

1

“TRANSFORMACIÓN DIGITAL: INGENIERÍA DEL APRENDIZAJE E INCLUSIÓN SOCIAL”

“DIGITAL TRANSFORMATION: LEARNING ENGINEERING AND SOCIAL INCLUSION”



Francisco Cervantes Pérez¹,
Alma Herrera Márquez²,
Joaquín Navarro Perales³
y Carlos Zozaya Gorostiza⁴

PALABRAS CLAVE: INGENIERÍA DEL APRENDIZAJE; EDUCACIÓN EN LÍNEA; INTELIGENCIA ARTIFICIAL; SISTEMAS TUTORES INTELIGENTES; ANALÍTICA; CHATBOTS.

KEYWORDS: LEARNING ENGINEERING; ONLINE EDUCATION; ARTIFICIAL INTELLIGENCE; INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS; ANALYTICS; CHATBOTS.

1. Rector, “Universidad Internacional de La Rioja en México” (UNIR México).
Email: francisco.cervantesperez@unir.net
2. Directora, “Instituto de Estudios Superiores “Rosario Castellanos”, México.
Email: alma.herrera@educacion.cdmx.gob.mx
3. Técnico Académico, “Universidad Nacional Autónoma de México” (UNAM).
Email: joaquin_navarro@cuaieed.unam.mx
4. Directivo, “Técnica Administrativa BAL”, México.
Email: czozaya@bal.com.mx

INTRODUCCIÓN

Desde el siglo XVI, la educación en México, y en otros países de América Latina y El Caribe, está marcada por la desigualdad, la inequidad y la exclusión social. Martín Carnoy (1977) establece cómo la educación llegó a muchos países como una forma de dominación imperialista, por lo que los sistemas educativos son tan justos y equitativos como la economía o la misma sociedad. A partir de las guerras de independencia, en el siglo XVIII, la tendencia ha sido reducir las desigualdades en el acceso a la educación. En México, por ejemplo, en el nivel básico (inicial, preescolar, primaria y secundaria) se ha avanzado de forma paulatina hacia la universalidad, con una cobertura (3-14 años) del 94%, en el ciclo 2019-2020; y en el medio superior (15-17 años) del 83.2%¹.

Sin embargo, en educación superior sigue habiendo una deuda pendiente con toda la sociedad; en especial, con los grupos vulnerables (i.e., pueblos originarios, zonas rurales, zonas de alta marginación, grupos con algún tipo de discapacidad, mujeres, etc.). En el ciclo 2019-2020 solo se alcanzó el 41.6% de cobertura, incluyendo la modalidad presencial y la no-presencial¹.

Para contribuir a resolver esta situación problemática, agravada en todos los sectores –educativo, tecnológico y administrativo– de Instituciones de Educación Superior (IES) por COVID-19, contamos con los cambios causados por la Cuarta Revolución Industrial (4RI), los cuales están:

- a. Impulsados y basados en avances científicos y tecnológicos en múltiples dominios del conocimiento (neurociencias, inteligencia artificial, robótica, genómica, bioinformática, nanotecnología, e internet de las cosas, etc.)
- b. Ocurriendo a una velocidad exponencial sin precedente, afectando, entre otras cosas, las premisas de los modelos de negocio de las empresas y la forma en que las organizaciones compiten para agregar valor a la sociedad (World Economic Forum, 2015). En educación, la 4RI está contribuyendo a crear nuevos modelos educativos, buscando ofrecer educación para todos, bajo un esquema de atención masiva,

1 https://www.planeacion.sep.gob.mx/Doc/estadistica_e_indicadores/principales_cifras/principales_cifras_2019_2020_bolsillo.pdf. Visitado el 5 de abril, 2021.

pero personalizada; donde estudiantes y docentes desarrollen competencias y capacidades para buscar, seleccionar, organizar y usar críticamente la información, requeridas por las profesiones actuales y del futuro. Además, el desarrollo de plataformas y herramientas tecnológicas apoyará La creación e implantación de paradigmas tecno pedagógicos para educar a las generaciones del Siglo XXI.

Para impulsar el desarrollo sostenible, la inclusión y el bienestar social, las IES deben ofrecer educación superior para todos, asegurando la calidad y a lo largo de la vida. Por lo que, para capitalizar las ventajas de los avances de la 4RI, la transformación digital en las IES es una necesidad urgente. Alexander *et al.* (2019) describen las tendencias clave para acelerar este proceso:

- a. Rediseño de los ambientes de aprendizaje
- b. Diseño de esquemas híbridos de aprendizaje
- c. Cultura de la innovación
- d. Pensar cómo deben funcionar las IES
- e. Planes y programas modulares y desagregados; así como las tecnologías disponibles para realizarlo incluyendo: aprendizaje en dispositivos móviles; inteligencia artificial; realidad mixta; analítica; asistentes virtuales; y *blockchain*. En algunas IES ya se usan varias de estas tecnologías, fortaleciendo el campo emergente de la ingeniería del aprendizaje: *“una forma de optimización educativa impulsada por analítica, investigación basada en diseño, y experimentación acelerada y a gran escala”* (Dede, Richards y Saxberg, 2019).

En este trabajo se revisan los retos e impactos de la transformación digital de las IES, y se presentan ejemplos de ingeniería del aprendizaje donde se están construyendo diversas piezas para los ambientes virtuales de aprendizaje de la educación en el futuro. Se colectan bases de datos que se analizan con el objeto de determinar métricas indicadoras, para que alumnos y docentes conozcan mejor el desarrollo de sus capacidades en cada momento y, así, mejorar de manera diferenciada la eficiencia y eficacia de su aprendizaje, mediante contenidos alineados con sus capacidades académicas y cognitivas, y la creación y uso de Sistemas Tutores Inteligentes (ITS, por sus siglas en inglés) que aumenten la capacidad de docentes e IES para atender una matrícula mayor con los mismos recursos.

TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR

La Cuarta Revolución Industrial está cambiando fundamentalmente el tipo de habilidades y competencias que serán requeridas por los trabajos del futuro, y al mismo tiempo nos está brindando nuevos paradigmas y herramientas para educar a los estudiantes del Siglo XXI (World Economic Forum, 2020). Accenture (2020) ha identificado algunas tendencias en educación para el futuro:

- *Habilidades relevantes.* Los proveedores de educación deben ofrecer nuevos cursos y servicios para ayudar a los estudiantes a enfrentar los trabajos en el futuro. La rápida evolución de algunas tecnologías, en particular la inteligencia artificial, está cambiando los tipos de habilidades que un ser humano necesitará tener en el futuro.
- *Aprendizaje continuo.* Los trabajos actualmente más demandados no existían hace 20 años, y muchos profesionistas pueden quedar excluidos de la economía digital. Las nuevas tecnologías crean oportunidades para redefinir los modelos educativos a fin de aumentar el valor y la cobertura de la educación superior.
- *Educación personalizada y desacoplada.* Los sistemas educativos deben adaptarse para brindar una educación más personalizada en tiempo real; aplicando analítica predictiva para anticipar el desarrollo de capacidades de los estudiantes, y personalizar la forma en que se les presentan los contenidos, utilizando ITS.
- *Fluidez digital y habilidades STEM.* Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) son la base del 4RI. Por lo tanto, los estudiantes deben desarrollar fluidez digital y habilidades STEM desde una edad temprana, y los maestros actualizar sus conocimientos y habilidades para mantenerse al día con los nuevos desarrollos.
- *Educación basada en la experiencia.* Una oferta casi infinita de contenidos educativos gratuitos o de bajo costo está disponible en línea. Las IES deben proporcionar algo en el aula, física o virtual, que agregue valor y conecte a los estudiantes con el mundo real. Por ejemplo,

las tecnologías de realidad virtual y aumentada permiten crear nuevas experiencias de aprendizaje para los estudiantes.

- *Plataformas y Ecosistemas.* Existe oportunidad para que IES, Gobierno, emprendedores, y empleadores creen ecosistemas para desarrollar en conjunto soluciones que agreguen valor y lleguen a más estudiantes. Las plataformas que promueven el aprendizaje entre pares, como las que usan los desarrolladores de software, pueden tener un gran impacto en otros dominios.

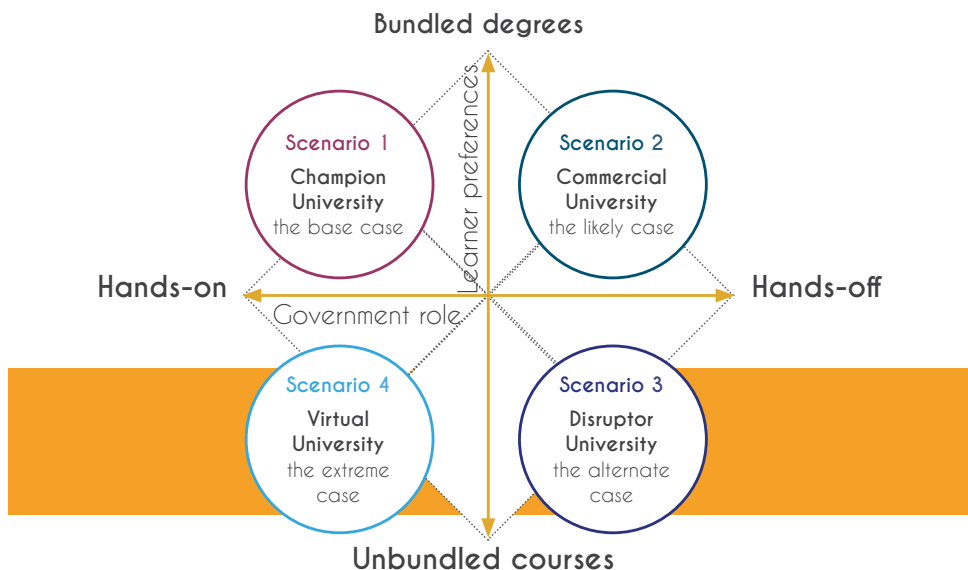
¿Cómo deben responder las IES tradicionales a los impactos que la 4RI está teniendo en el tipo de educación y habilidades que se necesitarán en el futuro cercano? Si bien existen algunos cambios comunes que toda organización debe abordar para seguir siendo competitiva en la era digital, cada IES tendrá que crear su propia visión de cómo contribuirá a la evolución de la sociedad, en el corto, mediano y largo plazo.

Halloran y Friday (2018) consideran cuatro escenarios futuros alternativos para las universidades australianas en 2030, en función de dos factores: a) cuánta intervención tendrá el Gobierno en la educación superior, y b) cuánto demandarán los estudiantes o empleadores de soluciones tradicionales, o no tradicionales, por parte de las universidades (ver Figura 1).

1. *El caso base:* la “Universidad Campeona”. La universidad sigue siendo un amplio centro de docencia e investigación, financiado principalmente por el Gobierno. El panorama competitivo es similar al actual, los títulos tradicionales todavía son comunes y el segmento principal de estudiantes es de 18 a 25 años. Las IES tienen estrecha relación con la industria, y los mercados laborales siguen confiando en los títulos universitarios y su obtención sigue siendo un requisito para muchas profesiones.
2. *El caso más probable:* la “Universidad Comercial”. El financiamiento del Gobierno se ha reducido. Las IES operan de manera autónoma siguiendo los principios del mercado y se sustentan a sí mismas con una mezcla de fondos públicos y privados. Las fronteras entre universidad e industria se han vuelto más difusas, ya que todas las partes colaboran eficazmente para desarrollar nuevos planes de estudio y proyectos de investigación. La competencia es más intensa por la presencia de proveedores internacionales y universidades en línea que ofrecen formaciones a menores costos.

3. *El caso alternativo*: la “Universidad Disruptiva”. La disrupción causada por las tecnologías exponenciales del 4RI ha cambiado drásticamente el panorama competitivo de las universidades. La inteligencia artificial ha desplazado a muchos profesionales de sus puestos de trabajo. Las competencias y habilidades se vuelven más importantes que los títulos universitarios para conseguir un trabajo. La gente sabe que tiene que seguir aprendiendo durante su vida. Hay más personas que trabajan de forma independiente que las que están empleadas por una organización. La demanda de cursos en línea se ha disparado, así como de otras soluciones Ed-Tech que utilizan IA para proporcionar aprendizaje digital personalizado. Los estudiantes tienen “pasaportes digitales” que reflejan qué cursos o experiencias de aprendizaje han tomado, y exigen un aprendizaje flexible y bajo demanda, para obtener certificados o microtítulos que brindan retornos inmediatos en el mercado laboral. El segmento dominante es la educación continua, con cursos modulares que se adaptan a la industria y se brindan por medios digitales.
4. *El caso extremo*: la “Universidad Virtual”. El panorama de la educación superior se ha reestructurado. Cuando la IA comenzó a desplazar a los humanos de sus trabajos, el Gobierno intervino y fusionó universidades y otras opciones de IES haciéndolas más digitales y flexibles al desagregar programas de varios años en cursos más cortos. “Free-lancers” superan en número a los empleados a tiempo completo y han aumentado significativamente la demanda de aprendizaje en línea. Los estudiantes tienen un mayor control de sus trayectorias de aprendizaje y prefieren cursos más cortos que los programas de grado tradicionales de varios años sin un retorno claro de la inversión. Las IES colaboran entre sí en ecosistemas y desarrollan conjuntamente plataformas y experiencias de aprendizaje comunes. Algunas universidades de élite permanecen con su amplio alcance de enseñanza e investigación, pero la mayoría de ellas han reducido los grados ofrecidos a aquellos en los que pueden competir con éxito. Se realizan más investigaciones fuera de las universidades que dentro de ellas.

Figura 1. Escenarios alternativos futuros de las universidades australianas en el año 2030



Fuente: Halloran & Friday, 2018.

Independientemente del escenario futuro que decida perseguir una IES en particular, deberá transformarse en múltiples dimensiones para seguir siendo relevante en la era digital. La transformación digital es mucho más que nuevas capacidades digitales. Kane *et al.* (2016) encontraron que las organizaciones que están más avanzadas en sus viajes de transformación digital se vuelven más ágiles, basan sus decisiones en datos en lugar de intuición, tienen una cultura que fomenta la toma de riesgos, son menos jerárquicos y empoderan a los equipos autónomos para tomar decisiones por sí mismos. Cambiar estos elementos no es fácil y requiere un liderazgo fuerte en la parte superior de la organización.

Rogers (2016), identifica cinco dominios de una organización que se ven afectados por la transformación digital:

1. **Cientes.** En la era digital, las IES deben crear redes con actores como estudiantes, egresados, profesores, empleadores, Gobierno y la sociedad en general utilizando una o varias de las siguientes estrategias de red: a) Acceso, el objetivo es brindar acceso a información o contenido

de la manera más fácil, rápida y flexible; b) *Compromiso*, el objetivo es involucrar al miembro de la comunidad de la IES, proporcionándole contenidos interactivos que sean relevantes; c) *Personalización*, el miembro de la comunidad puede personalizar sus experiencias, así como los productos o servicios; d) *Conexión*, los miembros de la IES pueden conectarse entre sí para compartir sus experiencias; y e) *Colaboración*, los miembros de la comunidad puede colaborar en proyectos u objetivos con otros miembros a través de plataformas abiertas.

2. *Competencia*. Internet ha permitido la creación de nuevas plataformas de modelos de negocio que agregan valor al permitir transacciones entre dos o más tipos de clientes o consumidores. Las IES pueden convertirse en “impulsores de ecosistemas” (Weill & Woerner, 2018) donde colaboren con otras IES o empresas de tecnología con el propósito de agregar más valor a sus estudiantes, partes interesadas y sociedad en general.
3. *Data*. Las IES pueden utilizar “Big Data” e inteligencia artificial para comprender mejor las necesidades y capacidades desarrolladas por los docentes, estudiantes, exalumnos, empleadores o cualquier otro miembro de su comunidad. El análisis predictivo y las plataformas de software, como “Course Signals”, se pueden utilizar para detectar oportunamente señales de alarma tanto para estudiantes como para profesores (Sledge & Dovey Fishman, 2014).
4. *Innovación*. En una realidad volátil, incierta, compleja y ambigua es prácticamente imposible innovar con éxito sin ejecutar múltiples experimentos divergentes y convergentes para aprender mientras se desarrolla un nuevo producto o servicio. Las IES debe ser más ágiles y tomar riesgos para poder experimentar continuamente cómo las tecnologías exponenciales, como Inteligencia Artificial y Realidad Virtual/Aumentada, pueden mejorar la experiencia de aprendizaje de alumnos y docentes.
5. *Valor*. Las IES deben entender los diferentes elementos de valor que brindan a los miembros de su comunidad y cómo la importancia relativa de estos, cambia con el tiempo. En el caso de los alumnos de licenciatura, tales elementos pueden incluir la adquisición de los conocimientos fundamentales de su formación, el ser capaz de explorar los intereses de uno, socializar y crear amistades o poder participar en redes profesionales o académicas, entre muchos otros.

La universidad Internacional de La Rioja en México, UNIR México², es una universidad particular en línea (Caso extremo: “Universidad Virtual”), que se distingue por sus estudios a través de internet cuyo funcionamiento se apoya fundamentalmente en tecnologías de la información y comunicaciones digitales, y fomenta un modelo de enseñanza eficaz, de calidad y enfocado en el aprendizaje que utiliza una metodología activa, participativa y constructiva.

UNIR México es una IES 100% digital, lo que facilita su participación en el ecosistema educativo creado por el Grupo PROEDUCA, al que pertenece junto con otras cinco IES: UNIR España, Centro Universitario Internacional de Madrid (CUNIMAD), Fundación UNIR en Colombia, Universidad Internacional Marconi en Estados Unidos, y Escuela de Negocios Neumann en Perú; así como diversas empresas: Nuevas Tecnologías de la Información SL, UNIR Colombia SAS, DIZAPARZI SA, y Corporación PROEDUCA. Como parte de su estrategia de internacionalización, directamente o a través de alguna de las otras IES, colabora con Ministerios de Educación Pública en Iberoamérica (España, México, Perú, Colombia y Ecuador), y es parte de asociaciones académicas internacionales, como la Asociación Iberoamericana de Educación Superior a Distancia (AIESAD) y la Unión de Universidades de América Latina y El Caribe (UDUAL).

El ecosistema PROEDUCA inició en 2009. En el año 2020 tenía ya 51 692 alumnos inscritos en más de 90 países. 9 515 pertenecen a UNIR México, distribuidos en toda América Latina y El Caribe, y algunos viviendo en Alemania, Italia, Portugal, Rumania, España y Estados Unidos. El rango de edad va desde los 18 hasta los 65 años. Es decir, educación en línea no tiene límites ni fronteras; por lo que representa la mejor opción para lograr la universalidad en la educación superior y contribuir a alcanzar la equidad y la inclusión social tan anheladas por nuestras poblaciones, en especial por aquellas de los grupos vulnerados.

2 <https://mexico.unir.net>

INGENIERÍA DEL APRENDIZAJE E INCLUSIÓN SOCIAL

PERSEO

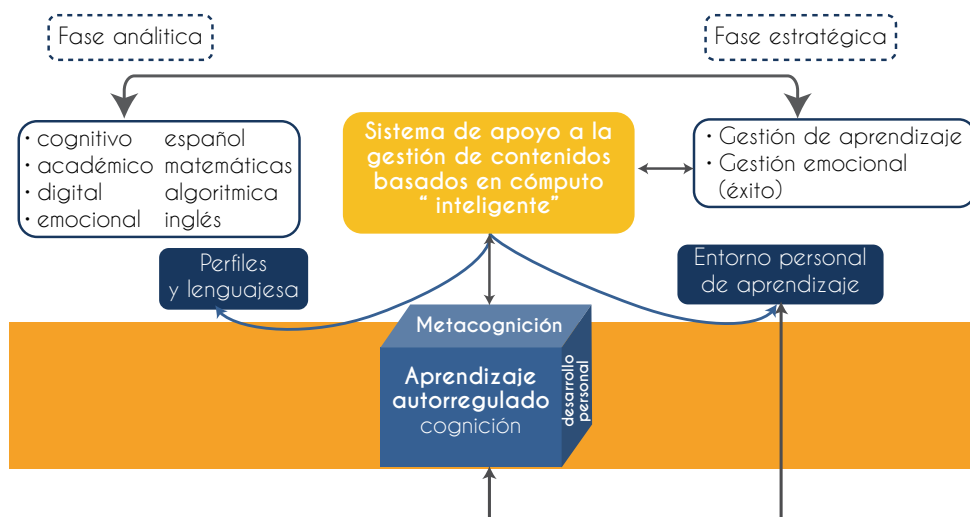
El estudiante es el verdadero protagonista del proceso de aprendizaje, aceptando que cada individuo tiene una forma particular de aprender, de pensar, de percibir sus propios estilos de aprendizaje, y posee, recopila, transforma y recupera información de manera diferente. Esto significa que todo contenido puede ser aprendido por cualquier persona, pero siguiendo métodos diferentes. Con esta base, en el proceso de ingreso a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Herrera *et al.* (2018) crearon el sistema PERSEO (“ *s a s n s p a a s a s n s ñ a n a p a d o*”) con el propósito de evaluar en los estudiantes sus formas de pensamiento, manejo de lenguajes simbólicos, perfil académico, y estrategias cognitivas que favorezcan el reconocimiento y la apropiación de la autorregulación, el manejo de la motivación y la autoeficacia, profundamente entrelazados con el éxito académico (Sanne *et al.*, 2017; Schneider y Preckel, 2017).

PERSEO (ver Figura 2) permite la identificación de rutas de aprendizaje coexistentes y múltiples, y favorece el diseño de experiencias de aprendizaje ampliamente diversificadas, bajo la hipótesis de que la mejor forma de apropiarse de cualquier tipo de conocimiento es mediante la alineación entre la forma de aprender y la estrategia de enseñanza. Además, integra un conjunto de acciones orientadas a facilitar el éxito del aspirante a ingresar al nivel de licenciatura. El sistema está constituido en dos fases: **analítica**, con el objetivo de identificar perfiles (digital, académico, emocional y cognitivo) y del manejo de lenguajes simbólicos (español, algorítmico, matemático y otro idioma); y **estratégica**, enfocada en el desarrollo de habilidades cognitivas, académicas, y de autoorganización y autorregulación del aprendizaje, logradas mediante los diferentes módulos de aprendizaje del Programa de Apoyo al Ingreso (PAI)³:

3 <https://pai.cuaieed.unam.mx>. Visitado en abril 9, 2021.

- a. Cultura digital
- b. Autogestión del Aprendizaje
- c. Leo y Comprendo, Escribo y Aprendo
- d. Habilidades Argumentativas
- e. Pensamiento Lógico Analítico
- f. Aprendizaje entre Pares”

Figura 2. Fases del sistema PERSEO



Fuente: Peñaloza, Cervantes-Pérez y Herrera, 2021

Como ejemplo se presentan los resultados obtenidos por aspirantes de nuevo ingreso al Sistema Universidad Abierta y Educación a Distancia (SUAYED) de la UNAM en la Generación 2017. El proceso de ingreso al SUAYED establece que los aspirantes deben acreditar las Fases Analítica (PERSEO) y Estratégica (PAI), además del examen de selección (120 reactivos, donde deben resolver problemas en las diversas áreas de conocimiento). En la Fase Analítica se presentaron 4 995 aspirantes, que se agruparon en los perfiles descritos en la Tabla 1. Con base en los datos de la Fase Analítica, 53.4% (2 670 individuos) pasaron a la Fase Estratégica (PAI), de los cuales 2 579 (96.6%) la aprobaron, y 2 068 de estos últimos (80.2%) lograron su ingreso a licenciaturas del SUAYED.

Tabla 1. Resultados de la Fase Analítica de PERSEO, Generación 2017 de nuevo ingreso al SUAyED de la UNAM.

PERFIL COGNITIVO	PORCIENTO
Activo-reflexivo / sensorial-intuitivo / visual-verbal / secuencial-global / cortical izquierdo / límbico izquierdo / visual	11.8%
Activo-reflexivo / sensorial-intuitivo / visual / secuencial-global / cortical izquierdo / visual / kinestésico	11.8%
Activo-reflexivo / sensorial / visual / secuencial-global / cortical izquierdo / límbico izquierdo / visual / kinestésico	12.7%
Activo-reflexivo / sensorial-intuitivo / visual / secuencial-global / cortical izquierdo / límbico izquierdo / visual	13.7%
Activo-reflexivo / sensorial-intuitivo / visual / secuencial-global / cortical izquierdo / cortical derecho / visual	15.7%
Activo-reflexivo / sensorial-intuitivo / visual secuencial-global / cortical izquierdo / visual	16.7%
Activo-reflexivo / sensorial / visual / secuencial-global / cortical izquierdo / límbico izquierdo / visual	17.6%
TOTAL	100%

Es importante señalar que PERSEO y PAI permiten:

- Fortalecer una cultura digital que favorece la inserción positiva del aspirante en un ethos de aprendizaje caracterizado por la conectividad, el hipertexto, la interactividad y la colaboración.
- Establecer perfiles dirigidos a la autogestión del aprendizaje y emocional.
- Desarrollar lenguajes simbólicos.
- Apropiación de habilidades y conocimientos académicos.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EDUCACIÓN

El uso de la inteligencia artificial es un factor clave en la transformación digital de las IES y en la Ingeniería del aprendizaje, por el potencial adaptativo de sus algoritmos para avanzar hacia el aprendizaje personalizado. “*Chatbots*” e ITS son de las principales aplicaciones en esta etapa de la transformación.

Un “*chatbot*” o agente conversacional es un *software* que interactúa con usuarios simulando una conversación humana (Chaix et al., 2019). En el bachillerato a distancia de la UNAM (B@UNAM) se implementó un agente conversacional llamado “Hadita” (Bucio et al., 2019), cuyo desarrollo comenzó con la identificación de los aspectos de máxima dificultad para los estudiantes a partir de los mensajes dirigidos a sus asesores a través de la plataforma Moodle, orientándose en su mayoría hacia aspectos técnicos. Posteriormente las preguntas fueron organizadas de acuerdo con los cuatro roles que puede tomar el agente: acompañamiento psicopedagógico, compañero, logística o consejero.

Los ITS son agentes computacionales dinámicos y adaptativos que auxilian al docente humano en actividades académicas, asignando recursos personalizados con base en los perfiles y capacidades desarrolladas por el alumno en cada etapa de su vida. Este término se utiliza para designar sistemas basados en una arquitectura con cuatro bloques principales: *modelo del estudiante*, que almacena información detallada de los perfiles académico, emocional y cognitivo del estudiante; *modelo instruccional*, que indica las estrategias didácticas a utilizar, así como los objetivos de aprendizaje a alcanzar; *modelo de dominio*, que almacena la base de conocimientos a aprender; e *interfaz de usuario* (Wenger, 1986).

Peña et al.(2012) propusieron un *Modelo de Estudiante* (ME), en el que se utilizan las capacidades cognitivas del individuo, sus preferencias de aprendizaje y rasgos distintivos de personalidad para construir un mapa cognitivo que controla la forma en que se muestran los contenidos al estudiante para su aprendizaje. El control se realizó con inferencias basadas en reglas de lógica causal difusa y el contenido se creó desde diferentes puntos de

vista (teorías del aprendizaje, tipo de medio, nivel de complejidad, sentido sensorial estimulado y grado de interacción usuario-sistema). Se encontró que el aprendizaje promedio adquirido por un grupo experimental de voluntarios –estudiantes, profesores e investigadores– que usó este enfoque, fue un 17% más alto que el de un grupo de control equivalente.

Actualmente, nuestro grupo está trabajando en la integración del nivel metacognitivo de la taxonomía de Marzano (2006) en un ITS. Para ello se está actualizando un sistema denominado SAGE (Franzoni et al., 2019), construido para crear planes personalizados de aprendizaje con base en los primeros cuatro niveles de la taxonomía de Bloom (1956): conocimiento, comprensión, aplicación y análisis. Las tendencias actuales en ITS orientados a habilidades metacognitivas incluyen: agentes virtuales pedagógicos (Cerezo et al., 2020), agentes enseñables (Matsuda et al., 2020), y sistemas tutores robóticos (Ramachandran et al., 2019).

Para visualizar un futuro alentador para el uso de ITS en Latinoamérica todavía hay que vencer distintos obstáculos. Nye (2015) revisó las publicaciones sobre el tema realizadas en 61 países, entre los que se incluyeron ocho de América Latina. El estudio reveló un gran dominio por parte de EE. UU. con el 45,8% de los artículos, mientras que México tuvo el 2,8%, Brasil el 1,6%, Chile el 0,6%, Costa Rica, Colombia y Trinidad y Tobago el 0,2%, Jamaica y Guatemala el 0,1%, sumando un 6% entre los ocho países latinoamericanos. Estos datos mostraron que las barreras del idioma y la falta de contenido culturalmente apropiado son un obstáculo para el uso de ITS. Casas *et al.* (2015) estudiaron factores de orientación cultural que influyen negativamente en el uso de ITS en Chile, encontrando que los más importantes son: ausencia de interés en tecnologías innovadoras por parte de autoridades escolares, falta de conexión adecuada a Internet, falta de actitud positiva hacia el cambio por parte de autoridades y docentes, y recursos insuficientes para su implantación.

En América Latina y El Caribe, Gobierno, academia y sociedad civil deben crear políticas públicas e impulsar su cumplimiento para resolver los problemas que causan las desigualdades en el acceso a educación superior y la exclusión social de los grupos vulnerados.

Inteligencia artificial en educación

El uso de la inteligencia artificial es un factor clave en la transformación digital de las IES y en la ingeniería del aprendizaje, por el potencial adaptativo de sus algoritmos para avanzar hacia el aprendizaje personalizado, que llevará a un esquema de educación masivo que impulse la inclusión social. “Chatbots” e ITS son de las principales aplicaciones en esta etapa de la transformación.

En el UNAM se implantó un agente pedagógico conversacional (“Chatbot”, llamado “Hadita”) en el bachillerato a distancia, B@UNAM. “Hadita” fue creado para atender preguntas y sugerir a los alumnos recursos didácticos adicionales. Las preguntas frecuentes de los estudiantes, primero, se identificaron mediante una encuesta con profesores y analizando las preguntas que los estudiantes enviaban a sus tutores, y en su mayoría se referían a aspectos técnicos; y, segundo, se organizaron según los cuatro roles que puede tomar el agente: acompañamiento psicopedagógico, compañero, logística o consejero. El análisis de datos se realiza con Dialogflow, una plataforma de comprensión del lenguaje natural con un enfoque híbrido que integra la coincidencia gramatical mediante reglas generadas con algoritmos de aprendizaje automático (Google, 2020). Esta plataforma fue utilizada, principalmente, porque no existe limitación en el número de interacciones mensuales, y la administración del “Chatbot” se comparte con facilidad para su constante alimentación, y el uso de la interfaz es amigable (Terrazas, 2019).

El ITS es un agente computacional dinámico y adaptativo que auxilia al docente humano en actividades académicas adecuadas para ello, creando procesos de enseñanza-aprendizaje personalizados con base en los perfiles y capacidades desarrolladas por el alumno en cada etapa de su vida. Este término se utilizó para designar sistemas basados en una arquitectura con cuatro bloques principales: *Modelo del estudiante*, almacena información detallada de los perfiles académico, emocional y cognitivo del estudiante; *Modelo Instruccional*, indica las estrategias didácticas a utilizar, así como los objetivos de aprendizaje a alcanzar; *Modelo de dominio*, almacena la base de conocimientos a aprender; y *Usuario*, la interfaz (Wenger, 1986).

Peña *et al.* (2012) propusieron un *Modelo de Estudiante* (ME), donde se utilizan las capacidades cognitivas del individuo, sus preferencias de apren-

dizaje y rasgos distintivos de personalidad, para construir dinámicamente un mapa cognitivo que controla la forma en que se muestran los contenidos al estudiante para su aprendizaje. El control se realizó con inferencias basadas en reglas de lógica causal difusa; mientras que en la comunicación se usaron servicios web en Internet. El contenido se creó desde diferentes puntos de vista (teorías del aprendizaje, tipo de medio, nivel de complejidad, sentido sensorial estimulado y grado de interacción usuario-sistema). El propósito fue adaptar varias opciones educativas para aprender un concepto específico. Los fundamentos formales, conceptuales y teóricos del enfoque se probaron mediante una implantación informática del ME y un experimento. Como resultado de una prueba de campo, encontraron que el aprendizaje promedio adquirido por el grupo experimental de voluntarios –estudiantes, profesores e investigadores– que usó este enfoque fue un 17% más alto que el de un grupo de control equivalente.

Actualmente, siguiendo la recomendación de OCDE sobre la importancia de las habilidades metacognitivas y emocionales para la educación del 2030 (OCDE, 2018), nuestro grupo está trabajando en la integración de los niveles superiores de la taxonomía de Marzano (sistema metacognitivo y de autosistema de pensamiento) en un ITS, con el objetivo de modelar características metacognitivas y motivacionales del estudiante mediante una red de neuronas artificiales y un perfil de estudiante construido a partir de indicadores generados por PERSEO: autoeficacia académica y autorregulación para el aprendizaje académico (Puente, 2006), y actitud general hacia el estudio (Morales, 2006). Este ITS está siendo montado sobre un sistema anterior, denominado SAGE (Beutelspacher *et al.*, 1995), construido para crear planes personalizados de aprendizaje con base en conocimientos y capacidades desarrolladas por el estudiante, un mapa de contenido (con los temas organizados de lo general a lo particular), y los primeros cuatro niveles cognitivos de la taxonomía de Bloom (*Conocimiento*: el alumno repite la comunicación de la misma forma que le fue presentada; *Comprensión*: el estudiante debe interpretar el mensaje o identificar la misma información que se le presentó pero con sus propias palabras; *Aplicación*: implica tanto la posesión de conocimientos como la capacidad de ponerlos en práctica; y *Análisis*: consiste en fraccionar el conocimiento en sus elementos constitutivos para que la jerarquía relativa de ideas aparezca con claridad y la relación existente entre ellas se exprese explícitamente)(Bloom, 1956).

Los ITS aumentan la capacidad de las IES y sus docentes para atender, con calidad, más estudiantes con los mismos recursos. Para ver un futuro alentador en su uso, en Latinoamérica todavía hay que vencer diferentes obstáculos. Nye (2015) revisó las publicaciones sobre el tema realizadas en 61 países, entre los que se incluyeron ocho de América Latina. El estudio reveló un gran dominio por parte de EE. UU. con el 45,8% de los artículos, mientras que México tuvo el 2,8%, Brasil el 1,6%, Chile el 0,6%, Costa Rica, Colombia y Trinidad y Tobago el 0,2%, Jamaica y Guatemala el 0,1%, sumando un 6% entre los ocho países latinoamericanos. Estos datos mostraron que las barreras del idioma y la falta de contenido culturalmente apropiado son un obstáculo para el uso de ITS. Casas *et al.* (2015) estudiaron factores de orientación cultural que influyen negativamente en el uso de ITS en Chile, encontrando que los más importantes son: no interés en tecnologías innovadoras por parte de autoridades escolares, falta de conexión adecuada a Internet y de redes de área local, falta de actitud positiva hacia el cambio por parte de autoridades y docentes, y el discurso de los docentes sobre tener recursos insuficientes para su implantación.

En América Latina y El Caribe Gobierno, academia y sociedad civil deben crear políticas públicas, e impulsar su cumplimiento, para resolver los problemas que causan las desigualdades en el acceso a educación superior y la exclusión social de los grupos vulnerados.

REFLEXIÓN FINAL

Latinoamérica es una región muy desigual, hay diferencias muy marcadas entre los diferentes grupos sociales y entre los diferentes países. La educación superior sigue siendo insuficiente, pero cabe señalar que ha mejorado significativamente en este siglo:

- a. La cobertura ha crecido del 21% al 43% entre los años 2000 y 2013
- b. Actualmente, el sistema educativo incluye alrededor de 20 millones de alumnos, 10 000 instituciones y 60 000 programas (Ferreyra, Avitabile, Botero, Haimovich & Urzúa, 2017, p.2).

Para continuar mejorando, un factor vital es cerrar las brechas digitales; la Transformación Digital (TD) en educación superior es urgente si se quiere fomentar el desarrollo inclusivo y sostenible en la región. Aunado a esto, la ingeniería del aprendizaje juega un papel central en el desarrollo de sistemas y plataformas tecnológicas para crear ecosistemas educativos de aprendizaje que permitan ofrecer educación para todos y a lo largo de la vida. Además, para alcanzar la inclusión y justicia social que tanto hemos buscado para nuestra región, contamos con la educación en línea y los avances en neurociencias, psicología, pedagogía, inteligencia artificial, neurocomputación, *Big Data*, cómputo en la nube, realidad virtual y realidad aumentada, etc., Así, se podrán construir nuevos ambientes virtuales de aprendizaje para que cada alumno estudie donde quiera, cuando quiera, en el dispositivo que mejor le acomode y a su propio ritmo, con gran posibilidad de éxito en su formación profesional y social.

REFERENCIAS

- Accenture. (2020). *Higher education: Innovating the student experience, more than just an upgrade*. Obtenido de: <https://www.accenture.com/us-en/services/public-service/education>
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives. Vol. 1: Cognitive domain*. McKay.
- Bryan Alexander, Kevin Ashford-Rowe, Noreen Barajas-Murphy, Gregory Dobbin, Jessica Knott, Mark McCormack, Jeffery Pomerantz, Ryan Seilhamer, and Nicole Weber, EDUCAUSE Horizon Report: 2019 Higher Education Edition.
- Bucio, J., Terrazas, O., Vadillo, G., & Cervantes, F. (2019). Inteligencia artificial para mejorar el aprendizaje y la retención en B@UNAM: necesidades, preguntas y desafíos. En L. Brossi, T. Dodds, & E. Passeron (Eds.), *Inteligencia artificial y bienestar de las juventudes en América Latina* (pp. 137–147). LOM ediciones.
- Carnoy, M. (1977). “La educación como imperialismo cultural”, Editorial Siglo XXI. 5a edición, México. Págs. 352.

- Casas, I., Fernández, P., Barrera, M., & Ogan, A. (2015). *Culture-Oriented Factors in the Implementation of Intelligent Tutoring Systems in Chile*. 1, 10.
- Cerezo, R., Esteban, M., Vallejo, G., Sanchez-Santillan, M., & Carlos Nunez, J. (2020). Differential Efficacy of an Intelligent Tutoring System for University Students: A Case Study with Learning Disabilities. *Sustainability*, 12(21), 9184. <https://doi.org/10.3390/su12219184>
- Chaix, B., Bibault, J.-E., Pienkowski, A., Delamon, G., Guillemassé, A., Nectoux, P., & Brouard, B. (2019). When Chatbots Meet Patients: One-Year Prospective Study of Conversations Between Patients With Breast Cancer and a Chatbot. *JMIR Cancer*, 5(1), e12856. <https://doi.org/10.2196/12856>
- Dede, C., Richards, J., & Saxberg, B. (2019). *Learning Engineering for online education: Theoretical contexts and design-based examples*. New York, NY: Routledge.
- Franzoni, A. L., Navarro, J., & Cervantes, F. (2019). Development of an intelligent tutoring system of generalized support for differentiated learning. *EDULEARN19 Proceedings*, 11, 10145–10151.
- Halloran, L., & Friday, C. (2018). *Can the universities of today lead the learning of tomorrow: The University of the Future*. Sidney, Australia: Ernst & Young.
- Herrera, A. X., Díaz, J. M., Soto, J. L., Vázquez, F., & Cervantes, F. (2018). *Perfiles Educativos Recurrentes para Sistemas de Enseñanza Optimizada (PERSEO)*. Evaluación del Perfil Cognitivo del Estudiante Universitario. FES Zaragoza UNAM. <https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/publicaciones/libros/PerfilesEducativos.pdf>
- Kane, G., Palmer, D., Nguyen Phillips, A., Kiron, D., & Buckley, N. (2016). *Aligning the Organization for its Digital Future*. MIT Sloan Management Review, Summer.
- Marzano, R. J., & Kendall, J. S. (2006). *The new taxonomy of educational objectives*. Corwin Press.
- Matsuda, N., Weng, W., & Wall, N. (2020). The Effect of Metacognitive Scaffolding for Learning by Teaching a Teachable Agent. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 30(1).

<https://doi.org/10.1007/s40593-019-00190-2>

- Nye, B. (2015). Intelligent Tutoring Systems by and for the Developing World: A Review of Trends and Approaches for Educational Technology in a Global Context. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 25(2), 177–203. <https://doi.org/10.1007/s40593-014-0028-6>
- Peña, A., Sossa, H., & Cervantes, F. (2012). Predictive student model supported by fuzzy-causal knowledge and inference. *Expert Systems with Applications*, 39(5), 4690–4709.
- Ramachandran, A., Huang, C.-M., & Scassellati, B. (2019). Toward Effective Robot–Child Tutoring: Internal Motivation, Behavioral Intervention, and Learning Outcomes. *ACM Trans. Interact. Intell. Syst.*, 9(1).
- Rogers, D. (2016). *The Digital Transformation Playbook: Rethink your business for the digital age*. New York: Columbia Business School.
- Sledge, L., & Dovey Fishman, T. (2014). *Reimagining Higher Education: How colleges, universities, business and government can prepare for a new age of lifelong learning*. Deloitte University Press.
- Weill, P., & Woerner, S. (2018). *What is Your Digital Business Model?: Six Questions to Help you Build your Next Generation Enterprise*. Boston: Harvard Business Review Press.
- Wenger, E. (1986). *Artificial intelligence and tutoring systems: Computational approaches to the communication of knowledge*. Univ. of Cal., Irvine.
- World Economic Forum, (2015) *Deep Shift: Technology Tipping Points and Societal Impact*.
- World Economic Forum. (2020). *Strategic Intelligence: Education and Skills*.