el uso de esas fuentes externas? ¿Comparten cuentas para beneficiarse de los costos?	Acceso a fuentes externas a la universidad	Para reforzar sus conocimientos universitarios, suelen visitar fuentes externas a los recursos universitarios, como plataformas empresariales de cursos
	Requerimiento de más fuentes de conocimiento	Las condiciones laborales requieren que accedan a otras fuentes de conocimiento que superan lo ofrecido en las IES
	Pago de recursos externos a la universidad	Suelen aplicar estrategias de pago para acceder a conocimientos externos a la universidad. Por ejemplo, pago grupal de cursos, pero acreditación de una sola persona; solicitud de becas a plataformas empresariales de cursos

(continuación)

Preguntas en el grupo de enfoque	Categoría(s) relevantes	Definición
¿Compran licencia de software especializado?	Acceso a redes sociales	Es común que accedan a canales de YouTube para obtener información académica
	Acceso a blogs	Es frecuente que accedan a blogs para hacer preguntas específicas sobre dudas de sus asignaturas
	Búsqueda de alternativas gratuitas	Suelen buscar alternativas de software, aunque pierdan funcionalidades en el software
	Sin pago de software especializado	No suelen pagar por software especializado

Fuente: elaboración propia.

Codificación axial

La codificación axial fue el segundo proceso de esta investigación cualitativa y consistió en relacionar entre sí las categorías generadas en la codificación abierta. El objetivo principal fue hacer una representación gráfica de las relaciones que guardan las categorías principales. Esta codificación se realizó alrededor del eje de una categoría principal que articuló otras subcategorías. En este procedimiento de análisis suelen utilizarse familias de códigos para apoyar el proceso de codificación axial. En este caso, se utilizó la familia de las C's, que refiere a: Causa-Problema-Consecuencia (Glaser, 1992) (Figura 5). Dependiendo de la profundidad esperada en el estudio, la codificación axial ayuda en el ordenamiento de categorías, en la explicación de un problema o en la generación de teoría fundamentada en datos. En este estudio se obtuvo el ordenamiento de las categorías: causa del problema –principal problema– consecuencia del problema (Figura 5).

La codificación axial fue un proceso importante para ordenar las categorías de la codificación abierta y para reagrupar los datos que se fracturaron durante esa primera codificación. La codificación axial se condujo de manera inductiva y deductiva para descubrir relaciones entre las categorías. Mientras que la codificación abierta implicó la segmentación del texto en partes para identificar patrones y capturar la esencia del relato mediante frases cortas o palabras para explorar las posibilidades de manera sistemática y flexible, equilibrando el desarrollo y la emergencia de nuevos significados, la codificación axial consistió en la búsqueda activa y sistemática de la relación que guardaban las categorías entre sí (Weiss, 2017). De esta manera se hizo una representación gráfica de las categorías emanadas en la codificación abierta (Figura 5).

Figura 5. *Codificación axial: familia de códigos: Causa-Problema-Consecuencia*

Fuente: elaboración propia.

De manera sintética se puede mencionar que la carrera específica de Ingeniería en Software, a la cual pertenecían los participantes, sí requiere que se cuente con dispositivos digitales. En este sentido, el hardware es una condición de posibilidad de los estudios universitarios. Pero el primer problema que enfrentan las y los estudiantes es la necesidad de contar con un dispositivo personal:

> Yo, personalmente, sí tuve que invertir en una laptop porque en la preparatoria yo ensamblé una de escritorio…

> entonces pues no podía traerme mi computadora de escritorio para acá, entonces tuve que hacer la inversión en una laptop para poder trabajar (informante 3).

Si bien la adquisición de hardware es uno de los problemas más relevantes respecto al acceso a los servicios de tecnología digital, debido a la edad, a los intereses de los participantes y a la carrera que cursan la mayoría de ellos suelen contar con algún dispositivo digital. En realidad, el hallazgo de este estudio radica en el hecho de que, una vez que cuentan con el hardware adecuado, enfrentan el problema de que hay un exceso de información en Internet y no cuenta con criterios para elegir la mejor opción, al mismo tiempo que las asignaturas universitarias generalmente no cuentan con material didáctico enriquecido:

> En la materia de legislación, una vez dejó una tarea y se encontraba muy poca información de lo que había pedido. Y era difícil porque eran cosas que era básico saber. Encuentro los dos extremos: hay poca información y exceso de información. O sea, cuando hay mucha información también cuesta trabajo encontrar información confiable, a veces saber elegir es complicado (informante 1).

Ambas situaciones, es decir, el hecho de que las asignaturas universitarias no cuenten con recursos didácticos enriquecidos y que al buscar información en Internet haya un exceso de información, los ha conducido a consumir plataformas, cursos, recursos, etcétera, que no son propiamente universitarios o ni siquiera propiamente educativos, pero que con ciertas adecuaciones sirven al propósito de cursar la Ingeniería en software:

> Yo encontré Google Académico cuando los maestros decían: "no traigan información de Wikipedia…" y, personalmente, yo le pregunto a mi compañero cuando tengo dudas. No sé, por ejemplo, yo en programación, soy de

> usar Udemy. Considero que tenemos la necesidad de estarnos actualizando, no es para demeritar a los profesores, pero queriendo o no queriendo tenemos que investigar por nuestra cuenta y realizar trabajos fuera de la universidad, buscando las herramientas más viables. YouTube también es bueno para empezar… (informante 2).

Por lo anterior, de manera voluntaria o involuntaria, las y los estudiantes están buscando información, fuentes, plataformas, recursos, etcétera, fuera de la universidad. Sin embargo, esta situación no les resultaba indeseable, sino que la interpretaban como una oportunidad para adiestrarse de manera personal y en grupo, en cierto tipo de preparación para el mercado laboral, que consideran demandante, exigente y rápidamente cambiante. Para poder llevar a cabo lo anterior, diseñan estrategias que les permitan costear procesos educativos en plataformas digitales, como usar una licencia entre varias personas o tomar un curso de manera grupal, aunque sólo uno de ellos obtenga el certificado oficial.

Discusión y conclusiones

El uso de la tecnología digital se ha popularizado en casi todos los niveles educativos de la educación. La literatura especializada ha mostrado mucho interés, por ejemplo, en saber qué papel juegan las redes sociales, como Facebook, Instagram, WhatsApp, Twitter, en la enseñanza de contenidos ligados a la educación formal (Giraldo *et al.*, 2021). Los resultados de esos estudios muestran aspectos positivos y negativos. Un hallazgo positivo consiste en que el uso de las redes sociales en la educación permite una continuidad educativa ante contingencias de todo tipo, como la contingencia sanitaria de COVID-19, cuando las escuelas debieron cerrar sus instalaciones, pero no podían parar las clases. El aspecto negativo es que esas redes sociales son altamente distractoras.

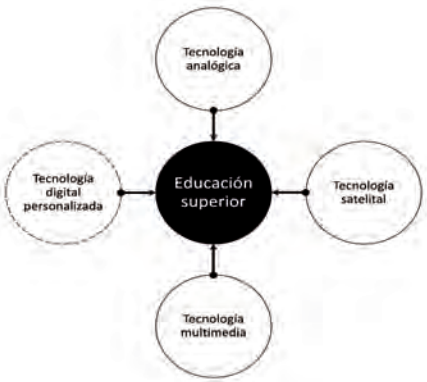
Otro aspecto que ha llamado la atención en la literatura especializada ha sido el trabajo colaborativo que espontáneamente se

produce con el uso de recursos digitales que no son propiamente universitarios (Cabero *et al.*, 2016; Lee y McLoughlin, 2008). Este tipo de estudios coinciden en que es fundamental empoderar a los estudiantes con libertad y autonomía para seleccionar y personalizar las herramientas y la tecnología disponibles en Internet. Además, es importante permitirles determinar la mejor manera de utilizar la tecnología para apoyar su aprendizaje. Esos mismos estudios aclaran que, si bien el aprendizaje "centrado en el estudiante" se ha popularizado en las últimas décadas, la adopción de herramientas de software social impulsadas por pedagogías apropiadas puede ofrecer una oportunidad para que este objetivo se haga realidad.

Respecto al ámbito económico, se ha dicho antes en este texto que la tecnología analógica y las fases incipientes de la tecnología digital requerían altos costos de producción. Además, sus características estructurales no permitían retroalimentación oportuna, interacción intuitiva ni posibilidad de que el usuario produjera contenidos personalizados. Por eso, el paradigma de la incorporación de la tecnología digital tuvo mucho sentido. Si la mayoría de las IES estaban financieramente impedidas para crear contenidos analógicos, satelitales, multimediales o digitales, no había otra opción que incorporar esos servicios y productos en los procesos educativos. Entonces, el paradigma de la incorporación de la tecnología educativa en la educación superior estuvo definido en gran medida, por las limitaciones propias de la madurez de la tecnología analógica y digital (Figura 6).

Sin embargo, conforme la tecnología digital avanzó, los costos de producción de contenidos digitales se volvieron relativamente asequibles, personalizados y sencillos de realizar. Además, ahora pueden realizarse con dispositivos móviles y sin una imperiosa necesidad de dominar el lenguaje audiovisual. Pero, sobre todo, pueden ser realizados por cada persona en particular, con estilos y propósitos propios. Y una vez creados esos contenidos enriquecidos, es fácil ponerlos a disposición "en la nube", para hacer un uso reticular de ellos (Figura 7).

Figura 6. *Paradigma de incorporación de la tecnología digital en la educación superior*

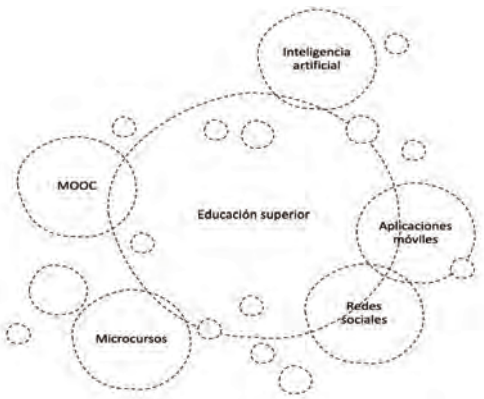


Nota: la línea punteada en el círculo titulado "Tecnología digital personalizada" hace referencia a la transculturación emergente.
Fuente: elaboración propia.

El hecho de que estas aplicaciones educativas puedan consultarse "en la nube", personalmente y en cualquier momento, abarata enormemente la inversión para las instituciones educativas. Ni qué decir sobre la libertad que representa para el personal docente elegir, entre esta pléyade de opciones digitales, las idóneas para sus objetivos educativos.

Por todo lo anterior, es decir, por la evolución propia de la tecnología digital, que actualmente permite que sus usuarios también sean productores; por la facilidad de consumirla de manera personal, en cualquier momento, de cualquier manera y con gastos relativamente asequibles; y por la sensación de libertad de elección que ofrece a las comunidades educativas, da la impresión que es más conveniente desplazar la antigua preocupación de incorporar estas innovaciones digitales en la educación superior y, mejor, sumarse al concierto de propuestas, pero sin perder el objetivo primordial: obtener resultados educativos.

Figura 7. *Paradigma de uso reticular de la tecnología digital en la educación superior*



Fuente: elaboración propia.

Así, las nuevas opciones que brinda la tecnología digital introducen además de estimulantes beneficios instrumentales, la necesidad de reformular los marcos teóricos para comprender cómo serán transformadas las IES y cómo podrían reformularse las estrategias de desarrollo y formación de las y los universitarios. Por lo pronto, es más fácil, más barato y atractivo, para alumnos y docentes, consumir en plataformas no universitarias recursos digitales enriquecidos, que crearlos ex profeso para las asignaturas de la educación formal. Al respecto, la literatura especializada coincide en que, si bien estos recursos tecnológicos presentan un desafío para las universidades, que deben determinar cuáles son necesarios y deseables y cómo implementarlos, será en última instancia inevitable usarlos, de manera ética, en beneficio de los estudiantes. La universidad del futuro tendrá que diseñar criterios para convivir con recursos digitales enriquecidos (Mairal, 2022). De hecho, como lo demostró este estudio, ahora los alumnos ya están haciendo uso de esos recursos, pero sin orientaciones pedagógicas claras ni adecuadas.

En conclusión, la expansión sostenida de Internet, la paulatina reducción de la brecha digital, la oferta de recursos

académicos no institucionales enriquecidos y las prácticas educativas de las y los alumnos, están cambiando el paradigma de la tecnología educativa en las IES. Actualmente, el uso reticular de muchos recursos ajenos a las IES podría exigir que se haga una valoración sobre la necesidad de incorporar criterios y orientaciones pedagógicas en los modelos educativos universitarios para admitir que, conjuntamente con las IES, hay empresas, organizaciones civiles, personas y alumnas y alumnos que generan recursos enriquecidos que podrían fortalecer la formación y el desarrollo universitario.

Hace falta más investigación empírica para conocer si las IES están dispuestas a realizar ese ajuste conceptual en sus modelos educativos universitarios o si ya existen iniciativas al respecto.

Referencias

AppsFlyer y AppAnnie. (2021). *State of App Marketing Latin America 2021*. <https://bit.ly/TheStateofAppMktLatam>.

Azamar, A. A. (2016). "La integración de la tecnología al Sistema Educativo Mexicano: Sin plan ni rumbo". *REencuentro. Análisis de Problemas Universitarios*, 72: 11-25.

Cabero, A. J., Barro,, J., Llorent, C. M. del C. y Yanes. C. (2016). "Redes sociales y Tecnologías de la Información y la Comunicación en Educación: aprendizaje colaborativo, diferencias de género, edad y preferencias". *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 51: 2-23.

Cabrera, J. (2017). *Redarquía: Más allá de la jerarquía*. Rasche / redarquia.net.

Casri, J. (2022). "Kasparov entre las máquinas: 25 años de una derrota". *El Viejo topo*, 413(junio): 48-55.

Díaz Barriga A., F., López, B. E. A., Morales, M. L., Heredia, A., López Ramírez, J. L. y Castañeda, S. F. (2023). *Políticas digitales en educación en México. Tendencias emergentes y perspectivas de futuro*. UNESCO / UNICEF. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000384960>.

Escudero-Nahón, A. (2018). "Redefinición del 'aprendizaje en red' en la cuarta revolución industrial". *Apertura*, *10*(1): 149-163. <https://doi.org/10.32870/Ap.v10n1.1140>.

_____ (2022). "Transdigital: la condición imaginaria del aprendizaje en el transhumanismo". En L. M. Rodríguez, S. y J. Á. Bravo, A. (Eds.), *Imaginación y conocimiento en ciencia, tecnología y educación: retos, posibilidades y realidades* (pp. 269-289). Gedisa Mexicana.

_____ y Mercado-López, E. P. (2019). "Uso del análisis de aprendizajes en el aula invertida: una revisión sistemática". *Apertura*, *11*(2): 72-85. <https://doi.org/10.32870/Ap.v11n2.1546>.

_____ y Palacios-Díaz, R. (2022). "Estudio introductorio sobre los métodos y proyectos transdigitales". En A. Escudero-Nahón y R. Palacios-Díaz (Eds.), *Métodos y proyectos transdigitales* (pp. 9-21). Editorial Transdigital. <https://doi.org/10.56162/transdigitalb7>.

Flick, U. (2019). "Doing grounded theory: key cmponents, process and elements". En U. Flick, *Doing Grounded Theory* (2a. ed.). SAGE Publications**.** <DOI: https://doi.org/10.4135/9781529716658>.

Gibson, B. y Hartman, J. (2014). *Rediscovering grounded theory*. SAGE Publications.

Giraldo, O. G. A., Gómez, G. M. M. y Giraldo, O, C. F. (2021). "COVID-19 y uso de redes sociales virtuales en educación médica". *Educación Médica*, *22*(5): 273-277. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2021.05.007>.

Glaser, B. (1992). *Emergence vs forcing: basics of grounded theory analysis* (2nd printi). Sociology Press.

Gros Salvat, B. (2018). "La evolución del e-learning: del aula virtual a la red". *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *21*(2): 69-82. <https://doi.org/10.5944/ried.21.2.20577>.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)-Instituto Federal de Telecomunicaciones (2022). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2021 Comunicado de prensa*. <https://www.ift.org.mx/sites/default/files/comunicacion-y-medios/comunicados-ift/comunicadoendutih_1.pdf>.

Jiménez-Saavedra, S. A. (2014). "Tecnología educativa: campos de formación y perfil diferencial". *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, *5*(14): 125-141. <https://doi.org/10.1016/S2007-2872(14)70304-X>.

Lee, M. y McLoughlin, C. (2008). "Harnessing the affordances of Web 2.0 and social software tools: Can we finally make 'student-centered' learning a reality?" En *EdMedia+Innovate Learning* (pp. 3825-3834). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

Lee, Y. M., Jahnke, I. y Austin, L. (2021). "Mobile microlearning design and effects on learning efficacy and learner experience". *Educational Technology Research and Development*, *69*(2): 885-915. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09931-w>.

Lo, C. K. (2023). "What Is the Impact of ChatGPT on Education? A Rapid Review of the Literature". En *Education Sciences 13*(4): 410. <https://doi.org/10.3390/educsci13040410>.

Mairal, R. (2022). "What should the university of the future look like?" *On the Horizon, 31*(1): 62-70. <https://doi.org/10.1108/OTH-08-2022-0050>.

Mei, L., Feng, X. y Cavallaro, F. (2023). "Evaluate and identify the competencies of the future workforce for digital technologies implementation in higher education". *Journal of Innovation & Knowledge, 8*(4): 100445. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2023.100445>.

Meltwater y We Are Social. (2023). *Digital 2023: México. The essential guide to the latest connected behaviours*. <https://indd.adobe.com/view/c2b5bcb7-64f3-42f3-b565-69089b1e9c4b?allowFullscreen=true&wmode=opaque>.

Mercado-López, E. P. (2020). "Limitaciones en el uso del aula invertida en la educación superior". *Transdigital, 1*(1): 1-28. <https://doi.org/10.56162/transdigital13>.

Miklos, T. y Arroyo, M. (2008). Una visión prospectiva de la educación a distancia en América Latina. *Universidades, 63*(37): 49-67.

Morcillo, S. C. y González, R. J. L. (2020). Nuevas tecnologías digitales en la práctica médica. *Medicina Clínica, 154*(7): 257:259. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2019.07.004>.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (2023). *La Inteligencia Artificial en la Educación*. Página web oficial. <https://es.unesco.org/themes/tic-educacion/inteligencia-artificial>.

Palacios-Díaz, R. y Escudero-Nahón, A. (2022). "Estrategias de comunicación visual para la educación transdigital". En CICACiS SAS de CV (Ed.), *III Congreso Latinoamericano en Línea de Ciencias Sociales y Humanidades* (p. 34). CICACiS SAS de CV. <https://www.cicacis.com/CLLCSyH-2022/>.

Palacios-Díaz, R. y Escudero-Nahón, A. (2021). "Percepciones sobre el aprendizaje con tecnología digital en la educación superior". En COMIE (Ed.), *XVI Congreso Nacional de Investigación Educativa CNIE 2021* (pp. 1-10). COMIE. <https://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v16/doc/2034.pdf>.

Pelletier, K., McCormack, M., Reeves, J., Robert, J., Arbino, N., Al-Freih, M., Dickson-Deane, C., Guevara, C., Koster, L., Sánchez-Mendiola, M., Skallerup Bessette, L. y Stine, J. (2022). *2022 EDUCAUSE Horizont Report. Teaching and Learning Edition*. EDUCAUSE. <https://www.educause.edu/horizon-report-teaching-and-learning-2022>.

Ponce, L. J. L. (Coord.). (2019). *Estado actual de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en las Instituciones de Educación Superior de México. Estudio 2019*. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES). <https://estudio-tic.anuies.mx/Estudio_ANUIES_TIC_2019.pdf>.

_____ (Coord). (2020). *Estado actual de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en las Instituciones de Educación Superior en México. Estudio 2020*. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES). <https://estudio-tic.anuies.mx/Estudio_ANUIES_TIC_2020.pdf>.

_____, Vicario-Solórzano, C. M., y López, V. F. (Coords.).(2021). *Estado actual de las tecnologías educativas en las IES en México. Estudio 2022*. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES). <https://dj8o.short.gy/KBPFH5>.

Rodríguez-Gómez, R. (2000). "La Educación Superior en el Siglo XXI. Líneas Estratégicas de Desarrollo. Una Propuesta de la ANUIES". *Revista de la Educación Superior 29*(113). <http://publicaciones.anuies.mx/pdfs/revista/Revista113_S5A2ES.pdf>.

Secretaría de Educación Pública (SEP). (2020). *Agenda Digital Educativa. Gaceta del Senado de la República Mexicana - LXIV Legislatura*. <https://dj8o.short.gy/wRLwKe>.

Sok, S., y Heng, K. (2023). "ChatGPT for Education and Research: A Review of Benefits and Risks". *SSRN / Elsevier*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4378735>.

Sued, G. (2022). "Coursera y la plataformización de la educación: operación de mercados, datificación y gobernanza". *Transdigital, 3*(5): 1-24. <https://doi.org/10.56162/transdigital95>.

Vidal-Alaball, J., Alarcon Belmonte, I., Panadés Zafra, R., Escalé-Besa, A., Acezat Oliva, J. y Saperas Perez, C. (2023). "Abordaje de la transformación digital en salud para reducir la brecha digital". *Atención Primaria, 55*(9): 102626. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2023.102626>.

VV. AA. (2014). *Ética de la investigación científica*. J. S. Arellano, R. T. Hall y J. Hernández Arriaga (Cords). Universidad Autónoma de Querétaro. <http://unidadbioetica.com/libros/Etica-de-la-Investigacion-Cientifica.pdf>.

Weiss, E. (2017). "Hermenéutica y descripción densa versus teoría fundamentada". *Revista Mexicana de Investigación Educativa, 22*(73): 637-654.

Zhai, X., Chu, X., Chai, C. S., Jong, M. S. Y., Istenic, A., Spector, M., Liu, J.-B., Yuan, J. y Li, Y. (2021). "A Review of Artificial Intelligence (AI) in Education from 2010 to 2020". *Complexity, 2021*(8812542): 1-18. <https://doi.org/10.1155/2021/8812542>.