

24

Cuadernos de Universidades

Disrupción digital Universidad 4.0 e inteligencia artificial

Claudio Rama



24

Cuadernos de
Universidades

Disrupción digital
Universidad 4.0 e inteligencia artificial
Claudio Rama



En Cuadernos de Universidades. – Núm. XXIV (2023).
Ciudad de México: Unión de Universidades de América
Latina y el Caribe, 2023.
ISBN de la colección: 978-607-8066-35-3
254pp.
Ficha catalográfica del título de la serie:
Cuadernos de Universidades
México: UDUALC, 2023

Primera edición: 2023
D.R. Unión de Universidades de América Latina y el Caribe, A.C.
Centro Cultural Tlatelolco
Ricardo Flores Magón núm. 1 - piso 9
Col. Nonoalco Tlatelolco
Alcaldía Cuauhtémoc
Ciudad de México

ISBN de la colección: 978-607-8066-35-3
ISBN: 978-607-8937-06-6

Coordinación editorial: Praxedis Razo
Corrección de estilo: Tania Ruiz
Diseño y diagramación: Selene Sánchez Bailón
y Carlos Sánchez Mendoza
Portada y contraportada: *Apartado* (fotografía, 2007),
de Iván Edeza. Arantxa Margarita Cruz Cruz, formadora.

Contenido

Presentación	11
Prólogo	15
Sobre el autor	21
Capítulo I	
La universidad en el tiempo	23
Las primeras universidades presenciales: las universidades 1.0	26
Después de la imprenta: la universidad 2.0	30
El nuevo mundo analógico: la universidad 3.0	37
La universidad digital 4.0	40
Capítulo II	
Las revoluciones tecnológicas y las transformaciones universitarias	49
El impulso de las revoluciones tecnológicas	49
Conocimiento y universidades en las disrupciones tecnológicas	53

La disrupción digital con la microelectrónica y la programación	60
Capítulo III	
La construcción de la sociedad en red	65
El nuevo ciclo tecnológico	66
La sociedad digital en red	71
La red de internet: consumo y comunicación global integrada	77
Los celulares: las nuevas computadoras de bolsillo conectadas	84
La conectividad como articulación de redes y equipamientos	88
La supercarretera digital bajo el agua	91
Capítulo IV	
Los derechos educativos digitales	95
Los ejes de los derechos humanos	95
El derecho a la elección educativa en el contexto digital	98
Los nuevos derechos digitales y la educación digital y virtual	102
La educación digital como derecho humano	105
La inteligencia artificial como derecho humano	108

Capítulo V	
Miradas de resistencia a la educación digital	113
Poder y derecho en el mundo digital	113
El rechazo al saber	117
La incertidumbre de una educación líquida	121
Capítulo VI	
La revolución digital en la educación	127
El desafío de la digitalización en la educación	127
Las tecnologías digitales y los modelos educativos digitales	131
Las tecnologías digitales de comunicación e información y su impacto en la educación	139
La mayor diferenciación de las sociedades y de la educación en el contexto digital	144
Capítulo VII	
El camino digital en la educación	149
Las primeras fases de la evolución digital en educación	149
El <i>streaming</i> como nueva educación virtual sincrónica	157
El nacimiento de la educación híbrida digital	164
La convergencia con un modelo flex-híbrido virtual y presencial	167
Del aula a los simuladores digitales	170

El metaverso como educación virtual y forma de enseñar en red	173
La nube como la nueva aula de enseñanza	176
Capítulo VIII	
La nueva fase educativa digital con la IA	181
De las innovaciones estructurales e incrementales de la primera fase a una nueva disrupción digital con la IA	181
El prerrequisito de la IA: comunicación inalámbrica	188
El prerrequisito de la IA: bases de datos	191
La nueva agenda de la IA en educación	196
La educación programada y la IA	201
Los docentes empoderados por la IA	206
La educación personalizada y la IA	209
Los chatbots como requisito para el aprendizaje	212
De las bibliotecas a los sistemas de IA	215
Educación global e IA	219
Epílogo	
La investigación y la IA como ejes del sector cuaternario de la economía	225
a) Las tecnologías de comunicación y la transformación de la educación	225

b) El método científico y las tecnologías de la información	227
c) La computación y el cálculo como rupturas en la investigación	229
d) La IA como máquina de investigar	231
e) ¿La IA como la fábrica de investigación?	233
f) La IA y los derechos de propiedad intelectual	236
g) La IA y la transición en el mundo del trabajo y la educación	239
h) La economía de la IA	241
Conclusiones: el nuevo sector económico cuaternario	244
Referencias	247

Presentación

La Unión de Universidades de América Latina y el Caribe, la UDUALC, siempre ha sido un espacio abierto a la discusión de todas las ideas, propuestas y abordajes a la educación superior en América Latina y el Caribe.

De hecho, ad portas de celebrar sus 75 años de fructífera existencia, la UDUALC ha sostenido una política de difusión plural y diversa de las investigaciones e informaciones de diferente tipo, relacionadas con la educación superior.

En ese sentido, tiene en su historial editorial un enorme repositorio de planteamientos y discusiones del qué y del cómo debemos hacer mejor educación superior. Siguiendo esa tradición, ya de larga data, hoy publicamos la nueva aportación que este irredento investigador de la educación hace al mundo universitario y más allá.

Claudio Rama en su libro *Disrupción digital Universidad 4.0 e inteligencia artificial* nos brinda hoy, la extraordinaria posibilidad de discutir in extenso e in profundis cuáles caminos ha transitado la educación superior y cuáles son los retos más actuales y de horizonte futuro. Él le apuesta, polémicamente, a la educación, en mucho, gobernada por la tecnología digital y particularmente por la inteligencia artificial.

Esta nueva entrega de Rama seguramente alentará, con fuego nuevo y de gran potencia intelectual, lo que la academia, los gobiernos, la sociedad están analizando y viviendo, porque el doctor tiene razón en intitular esta nueva investigación exponiendo que hay una disrupción digital que, con una mirada más cercana, involucra, inevitablemente, una disrupción epistemológica, pedagógica, de alcance y repercusiones meta universitarias de profundo calado.

Les corresponderá a sus lectores acordar o discrepar de sus propuestas. Estoy seguro habrá grandes divergencias y algunos acuerdos con él y sus ideas. Sin embargo, de eso se trata, de avanzar con ideas duras, en un marco de pluralidad y divergencia, como lo es el mundo universitario; alcanzar los consensos que sea posible acerca de lo que Claudio Rama propone.

En la UDULAC y su área editorial específica, nos complace poner a disposición de todos y todas, como un bien público, esta polémica propuesta. Rama está convencido no sólo que esta disrupción existe, con lo que probablemente muchos concordamos, sino también en que es el camino inevitable para avanzar en el conocimiento científico, variable fundamental para intentar niveles superiores de bienestar, inclusión y equidad. Y aquí está, a mi juicio, el espíritu de la propuesta de este libro

Le agradezco a él la oportunidad que, por medio del área editorial de nuestra Unión, se cultive el fuego de ideas que avive, con toda la intensidad posible, la discusión de si la disrupción digital y su potente acompañante actual –aunque no nuevo, la inteligencia artificial– sean el medio para llegar a nuevos estadios en la educación superior en los cuales, no sólo los universitarios estén de acuerdo,

sino principalmente que convenza a la sociedad que la educación superior aporta a la solución de sus ingentes problemas, actualmente tan agudos en América Latina y el Caribe.

Bienvenida esta nueva publicación, gracias a Claudio Rama por su generosidad y una invitación enfática a concordar o criticar la provocativa propuesta de este destacado investigador uruguayo.

Roberto Escalante Semerena,
secretario de la Unión de Universidades de América Latina y el Caribe

Prólogo

¿Quién si no el maestro Claudio Rama para presentarnos un riguroso, técnico, académico y detallado relato de cómo ha evolucionado la universidad y los modelos educativos que hoy, con soporte en la tecnología, acompañan y nos ayudan a entender el cambio social y su necesaria revolución? Su formación y productividad hablan por sí solas de su pasión por la educación superior, así como de su preocupación para que evolucione y responda a lo que la humanidad espera de ella.

Más allá de mi reconocimiento por el compromiso y dedicación intelectual de Claudio, a quien conozco hace ya muchos años, es para mí un honor redactar las primeras líneas de esta nueva obra, que se suma a su ya una muy extensa colección de escritos sobre cómo la universidad debe repensarse permanentemente y responder a la modernidad, escritos reconocidos por rectores, apasionados del desarrollo de la educación superior, voceros de asociaciones y representantes de decenas de instituciones de educación superior que han apostado por la educación a distancia, virtual, híbrida y flexible, y que disfrutamos de su mirada objetiva, crítica y analítica.

Los estudiosos sobre la génesis, evolución, tendencias y sistemas comparativos de educación superior en toda América Latina tienen una infinita gratitud con los aportes y dedicación de este brillante académico uruguayo.

La Universidad, en mayúscula, como institución social, requiere estudios minuciosos que le permitan desafiarse, superar sus propios paradigmas y no quedarse a la saga de dinámicas sociales cada vez

más rápidas e innovadoras. Si bien ya es común oír de la necesidad de articular la tecnología a la educación superior, del valor del internet, de la conectividad, del *streaming*, de los MOOCs, de las bases de datos, del blockchain, de los chatbots y los robots y, en general, de la inteligencia artificial, estos son hasta ahora primeros y transformadores desarrollos que cada día nos sorprenden más, y que obligan a quienes nos consideramos gestores universitarios a tener una mente abierta para canalizarlos positivamente en la educación superior.

Curiosamente, pese a que hoy en día casi todo parece girar en torno a la tecnología, es árida la literatura técnica existente. Precisamente Rama, en este texto nos hace dimensionar la evolución de la institución universitaria en estos temas, y en la óptima comprensión del porqué se requiere una disposición y cultura digital como oportunidad que la universidad debe acoger si no quiere desaparecer. El libro nos ayuda a elaborar una necesaria reflexión en torno al por qué tomar este camino para garantizar la responsabilidad académica, la sostenibilidad organizacional y la vigencia social de la universidad.

Por ello, los visionarios aportes de Claudio se constituyen en un vaso con agua en el desierto de una desafortunada competencia educativa, llena de instituciones y de directivos con miedos, marcados por prejuicios imbuidos por anacrónicos sistemas de interacción docente-estudiante, y la miope mirada de cientos de gestores de política pública en nuestra región. Bien nos recuerda el texto que el despliegue misional de la universidad debe ir más allá y atender a su responsabilidad histórica de ajustarse a los nuevos contextos y realidades.

Con una precisa descripción de acontecimientos e impactos, Claudio acertadamente describe la evolución de la universidad 1.0 (la netamente presencial), hasta la 4.0 (la digital, que estamos aprendiendo a identificar y adaptar), pasando por la 2.0 (la de los libros y las bibliotecas) y la 3.0 (la de la educación a distancia), y nos va

llevando a comprender cómo la universidad digital es mucho más que la respuesta de la educación superior a la tecnología, al internet y a la inteligencia artificial, y cómo en estos momentos del devenir histórico no es una alternativa, sino la “única opción” para seguir siendo universidad.

De hecho, la universidad es la principal gestora de la fuerza y la movilidad social. Es la conciencia vital de la sociedad misma, conciencia que es la de los estudiantes, la de los profesores, y de los administradores del más alto nivel, pero también que influye de manera transversal en los escenarios exógenos a ella, es decir, todos los sectores sociales y segmentos poblacionales. La universidad, mencionada y reiterada con maestría por el profesor Rama, es el espacio en el que se busca y construye la verdad.

Con perdón del autor y sin intención de anticipar algunas de sus espléndidas conclusiones, pero en virtud de mi plena identificación (como rector de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia de Colombia, UNAD, y presidente de la Asociación Iberoamericana de Educación Superior a Distancia, AIESAD, y de la Asociación Colombiana de Instituciones de Educación Superior con Programas a Distancia y Virtual, ACESAD) con su análisis sobre el protagónico rol de la educación digital, permítanme retomar una categórica, real e incómoda verdad de parte del autor sobre el sistema tradicional anacrónico de educación superior:

La educación presencial, no permite realizar el derecho a la educación, sino que lo limita y restringe. Tiene costos mayores directos e indirectos, y además constituye un servicio que se brinda con limitaciones en términos de los lugares y tiempos para su acceso, y que reproduce desigualdades según las características socioeconómicas de las personas por la movilidad física que se impone. La educación digital, al permitir el acceso de las personas sin limitaciones sociales o personales, permite

realizar plenamente el derecho a la educación... La tecnología es la que permite cumplir el derecho humano a la educación.

Gracias a Claudio el sistema de educación superior iberoamericano comienza no sólo a dimensionar los alcances y características de la digitalidad, de la flexibilidad y de la universidad híbrida (ya previamente descritas por éste en otros escritos). También nos brinda una mirada muy pertinente en momentos en que las políticas públicas debaten aspectos relacionados con acceso universal, gratuidad y calidad educativa, y tiene que ver con la necesidad social y jurídica de reconocer, como un derecho universal, el acceso a la conectividad y a la educación digital, como respuestas a una sociedad que también debe evolucionar en las formas de llevar educación de calidad a su población.

Disrupción digital, Universidad 4.0 e inteligencia artificial, del maestro Claudio Rama, constituye una invitación a reescribir la historia de la universidad para que ella deba ser pensada y gestionada dentro de la integralidad que demanda la sociedad digital. Su calidad e impacto serán más pertinentes para la educación superior de América Latina y el Caribe en la medida en que esté debidamente articulada con el devenir de las innovaciones pedagógicas, con las nuevas didácticas y con el uso intensivo de la conectividad y las nuevas herramientas informáticas, así como la pertinencia de las tecnologías disruptivas.

Invita el maestro Claudio Rama a tomar como ejemplo a aquellas universidades del continente que autónomamente han aceptado los desafíos propios de la sociedad digital en red, gestando innovaciones visibles en sus propias estructuras organizacionales, curriculares, pedagógicas, didácticas y tecnológicas para garantizar su sostenibilidad integral, generando impactos sociales reconocidos en contextos y comunidades propios de sus escenarios de influencia.

En este sentido Claudio centra su reflexión en un conveniente y convincente análisis que permite deducir la incoherencia demostrada para que en muchos países de este continente lastimosamente no se supiera reorientar el rumbo educativo basado en el impulso de las revoluciones y disrupciones especialmente tecnológicas.

Después de leer el libro, seguramente usted, lector, como yo, tendrá más clara la necesidad de actuar más propositivamente desde las universidades, en una larga carrera por la prosperidad y el bienestar social que genera la buena educación. Máxime cuando la gran mayoría de instituciones de educación superior de la región aún viven en los modelos de la universidad 2.0 y 3.0.

El conformismo es la daga de las instituciones. Lo que tenemos es una maravillosa oportunidad de transformación gracias a las pedagogías múltiples y a las tecnologías disruptivas. La educación superior en momentos críticos como los que hoy vive la humanidad se convierte en un catalizador que podría afianzar el bien común, y disminuir riesgos que puedan afectar la sustentabilidad y la sostenibilidad de nuestras sociedades.

Jaime Alberto Leal Afanador,
rector de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Sobre el autor

Investigador, consultor y profesor especializado en temas de educación superior. Economista, Especialista en Marketing; Especialista en Educación a Distancia; Master en Gerencia Educativa; Doctor en Educación; Doctor en Derecho y cuatro postdoctorados en educación (Filosofía, Política, Tecnología y Pedagogía). Actualmente es director Académico de la Universidad de la Empresa (UDE) en Uruguay, Canciller para América Latina de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) de Colombia y director del Observatorio de la Educación Virtual en América Latina y el Caribe de Virtual Educa. Fue director del Instituto Internacional UNESCO para la Educación Superior en América Latina y Caribe (IESALC), Rector del Instituto de Altos Estudios Nacionales (IAEN) (Ecuador) y Decano de la Facultad de Ciencias Empresariales (UDE), entre otros cargos. Publicó 28 libros propios, recibió en tres ocasiones el Premio Nacional de Literatura del Uruguay y fue distinguido con siete Doctorados Honoris Causa por diversas universidades de la región. Ha construido una de las colecciones más diversas de máscaras etnográficas de América Latina y el Caribe con más de 900 piezas. Es también artista plástico.

Capítulo I

La universidad en el tiempo

Las universidades constituyen organizaciones complejas fuertemente enraizadas en la historia, porque responden a las sociedades que les dieron origen, a las demandas de sus mercados de trabajo y a los conocimientos de sus tiempos. Y también, crecientemente, a las dinámicas creadas por las revoluciones tecnológicas y los ciclos económicos que ellas impulsan, en tanto ellos determinan los perfiles productivos dominantes, las características de las demandas de trabajo y las tecnologías de comunicación entre las personas.

Respecto a las estructuras de creación, preservación y transferencia de conocimientos, las universidades se han ido conformando como uno de los motores centrales de la historia de las sociedades. La historia de los países, su evolución, su desarrollo y su estructura productiva, está marcada por estas instituciones educativas y sus singularidades. Esta realidad del pasado, donde el centro de las sociedades no descansaba tan estrechamente en el conocimiento y las universidades, cambió radicalmente y el analizar a las universidades, y como ellas asumen los desafíos de transferir conocimientos y aprovechar las tecnologías de comunicación, se torna fundamental para su comprensión. Es *apertinencia* o su ausencia está en la compleja historia de las universidades, en su articulación con las sociedades y en cómo ellas se han ido modificando permanentemente en el correr de la historia para responder a los conocimientos, los

cambios de las tecnologías de comunicación y a los entornos sociales y laborales. Su transformación o *disrupción* permanente, para ajustarse a esos desafíos históricos de los entornos cambiantes, ha estado en el debate de las reformas y también en el diferenciado rol que las universidades tienen en sus sociedades.

La universidad ha nacido asociada a la escritura como una institución presencial de acceso limitado, con un perfil de élite, con reducida articulación a los procesos de producción y más centrada en los aspectos de gobernanza de las sociedades y la reproducción social de las elites. Ello les ha dado históricamente un rasgo caracterizado por bajas escalas, con una muy lenta incorporación de cambios en sus estructuras curriculares y organizacionales.

Aunque las sociedades han tendido a impulsar la articulación de las universidades a las demandas, tanto de los mercados de trabajo como de los mercados de ideas y de expectativas de las personas, desde la modernidad, asociada a la expansión de los conocimientos, se han observado dificultades permanentes en ese *aggiornamento* de las universidades de cara a que puedan responder eficazmente a los desafíos de su entorno social, económico y tecnológico. Las tradicionales limitaciones y resistencias, fundamentalmente las que vienen de las fuerzas del pasado (*path dependency*) por las improntas de sus tradiciones, han dilatado las reformas para dotarlas de funcionalidad en proporción a los cambios de entornos muy dinámicos. Estas limitaciones no son solo de las organizaciones educativas sino de todo el entramado social. Sin embargo, aún a pesar de ello, en los últimos siglos, las universidades han llevado adelante diversas transformaciones para responder y acompañar la evolución de sus sociedades.

De hecho, la actual situación de la universidad es una derivación del grado de cómo estas instituciones se han estructurado históricamente para ajustarse a sus contextos y realidades, de cómo han

ido variando las tecnologías de comunicación y de gestión en contextos de disrupciones sociales, económicas y tecnológicas, pero también de cómo algunas de ellas han sido resistentes a los cambios, lo cual ha derivado, en muchos casos, que hayan sido nuevas instituciones las que han irrumpido para poder responder mejor a los desafíos emergentes, especialmente de nuevas ofertas. Los rankings muestran incluso la presencia de nuevas universidades entre las mejores del mundo, mostrando cómo nuevas organizaciones —sin los lastres del pasado y más flexibles para organizarse en nuevas conformaciones y crear culturas de trabajo y de educación más pertinentes— pueden tener la capacidad de insertarse competitivamente en dinámicas de cambio ante la dificultad de las anteriores para realizar las transformaciones necesarias y seguir respondiendo a las demandas sociales reales.

Las fases y reformas universitarias están asociadas con las transformaciones en sus sociedades y en las revoluciones tecnológicas, innovaciones en la comunicación e información que se expandieron al calor de esas revoluciones. No siempre es fácil identificar sus modelos o estructuras curriculares, modelos de gestión o ajustes a las disrupciones de las revoluciones sociales y tecnológicas. El elevado riesgo de retraso de las universidades en advertir los cambios societales —tanto en curso como prospectivos—, la histórica mayor articulación de las universidades a los conocimientos —y más débilmente con los mercados de trabajo— o el carácter parsimonioso de los cambios sociales en el pasado por lógicas más consensuales y resistentes a los cambios, la ausencia de equipos humanos capacitados para gestionar el cambio o las resistencias de salir de un *status quo* particular, han limitado esas imprescindibles dinámicas en los ritmos necesarios. Hoy, la velocidad de los cambios y el mayor

instrumental analítico sobre la dinámica de articulaciones entre el conocimiento y las dinámicas sociales y económicas, pone el acento en esos rezagos frente a sus sociedades.

Las primeras universidades presenciales: las universidades 1.0

Las universidades están entre las instituciones más antiguas de la historia y se gestaron como resultado de los alfabetos. Aunque muchas veces se refiere que las primeras universidades se crearon en el siglo XI, las raíces del origen de estas instituciones de educación son mucho más antiguas y están fuera del continente europeo y su génesis es la escritura como mecanismo de transferencia de conocimientos. Entre las primeras que se ha considerado destaca la Escuela Superior Imperial de China durante el período Yu entre el 2257 y el 2208 a.C. Allí en China, incluso la actual Universidad de Nankín tiene su antecedente en la antigua Academia Imperial de Nanking fundada en el año 258. Fueron instituciones germinales que posteriormente se expandieron, asociadas a la preparación de los exámenes imperiales que se establecieron para acceder por méritos a formar parte de la burocracia de la corte en la Antigua China. Su función era como instrumento para el servicio a la gestión del Estado, a través de una burocracia meritocrática y una escritura muy elitista como los caracteres chinos que requieren muchos años de estudio.

A partir del siglo IV se fueron creando una serie de instituciones persas y árabes asociadas a la creación de conocimiento que alimentó la construcción del vasto imperio musulmán. Asociadas a las medersas y a los centros religiosos, estas instituciones fueron una de las bases de la expansión del mundo árabe y se fundamentaban en la

lectura del Corán. Más cercanamente, irrumpieron las escuelas monásticas, en la baja Edad Media, como las instituciones superiores más importantes de la cristiandad latina. Orientadas a la lectura de los textos religiosos y clásicos por parte de los monjes, eran escuelas catedralicias desarrolladas alrededor de las bibliotecas de los monasterios y catedrales europeas donde se buscaba preservar y transmitir el conocimiento de los clásicos griegos y romanos hacia el mundo contemporáneo de entonces y contribuir a la consolidación de la cristiandad. Eran refugios de protección y preservación con la finalidad de impulsar el *renacimiento* de aquel mundo clásico y ámbitos de valorización del pensamiento y la acción religiosa, que a través de las cruzadas confrontaba al mundo musulmán. Ellas fueron el apoyo de las luchas evangelizadoras.

En el siglo IX, el emperador cristiano Carlomagno, en la Europa del Norte, ordenó que junto a las catedrales católicas se construyeran escuelas de enseñanza y pensamiento de las que luego fueron surgiendo las primeras universidades. La expansión religiosa y la construcción de Estados —o de imperios— fue el eje de la articulación desde la génesis de la universidad europea. Adicionalmente a la impronta religiosa, ellas nacieron tanto como asociación de quienes dominaban el oficio del saber y por ende centradas en los conocimientos de los profesores o como asociación de estudiantes que pretendían adquirir esos conocimientos y alcanzar algún dominio. Entre estas instituciones iniciales destacan las primeras universidades de Europa tales como las universidades de Bolonia (1119), de Oxford (1167), de Cambridge (1209), de París (1212) o de Nápoles (1224), entre otras. En España, las primeras fueron la efímera Universidad de Palencia (1208) y la de Salamanca (1218) que aún ilumina al cumplir 800 años de existencia y que obtuvo el título de *universidad*, y por ende con validez universal de sus títulos,

durante el reinado de Alfonso X, el Sabio, y la bula papal de Alejandro IV en 1255. Su eje era la lectura de los textos que preservaban.

La enseñanza era presencial para grupos pequeños y elitistas que financiaban su enseñanza y muy cercanos a los centros de poder del mundo religioso y de los reyes. El currículo dominante era la formación en las artes cultas, heredado de la antigüedad, y que proclamaba una formación en las disciplinas académicas para los hombres libres en oposición a las artes serviles de quienes trabajaban con las manos. La consideración negativa del trabajo manual marcaba el perfil de una formación de elites, no orientada al trabajo y cuyo objetivo era acceder a las destrezas intelectuales especulativas y la formación general y universal clásica, antes que a destrezas prácticas y concretas de ocupaciones y trabajos especializados que eran de nivel inferior en su momento. El *trivium* fue su primer soporte curricular, orientado a la gramática, la dialéctica y la retórica, en tanto el *quadrivium* se constituyó en un complemento de nivel superior y que se orientaba a la aritmética, la geometría, la astronomía y la música. Los oficios estaban fuera de las aulas. Estas fueron las referencias por muchas décadas de todas las universidades coloniales creadas en el continente latinoamericano por la corona española o por las bulas papales.

En la América Latina hispana se crearon universidades desde una etapa muy temprana de la colonización y la evangelización española bajo la fiscalización y el control académico de la Universidad de Salamanca, que aprobaba y regenteaba las estructuras curriculares. Con el nombre de Santo Tomás de Aquino, la Universidad de Santo Domingo, establecida en 1538, se convirtió en el primero de estos centros de enseñanza en el Nuevo Mundo y en un importante foco de la evangelización cultural. Ella no contó en su inicio con el pase regio del rey Carlos I de España, es decir, la aprobación real, razón

por la cual se estima que, jurídicamente, no tuvo efecto, por lo que existe la controversia con la Universidad Nacional Mayor de San Marcos de Perú que al tener tanto dispensa papal como designación real, ha sido reconocida como la universidad más antigua de América (1551). Eran, sin embargo, ambas universidades de los poderes públicos reales y religiosos, apoyadas en las concepciones curriculares de la universidad medieval y donde su rol fue contribuir a apoyar la evangelización y la colonización de las elites sociales en la región.

También en Estados Unidos, las universidades nacieron muy temprano, Harvard, fundada en 1656 por los colonos ingleses en la región de Nueva Inglaterra, constituye la universidad más antigua de los Estados Unidos, pero su carácter independiente y su rol diferenciado apoyando a las comunidades locales en sus actividades socioeconómicas, desde los inicios, contribuyó a un perfil curricular orientado a crear capacidades de trabajo, más integradas a la vida comunitaria y a la vida social que a una formación en las artes cultas de entonces.

Ellas fueron universidades de tipo 1.0, en el cual el conocimiento era de elites transmitidas por las personas, una era de tipo más especulativa y catedrática, la otra más práctica y con niveles de autonomía diferenciados y fue la expresión de la escritura, la primera forma de comunicación separada del cuerpo humano que permitió ordenar, sistematizar y comunicar más coherentemente el conocimiento, ambas fueron evolucionando diferenciadamente en la historia y construyendo sus propias estructuras organizativas y curriculares, unas más teóricas en la constitución de conocimiento, en tanto que las otras más integradas a un pensamiento práctico y a la resolución de problemas. Las universidades norteamericanas fueron predominantemente privadas y tenían real autonomía al depender de los aportes económicos de sus comunidades y estudiantes, por

otra parte, las de América Latina dependían de la corona o de bulas papales y estaban sujetas académica, política y financieramente a dichas orientaciones externas, su función en muchos casos se asociaba más a la formación intelectual y a los intereses de la evangelización y el poder colonial que a las demandas de recursos humanos para el trabajo local o la propia gestión independiente del imperio colonial. Era una educación que llamamos de tipo 1.0, en tanto la tecnología de enseñanza se reducía al cuerpo humano y al alfabeto como mecanismo de transmisión, de almacenamiento y de procesamiento de la información y cuyos entornos eran aulas cerradas.

Asimismo, el trabajo docente era una articulación entre el cuerpo humano y el alfabeto como mediación entre los actores. El alfabeto se constituye en el sistema de signos gráficos que permite una correspondencia con los fonemas y las palabras. Es una representación simbólica de la comunicación de los sonidos o palabras enunciadas. Ello fue la base para estructurar las aulas, la dinámica de la lengua, la estructura de comunicación educativa y base de las formas de guardar las escrituras que comenzaron a cambiar la forma de transferir contenidos más allá del tiempo y del lugar entre docente y aprendiz.

Después de la imprenta: la universidad 2.0

Con la invención de la imprenta de tipos móviles de Gutenberg en 1452 se produce el primer gran cambio de la educación, gracias al inicio de la impresión de libros en mayor escala que los escritos manuales sobre papel o pergaminos. Es una derivación del aumento del desarrollo de la escritura. La impresión de Gutenberg es un sistema por el cual fundió en metal cada una de las letras del alfabeto por separado y creó un mecanismo para ponerlas juntas a efectos de su impresión.

Anteriormente, los pocos libros existentes se producían haciendo copias manuscritas, siendo un trabajo arduo y lento a cargo, en general, de monjes religiosos en centros educativos, cuya función era de copia y protección del conocimiento pasado. Aunque también se utilizaba la xilografía, mediante el grabado de las palabras en una tabla de madera, era limitado y costoso. Con la irrupción y especialmente la generalización de la tecnología de la impresión del libro, se impulsa la aparición de la universidad 2.0, en la cual se estructura un apoyo con este recurso para contribuir al aprendizaje y con ello el pensamiento escrito se desarrolla como ámbito de conocimiento superior y se expanden las bibliotecas como complemento de la vida académica.

El cambio tecnológico de la producción de libros permitió apoyar la transmisión de conocimientos sin la necesidad de la presencia física del autor con su propia interpretación, contribuyendo así a la expansión de los conocimientos. Con el libro comenzó a hablarse del conocimiento científico, fue el primer paso y la génesis de la educación no sincrónica al habilitar el camino del autoaprendizaje. Contribuyó a una formación más rigurosa y menos especulativa. Más allá de su rol en la reforma protestante sustentada en la impresión de la Biblia, los libros significaron un cambio también radical en la educación con un nuevo mecanismo para acceder al conocimiento, reforzando la literatura escrita frente a la literatura oral y la clase apoyada en un recurso de aprendizaje frente al monopolio de la clase catedrática o meramente discursiva. Implicó un cambio hasta en los espacios físicos de las instituciones escolásticas al ampliarse las bibliotecas. En la educación presencial tradicional no había posibilidad de acceder al conocimiento sin la presencia del maestro.

Como resultado, marcó la educación 2.0, en la cual los medios de comunicación en tanto recursos de aprendizajes promovidos por las revoluciones tecnológicas industriales, permitieron conformar

nuevas dinámicas educativas. Con la universidad 2.0, la biblioteca se constituye en el centro de las instituciones educativas, que crearon además editoriales universitarias y que apoyaron las tareas docentes en lecturas específicas de preparación, pero especialmente de profundización luego de las clases magistrales. La producción del libro permitió la mayor segmentación de los campos disciplinarios y temas cada vez más diferenciados y específicos, y al tiempo su lenta transformación en libros de texto, que los fue transformando en recursos de aprendizaje cada vez más autónomos de la enseñanza y más útiles para el aprendizaje.

Esta herramienta de envase de contenidos, sin embargo, carece de la interacción necesaria para el aprendizaje y por ende se volvió complementaria al trabajo docente. El libro, e incluso el libro de texto, posterior a agregar contenidos de síntesis, ejercicios, preguntas, respuestas, esquemas descriptivos, glosarios, mapas conceptuales, etc., aunque buscan facilitar la interacción del recurso con el estudiante y suplantarlo algunos de los roles docentes tradicionales, tienen limitaciones. El carácter direccional de estos recursos didácticos no permiten suplantarlo sino complementar el trabajo docente. El libro ayudó en la construcción de un currículo seriado y casi industrializado que caracterizó a la educación 2.0, cada unidad con su libro y su docente como una parte del currículo o programa, en su propia aula de enseñanza, con sus horarios de clase y sus específicos estudiantes inscritos al interior de una carrera y una institución educativa.

Lo anterior, conformó la llamada *fábrica educativa* como una enseñanza estandarizada y seriada de *uno a muchos*, que se apoyó en recursos de aprendizaje también específicos. Fue la característica de la enseñanza 2.0 y de la universidad 2.0 dada por estructuras y clases fragmentadas con profesores especializados y apoyo en libros y bibliotecas universitarias. El *seminario* y las bibliotecas fueron

los componentes pedagógicos más innovadores generados por el libro. El Seminario de Humboldt, que se impulsó en la Universidad de Berlín, se conformó como un modelo educativo donde los estudiantes no solo discutían y reflexionaban sobre las clases magistrales apoyándose en la lectura de los apuntes, sino directamente sobre los conceptos escritos, más serenos y profundamente formulados de los libros.

A principios siglo del XIX, luego de un largo interregno universitario y de transición, en el cual se fue conformando la universidad 2.0, se produjo la irrupción de este nuevo modelo de universidades, con el cual se abandonan definitivamente los basamentos de las viejas universidades medievales y se transitó a una nueva dinámica de organización, en la cual las bibliotecas y los libros pasaron a tener un papel central en la enseñanza y el aprendizaje junto con los docentes. Nació el *seminario*, institución clave tanto de la organización educativa como de un nuevo modelo de universidad, basado en la discusión y reflexión sobre los textos escritos, donde los profesores, más allá de su rol catedrático, comenzaban a asumir otro rol, en tanto la lectura y la reflexión colectiva de los textos se constituían como la base del aprendizaje y la enseñanza.

Sin embargo, algunos de estos cambios se expresaron en las reformas universitarias a inicios del siglo XIX y que han perseverado durante muchas décadas. Además, se comenzaron a requerir cambios en los modelos de gestión y de organización universitaria, dada la creciente diversidad en los campos del conocimiento que facilitaron las imprentas y en los ámbitos del ejercicio profesional. La expansión de los conocimientos se constituye en el soporte de la diferenciación de las unidades académicas (escuelas, facultades o centros de investigación) al interior de las universidades. En ese contexto irrumpieron nuevos paradigmas de la gobernanza universitaria,

como articulación entre las formas de gobiernos y las estructuras organizativas internas de las instituciones de educación superior. Por un lado, irrumpió, desde el Imperio Napoleónico, el modelo francés, en el cual las universidades se adscriben a los gobiernos centrales y se organizaron por facultades, siguiendo las estructuras de las profesiones con sus bibliografías respectivas específicas por asignaturas. Quedan bajo administración del Estado y son concebidas para formar a los profesionales requeridos por el mismo Estado. En ellas se colocó el énfasis en la docencia y en las profesiones. También irrumpe, por otro lado, el modelo alemán, enmarcado con la derrota de Prusia ante Napoleón, que llevó a reconocer la necesidad de incentivar la ciencia que estaba en el centro de la Primera Revolución Industrial y de cuyos impulsos iniciales Alemania estuvo al margen. Allí el libro fue el eje de la investigación.

La reforma humboldtiana en Alemania se centró en un modelo más regionalizado y descentralizado, en el cual se impulsó que las universidades se organizaran en departamentos por campo de conocimiento y donde la investigación se constituyó en el objetivo institucional más que en la formación de profesionales para el Estado. Allí, los profesionales requeridos por la sociedad y el mercado laboral eran asumidos por escuelas e institutos técnicos, ya que el énfasis de la universidad se colocaba en la investigación y creación de conocimientos. La expansión de las universidades regionales promovió posteriormente, con Otto Edward Leopold von Bismarck-Schönhausen, el modelo de educación dual articulado a las empresas y el mundo del trabajo práctico. La gestión por su parte se buscó descentralizar dándole más autonomía a las instituciones, las que se adscribieron a poderes regionales descentralizados, con lo cual adquirieron una mayor pertinencia por la articulación a las reales necesidades de la sociedad. Con esta reforma, Alemania tuvo mayor capacidad de tener un rol cada vez más protagónico y sentó las

bases de un desarrollo universitario más tecnológico, tal como se verificó en la siguiente revolución industrial donde el país pasó a constituirse en uno de sus centros.

Estos modelos de universidad 2.0 fijaron el perfil de las diversas universidades del mundo, por estar localizadas en los países que impulsaron las revoluciones tecnológicas en el siglo XIX. Al sur de Europa, el modelo francés se generalizó gracias a las invasiones de Napoleón y el concepto del predominio del Estado en la construcción de la sociedad. Al norte, el modelo centrado en la investigación y en la autonomía de las universidades, se generalizó y facilitó la posterior revolución tecnológica industrial. Inglaterra incorporó componentes del modelo alemán, dándole sus propios particularismos que facilitó su expansión colonial, con un modelo universitario descentralizado altamente comunitario de gestación social como en los Estados Unidos. A diferencia, en América Latina se desarrollaron modelos estatales, asociados a la evangelización colonial, que no contribuyeron a una inserción activa en las revoluciones industriales sino a una colonización más eficiente y posteriormente facilitaron la función de proveedor de materias primas para la industrialización en los países centrales.

Todos estos modelos estructurarán así caminos propios y diferenciados de instituciones, también de relaciones entre la universidad, el Estado y la sociedad con diferentes resultados. Incluso una diferenciación entre una formación centrada en las profesiones o en el conocimiento y que perduran hasta los tiempos actuales. La mayor atención a la investigación o a la docencia también marcó diferencias con relación a la especial interés en la propiedad intelectual y en los mecanismos específicos de financiamiento de las instituciones universitarias, que también han tendido a ser diferenciados hasta el presente, unos más dependientes del Estado y otros más articulados

al mercado, unas más articuladas al libro y los recursos, otras más a la palabra y la interpretación.

Esas configuraciones organizacionales y políticas universitarias no han sido hechos aislados de las características de las revoluciones tecnológicas que el mundo ha experimentado desde la Primera Revolución Industrial, sino que han sido configuraciones que han facilitado o limitado la articulación con sus respectivas sociedades y a los nuevos ciclos tecnológicos y socioeconómicos que allí se han conformado. Son, finalmente, las características que asumen estos modelos universitarios las que determinarán la capacidad de insertar e impulsar las disrupciones tecnológicas en curso y de permitir a las sociedades aprovecharse de las oportunidades que se abren con la disrupción tecnológica.

Así, algunas instituciones incentivadas por las demandas sociales, las exigencias políticas gubernamentales o de las sociedades, se han ido transformando de cara a responder a las disrupciones en los conocimientos, en los modelos de negocios, en los mercados de trabajos y en los propios trabajos que se han expandido gracias a las sucesivas revoluciones tecnológicas. Han sido ajustes que se han introducido, con mayor o menor conciencia e intensidad, en las dinámicas las oportunidades tecnológicas y de responder a las demandas sociales y económicas que ellas promueven. Las innovaciones tecnológicas siempre han abierto nuevas oportunidades a los negocios y también a nuevos modelos académicos y de gestión educativos.

La universidad moderna, en su versión napoleónica o en su versión alemana como grandes reformas universitarias, fueron la expresión de los influjos de las revoluciones tecnológicas de aquellos tiempos. La universidad estuvo rezagada en sus inicios y los impulsos de la Revolución Industrial se originaron en las academias de ciencia y en los emprendedores independientes. Posteriormente,

las transformaciones universitarias gestadas desde los gobiernos buscaron actualizar a las universidades a las realidades que se estaban creando en la economía y la sociedad. Ese fue el rol de la reforma napoleónica de la universidad francesa que impulsó la elite burocrática del Estado. La reforma del ministro de educación Wilhelm von Humboldt, a principios del siglo XIX en Alemania, favoreció el impulso a la investigación autónoma y local, y permitió al país impulsar la nueva revolución industrial que se produjo años más tarde, con la irrupción de la era del acero y la electricidad y que incitó la formación dual, la educación para el trabajo y la articulación universidad-empresa. En tal contexto de disrupción se expandieron, incluso en Estados Unidos y en Europa, universidades tecnológicas como el MIT que favorecieron la articulación a los nuevos desarrollos industriales que motorizaron dicha segunda revolución tecnológica industrial.

El siglo XIX fue un siglo de grandes transformaciones en las universidades, aunque se mantenían como instituciones principalmente de elites, dada su escasa cobertura y orientadas a una formación de las capas superiores de la sociedad. Fue recién en los Estados Unidos, con su revolución tecnológica en la primera década del siglo XX, que se inició la democratización del acceso con la creación de grandes campus y colegios universitarios y una dinámica más diferenciada institucionalmente y con ello más cercana a las diversas demandas socioeconómicas.

El nuevo mundo analógico: la universidad 3.0

La revolución industrial impulsada por Ford y Edison, gracias a la innovación de la cadena de montaje y la electricidad, favoreció la producción en serie de los automóviles y los bienes

de consumo electrodomésticos durables, así como de los libros, se correlacionó con transformaciones de la educación superior americana. Rápidamente, nuevas universidades se reestructuraron para centrarse en el desarrollo de la ciencia y la tecnología, asociadas al complejo militar en el siglo XX, en tanto, los colegios universitarios se orientaron a la formación de los técnicos y profesionales que necesitaba la creciente sociedad de producción y consumo de masas. Las grandes empresas con impulsos en desgravaciones impositivas y fuertes sistemas de apoyos públicos, incluyendo una política amplia de otorgamiento de tierras a las instituciones universitarias para favorecer su regionalización, contribuyeron a generalizar la formación universitaria en toda la nación, sobre la base de una pirámide jerarquizada con la universidad de investigación selectiva en la cima dominando los sistemas de educación superior con apoyo en fuertes organizaciones filantrópicas de las empresas, apoyando la investigación y a la par exigiendo mayor pertinencia de las instituciones a las demandas concretas de las empresas. El pragmatismo en filosofía fue el basamento conceptual de estas fábricas tayloristas educativas, soportadas en libros y bibliotecas.

Los distintos tipos de instituciones educativas, como las de investigación, las tecnológicas y las de formación profesional, acompañaron la revolución tecnológica industrial que trajo la producción en masa y la cadena de montaje con amplios equipos de profesionales de la ingeniería, así como una amplia formación de especialistas en gestión y administración centrados en la distribución de los productos, la logística, el marketing y la comercialización en una creciente sociedad basada en el consumo de masas. La base de ese proceso fue la calidad a través del establecimiento de sistemas de evaluación y acreditación que acompañaron el propio desarrollo de modelos tayloristas de control de la calidad de la producción en serie.

Por su parte, la aparición de la radio y la televisión, sumada a la masificación de la edición de libros con la imprenta y la electricidad, abrieron la puerta a una diferenciación institucional y a la aparición de las universidades 3.0, centradas además en educación a distancia, con uso intensivo de la radio, la televisión u otros elementos tecnológicos como los casetes o los videos, para impulsar la formación profesional. Fue una expansión marginal que incluso no coincidió con la aparición de las ondas hertzianas, sino que se dio posteriormente cuando las demandas de acceso impactaron en el tradicional modelo de elites presenciales y, a efectos de mantener esos modelos, crearon complementariamente dentro del sistema la modalidad a distancia, que luego conformaron megauniversidades.

Fueron modelos de educación a distancia, fundamentalmente públicos y estatales, para absorber las demandas de acceso a niveles superiores, que comenzaron a hacer un recorrido tecnológico que incluso derivó en desarrollos más complejos, utilizando sistemas de emisión satelital como en Brasil y México, con proyectos de cobertura a escala regional o formatos nacionales más modestos basados en cintas y videos. No se limitaron incluso a la educación superior, sino que hubo importantes experiencias de oferta en educación media.

La educación a distancia, en sus diversas manifestaciones, expresaron un nuevo tipo de universidad con estructuras y formas de gestión diferenciadas, focalizadas en otro tipo de estudiantes, dinámicas educativas, infraestructuras, docentes y calidad. Ellas significaron estructuras de costos menores y funciones centradas en la docencia con un mayor protagonismo de los espacios regionales. Fueron el acceso a la democratización y regionalización de la educación superior, al habilitar nuevos sectores estudiantiles, nuevas formas de articulación entre el trabajo docente y los recursos

instruccionales y físicos. A su vez, abrieron la puerta de las reingenierías educativas que posteriormente desplegaron la transformación de la educación semipresencial a modelos virtuales.

En este sentido, la región de América Latina y el Caribe estuvo marginada de esos procesos tanto industriales como universitarios. A diferencia de Estados Unidos y Europa, los intentos de crear nuevas universidades orientadas a la industria fracasaron o fueron poco significativos, así como también los intentos de repositionar las tradicionales universidades de los *doctores*, ni incluso en el apoyo en la radio o la televisión. Primaron las universidades tradicionales de enfoque francés centradas y asociadas a la gestión de los Estados. El cambio más notorio fue la irrupción de universidades regionales, tanto públicas como incluso privadas en varios países de la región, asociadas a la búsqueda de reconocimiento de los nuevos poderes regionales, en el marco del inicio de la expansión de exportaciones primarias de origen agropecuario y de la búsqueda de reforzar esos sectores sociales, ante el creciente poder de los gobiernos de los países periféricos en la inserción en los circuitos económicos globales. Estas instituciones fueron una expresión indirecta en la región de los impulsos de la demanda global de la Segunda Revolución Industrial en los países centrales y de la creciente especialización primaria exportadora de la región.

La universidad digital 4.0

En las últimas décadas, con la disrupción digital y las redes —y asociado a la expansión del conocimiento y la transformación de los mercados de trabajo—, irrumpe una universidad 4.0. Es una nueva dinámica institucional más diversa y diferenciada, más focalizada

en el posgrado, lo digital en la gestión, lo académico y la enseñanza, más centrada en los sistemas de aseguramiento de la calidad, la investigación y la pertinencia a través de la práctica y la profundización en la disrupción digital, que incluye ahora lentamente la IA. Esta universidad con diversidad de modalidades, currículos y pedagogías también comienza a recorrer un camino de la internacionalización de sus estudiantes, docentes, estándares y pertinencias.

Actualmente, la expansión del conocimiento, las transformaciones tecnológicas, y entre ellas las referidas a los campos de energía, el transporte y la comunicación, así como los cambios derivados en los mercados de trabajo, especialmente al nuevo rol de la innovación y las tecnologías digitales, son los ejes que están impulsando las transformaciones en las instituciones universitarias, en particular con nuevos modelos de gestión académica o de emprendedurismo.

La digitalización es la base de la actual revolución educativa apalancada en la informatización de los procesos de gestión, la educación en red, la individualización de los aprendizajes y la internacionalización de la educación. Ello implica la aparición de pedagogías informáticas de enseñanza, simulación o evaluación, que facilitan el cambio del trabajo vivo docente presencial tradicional, a uno nuevo de mentoría y tutoría más asociada al uso de recursos de aprendizaje en la enseñanza. También el avance hacia sistemas de apoyo en la IA incluyendo el *machine learning*. El telón de fondo de la universidad 4.0 es lo digital, la convergencia entre las tecnologías de comunicación, el carácter híbrido o virtual de los procesos educativos y el apoyo en la pedagogía informática, acorde al modelo de la revolución digital centrado en la microelectrónica y la programación informática.

En la nueva realidad, los factores tecnológicos asociados a la comunicación y la información son el factor más dinámico de la educación y conforman un nuevo paradigma educativo. Hay una larga

discusión sobre los enfoques deterministas de la tecnología con distintas visiones sobre su grado de incidencia en los procesos educativos, pero la investigación empírica verifica la correlación estrecha entre las TIC y los resultados de los aprendizajes, entre las TIC y las configuraciones organizacionales más eficientes, así como entre las TIC y acceso, o entre las TIC y empleabilidad. Con ello, la educación se diferencia y entrelaza a través de formas presenciales y virtuales, entre formas sincrónicas y asincrónicas, entre formas puras e híbridas, entre actividades manuales y programadas, como parte de la era del acceso digital que marca nuevas formas de conectarse con estudiantes, docentes, instituciones, investigadores, egresados, mercados o proveedores de contenidos. Superando o acompañando a la modalidad presencial, irrumpen nuevas modalidades virtuales como las plataformas virtuales asincrónicas (tipo Moodle o MOOCs), la educación híbrida (hyflex, sincrónica o de holograma) o la educación automatizada de *machine learning* apoyada en algoritmos de inteligencia artificial. En esta era de acceso en red, también lo flexible impone una localización nacional e internacional, presencial y en red, con fronteras difusas entre lo presencial y lo virtual en todo el proceso de gestión, enseñanza y aprendizaje.

La universidad 4.0 se apoya en cambios en las formas de gestión con modelos más descentralizados y en red, y más especializados y segmentados. La gestión no sólo se tiende a automatizar e insertar en redes, sino que asume formas de tercerización y subcontratación tanto en lo institucional, administrativo y académico. La tercerización de los contenidos, de los equipamientos y redes, de la gestión informática, del trabajo tutorial, la evaluación académica o la propia formulación o evaluación y acreditación de los programas son apenas algunos ejemplos de estas dinámicas. Incluso en lo administrativo la tercerización a través de complejos contratos llega incluso al *core* tradicional de los servicios y sedes, plataformas, auditoría, contabilidad

o gestión docente. Son acuerdos continuos, que incluso conviven más allá de formas de franquicias o de prestación de servicios a resultados. Toda la enseñanza virtual, sincrónica y asincrónica es incluso resultado de la subcontratación y de los apoyos de las redes y *software*. También, la gobernanza institucional se transforma hacia lógicas en red más horizontales y menos jerárquicas.

Igualmente, la universidad 4.0 no nace en el vacío, sino que es la expresión institucional de nuevos perfiles de las organizaciones y del trabajo en red. Ella va abandonando las formas exclusivamente presenciales hacia formatos virtuales o híbridos y se apoya en la nube, en redes de fibra óptica y bancos de datos alrededor del mundo. Por ello, irrumpen demandas de democratización de la conectividad, de acceso al 4G y 5G, a las tecnologías de *streaming* y a la inteligencia artificial, como parte de nuevos derechos digitales o de quinta generación. En tal sentido, la universidad 4.0 no es sólo expresión de cambios tecnológicos y actualización de las instituciones a las nuevas demandas, sino también la expresión institucional de un nuevo derecho de las personas para aprender, elegir y enseñar en la actual dinámica digital y que impulsa nuevas configuraciones institucionales y organizativas. La universidad 4.0 se apoya en un nuevo rol de conocimiento y en la creación de sociedades de aprendizaje.

En este enfoque, Stiglitz introdujo un aporte fundamental a la teoría económica clásica, al incorporar la variable de la información asimétrica en el funcionamiento de los mercados, develando sus fallas y desequilibrios asociados a la inversión en información en contextos de incertidumbre. Con ello, reafirmó un camino que otorga a la información y el conocimiento el eje en el desarrollo económico y en la eficiencia de los mercados. Stiglitz dio un cambio a la economía clásica que presupuso siempre el libre acceso a la información y el funcionamiento perfecto de los mercados, al otorgar a la

información el carácter de ser una mercancía sujeta a reglas de oferta y demanda con sus costos asociados, en consecuencia, determinando un funcionamiento imperfecto de todos los mercados en función del acceso a la información y de su calidad.

También, este enfoque micro y macro económico de la imperfección de los mercados, sentó las bases para una mayor intervención por parte de los Estados en las economías, pero sobre todo impulsó un rol central público en la creación de condiciones para la libre oferta de información, una mejor competencia en el campo del conocimiento y el aprendizaje, un mayor rol del Estado y de las empresas en la creación de sistemas de información para la toma de decisiones por parte de las personas y el establecimiento de criterios selección, procesamiento y evaluación sobre la calidad de la información y la educación. Tal cambio en el papel del Estado hacia la producción de información y conocimiento, en un contexto de la información como una mercancía, introdujo nuevas miradas a los derechos de propiedad intelectual y de la creación de mecanismos de manejo de la información y en el rol de los sistemas de educación superior. En este camino, Stiglitz y Greenwald (2014) plantearon la necesidad de conformar un nuevo paradigma para el desarrollo de las sociedades en el marco actual dinámico de la información. El tema central de su enfoque es que el aprendizaje requiere que los individuos y las organizaciones tengan capacidades de aprendizaje, pero ambos deben ser *incitados a aprender*, poniendo el acento en los incentivos y mecanismos existentes, tanto desde el Estado como de la sociedad, para que los ciudadanos y las organizaciones se orienten hacia dinámicas de aprendizajes. El centro es incentivar la disposición de las personas hacia la elección de su tiempo *extra* con fines de aprendizaje.

Desde que Solow mostrara que el gasto de tiempo y recursos en educación e información se conforma como el determinante futuro

del aumento de los niveles de vida de las personas y de las sociedades, el enfoque sobre la educación y la información en las sociedades pasó de ser conceptualizado como un consumo y un gasto, a ser una inversión y por ende con retornos futuros medibles. La existencia de sistemas distorsionados de incentivos en las sociedades hacia otras áreas con menos externalidades o antagónicas en la asignación de recursos, deteriora la conformación de sociedades de aprendizaje y la capacidad de desarrollo de las personas, y de las naciones frente a las externalidades de los aprendizajes de las personas y las organizaciones. La búsqueda del óptimo de eficiencia, se focalizó entonces en la eficiencia de los sistemas de educación superior y de enseñanza, en los mecanismos de manejo y utilización de la información, y en las distorsiones. Ello llevó a concebir claramente que el éxito de las economías modernas se centra en la eficiencia de las estructuras de acceso a la información y de enseñanza-aprendizaje, ya que el desarrollo conlleva *aprender a aprender* en forma eficiente con la mejor información.

Estos desarrollos llevaron a analizar la economía de los procesos del aprendizaje, viendo los factores que promueven o retardan el aprendizaje de las personas y las organizaciones. La problemática se colocó en las distorsiones o desequilibrios de mercados que limitan el aprendizaje y el uso de las herramientas más eficientes, de la mayor movilidad de la información y de las personas, y de mejores procesos de selección de la información y ofertas de aprendizaje, junto con un mayor uso del conocimiento en las organizaciones. Ello, no meramente refiere a los aparatos educativos, sino a toda la asignación de recursos en las áreas de investigación, innovación, aprendizaje y acceso a la información pertinente y de calidad. El desarrollo se conformó entonces como el desplazamiento de la curva de producción de las personas, las organizaciones y los países hacia un nivel superior en el cual se requiere más uso de conocimientos y concurrentemente

con ello, mayor nivel de oferta educativa en términos de calidad, cantidad y diversidad. La creación de sociedades del aprendizaje y el impulso por parte del Estado a estos procesos constituirían la preocupación central, en tanto Stiglitz y Greenwald sostienen que no existe presunción de que los mercados sean eficientes en la producción y diseminación del conocimiento y el aprendizaje. Asimismo, indican que en tanto la información es asimétrica y endógena, las decisiones eficientes están limitadas y por ende no existe movilidad perfecta de los factores de producción, especialmente de la información. Además, la existencia de estas fallas de mercado en el acceso a la información y el aprendizaje, hacen que las limitaciones tiendan a generalizarse a toda la economía y las sociedades, por lo que la intervención pública es la palanca para el funcionamiento eficiente de las sociedades del aprendizaje. Las políticas que impiden el aprendizaje a largo plazo disminuyen el bienestar colectivo, siendo entonces función del Estado remover esas limitaciones.

Lo que separa a los países a escala mundial en su desarrollo, no son los recursos materiales, sino la brecha en cuanto al conocimiento y la organización de estos procesos. Así, si la capacidad de aprendizaje de un país es inferior al de sus competidores, fatalmente se atrasará en su propio desarrollo al no avanzar en el cambio hacia una nueva curva de producción de productos con conocimiento. Este enfoque, en la perspectiva del aprendizaje redefine la teoría de las ventajas comparativas dinámicas, que se complejizan y asocian al funcionamiento de sociedades del aprendizaje, quienes compiten en la economía global digital. Es claro que algunos sistemas educativos llevan a cabo mejor esas tareas del *aprendizaje*, creando mejores externalidades y correlaciones con las estructuras productivas y sociales. En tal sentido, la educación digital como modalidad es el mecanismo para conformar sistemas más eficientes y dinámicos de aprendizaje y

conocimiento, no solo en la generación de recursos humanos de calidad, sino de alcanzar las fronteras del desarrollo potencial más eficiente, más allá de las características de diversidad y especialización de los sistemas de educación superior.

Capítulo II

Las revoluciones tecnológicas y las transformaciones universitarias

La historia de las sociedades humanas se nos ha ido develando como una sucesión de fases económicas y sociales generadas por nuevas tecnologías rupturistas de producción o de comercio, con energías dominantes, tipos de sectores o industrias dominantes, así como nuevas estructuras sociales y también con cambios en las formas de comunicación entre las personas. Así, las revoluciones y los cambios tecnológicos, con sus innovaciones rupturistas, se han constituido en el principal factor disruptivo que ha impulsado la transformación de las economías y las sociedades. Ellas impulsan oleadas de cambios productivos y tecnológicos que promueven procesos de innovación disruptiva y estructural, que cambian todas las dimensiones de las empresas y los mercados de trabajo, y que, posteriormente, impulsan dinámicas continuas de innovaciones incrementales gracias a la utilización, generalización y mejoramiento de los impulsores tecnológicos iniciales.

El impulso de las revoluciones tecnológicas

A partir de las revoluciones tecnológicas que incorporan innovaciones disruptivas, posteriormente se suceden en un conjunto continuo de innovaciones incrementales que jalonan el cambio inicial y lo

generalizan, conformando nuevas formas de organización social y modelos de negocios y de enseñanza. Es un proceso que se desarrolla a través de varias etapas internas, en cada uno de los diversos ciclos de las revoluciones tecnológicas. Entre las características que definen estos ciclos y subciclos destaca también el acompañamiento de un tipo particular de institución educativa y universitaria, en términos de los conocimientos que crean o transmiten, de sus formas de organización institucional, de los niveles de cobertura, de las tareas que realizan los profesores, del tipo de gobernanza y del rol social de estas organizaciones, así como de sus ofertas académicas, de las pedagogías y del uso de tecnologías de comunicación. Igualmente, en cada una de esas etapas, aunque irrumpen diversos modelos de instituciones educativas, finalmente se verifica un tipo particular de universidad —y fundamentalmente de sistema—, más eficiente y dinámico para incorporar plenamente todas las potencialidades académicas, económicas y educativas de la revolución tecnológica, y responder con mayor eficacia a las demandas sociales que dichas transformaciones tecnológicas han generado.

Las fases económicas son promovidas por la irrupción de grandes innovaciones tecnológicas y, por ende, también de las técnicas de comunicación que permiten nuevas líneas de producción y dar saltos en el desarrollo económico y la organización social. Estos ciclos fueron identificados por el economista ruso Kondratieff, que buscando develar la posible crisis final de las sociedades occidentales, encontró un patrón de supervivencia permanentemente renovada, donde los ciclos se constituyeron en el marco analítico fundamental para comprender los procesos económicos y sociales contemporáneos, así como los períodos de auge y de depresión, al igual que los puntos de inicio de nuevos ciclos. Ello creó además un marco para reinterpretar la historia e incluso para predecir los futuros posibles.

A partir de la introducción de un nuevo esquema productivo con la incorporación de innovaciones disruptivas, se impulsan transformaciones socioeconómicas que cambian las formas de producir, comerciar y consumir, asociadas a la irrupción, expansión, generalización y decadencia de esas iniciales innovaciones tecnológicas rupturistas. Dichos cambios son a su vez acelerados o retrasados por procesos sociales, tales como pandemias, guerras, conflictos sociales, etc., que facilitan o limitan la disrupción del cambio tecnológico en la sociedad.

Posteriormente al desarrollo de estas revoluciones se han producido sucesivas transformaciones menos importantes y de tipo incremental, derivadas de la inicial innovación rupturista previa sobre la base del patrón tecnológico y social creado, así como de la consolidación de las nuevas infraestructuras, desarrolladas para viabilizar los productos y servicios nuevos generados por la disrupción tecnológica. En estas nuevas infraestructuras necesarias para la vehiculización de los cambios, destacan entre otras las transformaciones en las universidades y en las instituciones de enseñanza, en el marco de sistemas más complejos, diversos y globalizados. El perfil de los recursos humanos, su calidad y la cantidad requerida o incluso los recursos didácticos, las formas de enseñar y el cómo enseñar y crear competencias o los modelos de gestión, son algunas de las formas por las cuales las sociedades han desarrollado la creación de nuevas capacidades por las instituciones educativas para aprovechar y ajustarse a las nuevas demandas y condiciones de las innovaciones tecnológicas.

Los sistemas de educación superior han tenido un papel cada vez más importante en los últimos siglos en sus sociedades y a la capacidad de respuestas diferenciadas, como réplica a esas disrupciones de las revoluciones tecnológicas y sociales, que a su vez se han gestado gracias a nuevos conocimientos y a sus aplicaciones, inventos e innovaciones productivas. Estos elementos han estado en la base del cambio radical, en las formas de vivir y trabajar y por ende en

las competencias necesarias de las personas para actuar dentro de las nuevas dinámicas tecnológicas, productivas y económicas.

Han sido esos cambios de conocimientos, derivados de lo tecnológico, lo que impulsa otras competencias laborales necesarias en el mundo del trabajo, haciendo desaparecer y modificar múltiples tareas, en consecuencia, obligando el reciclaje de la formación. Cada ciclo marca un cambio en la división social y técnica del trabajo, así como en la relación y simbiosis entre el hombre y las máquinas. En la renovación de esas capacidades depreciadas y en la formación de las competencias laborales y sociales pertinentes, los sistemas educativos son las palancas centrales para viabilizar las transformaciones que impulsan la disrupción digital. El ingreso a economías y sociedades digitales, y la constitución del conocimiento como factor de producción con creciente valorización frente al trabajo, la tierra o el capital dinero, tornan de primera importancia a las universidades en tanto creadoras de conocimientos y formadoras de competencias especializadas, al tiempo que incrementan la diversidad y especialización de los sistemas de educación superior.

Las disrupciones se asocian a las innovaciones en las tecnologías de producción, información y comunicación, en las estructuras de transporte, en los patrones energéticos, los productos y sus industrias dominantes, y en las formas de acceso al consumo y el trabajo. Tradicionalmente los mayores cambios han estado en las máquinas herramientas, o sea en las máquinas que producen máquinas y mueven las otras máquinas, como mayores impulsores de los cambios. Hoy, la programación informática asume esa función como instrumento de incorporación del conocimiento y de tareas, por ende, en la producción. Ello impulsa un crecimiento de la productividad con una mayor densidad tecnológica, mayor gasto energético y mayores niveles requeridos de formación. Cada fase históricamente ha generado un tipo de producto o insumo, un tipo de empresa, una tecnología,

una ecuación de costos y una determinada organización del mercado de trabajo, así como una tecnología de información o comunicación y por tanto un perfil de las competencias requeridas, así como de las tareas profesionales y técnicas que se realizan asociadas a estas nuevas realidades. Todo deriva al mismo tiempo en un tipo de organización y dinámica universitaria y educativa.

Conocimiento y universidades en las disrupciones tecnológicas

Las revoluciones tecnológicas están correlacionadas con avances en el conocimiento y a su vez impactan en las instituciones educativas, especialmente en las universitarias por los conocimientos que se transmiten. Pero también afectan en el perfil organizacional, curricular y pedagógico para responder a las realidades socioeconómicas y aprovechar las nuevas tecnologías. El cambio de las demandas genera también una transformación en las universidades y en los sistemas de aprendizaje para tener pertinencia, lo que agrega complejidad dada la heterogeneidad social y laboral, además de la propia diversidad de mercados, tanto en aquellos tradicionales en relativa desaparición o cambio, como en los nuevos en proceso de nacimiento y expansión.

Sin embargo, las universidades no son instituciones estructuradas meramente alrededor de ideas y visiones de sus elites dirigentes, de sus comunidades académicas o de sus fundadores o propietarios, sino que responden a las diversas demandas sociales de las sociedades en las cuales están insertas, a los conocimientos y a las TIC. Ellas son funcionales a sus sociedades, tiempos históricos y, sin duda, a las personas y los estudiantes que reclaman dotarse de capacidades para sus desarrollos personales. Ello se complejiza con

las revoluciones tecnológicas, que sacuden las bases de la economía en la mayoría de los sectores de la producción y los servicios, con ello impulsan nuevas formas de creación de valor y de acumulación de capitales.

Los sistemas de educación superior constituyen los *puentes* entre el conocimiento y los mercados de trabajo que están introduciendo cambios permanentes, pero que con las revoluciones tecnológicas se constituyen en escenarios de fuertes cambios. Por ende, esos puentes apoyados en arenas movedizas más allá de ser intemporales —en tanto forman ahora para el futuro con conocimientos del pasado—, además son globales, mientras los conocimientos y los mercados de trabajo son crecientemente globales. La capacidad de los puentes de articularse y apoyarse en sus cabeceras en constante transformación, constituye el eje de la problemática de los sistemas de aseguramiento de la calidad y actualización. Pero, en la medida que los conocimientos y los mercados de trabajo cambian las formas de acceder a los conocimientos y de formar competencias, el propio *punte* educativo está en una permanente disrupción y transformación.

En esta dinámica, las revoluciones tecnológicas al promover cambios en los conocimientos, los mercados de trabajo y las tecnologías de comunicación, impulsan nuevos modelos de organización universitaria, de sus orientaciones curriculares, sus tipos de ofertas y las tipologías institucionales, así como en las formas de acceso y de creación de conocimiento. En la medida que estas disrupciones diferencian social y económicamente a las sociedades, facilitan distintos roles de las instituciones al interior de los sistemas de educación superior, para cubrir las diferentes demandas en su seno. Ello crea una tensión entre demandas y pertinencias asociadas tanto al nuevo modelo —que impone la disrupción digital—, como a las demandas del mercado de trabajo previas o marginadas de la disrupción,

que siguen requiriendo de las competencias tradicionales. Esta heterogeneidad facilita las resistencias y dificultades de encarar las reingenierías y cambios, sin embargo, revaloriza la *path dependency* como fuerza de mantenimiento y de resistencia a los cambios.

Todas las revoluciones tecnológicas se basan en un conjunto de innovaciones, que se constituyen en los elementos detonantes de múltiples transformaciones por su impacto en los demás sectores, que además promueven posteriormente innovaciones secundarias o derivadas. Ellas históricamente han sido portadoras de un nuevo patrón energético que varió desde el vapor, carbón, electricidad, petróleo, nuclear o de fuentes renovables; asimismo de un nuevo sistema de transporte de bienes y servicios como los barcos y ferrocarriles a vapor y carbón, el automóvil, la electricidad e *internet* actualmente. También han sido portadoras de nuevos medios de comunicación en cada revolución como el tren, el telégrafo, el cine, el fonógrafo, la telefonía fija, la radio, la televisión, *internet* o los celulares.

Se destacan en este proceso de innovaciones rupturistas o incrementales en las distintas épocas, las máquinas que producen máquinas, o sea las máquinas herramientas, las computadoras y máquinas de control numérico automáticas, que ahora marcan el escenario de la revolución tecnológica digital con las plantas de chips o de *software* y más reciente con inteligencia artificial apoyada en 5G, redes globales y *big data*. Igualmente, cada revolución ha impulsado estructuras políticas de organización social y hasta grupos sociales, asociados a los nuevos perfiles de producción y de organización del trabajo, sin duda un tipo de educación pertinente curricularmente e institucional.

La microelectrónica, las redes de *internet* y de celulares, los chips, los computadores personales y los celulares inteligentes, constituyen los centros de la primera revolución digital y motores de la disrupción socioeconómica por el potencial de cambio en los modelos

de negocios. El núcleo de todas ellas es la programación informática, que permite redefinir tareas y trabajos, expresada en las computadoras como centro de los hogares y las familias, asimismo, nodo de una creciente sociedad en red.

Ha sido analizado el rol de los nuevos conocimientos en la creación de estas recurrentes revoluciones tecnológicas. Además, estudios han asociado esos ciclos de innovaciones tecnológicas al rol de los emprendedores, que asumen las oportunidades económicas. También, se ha considerado cómo dichos cambios solo se han podido viabilizar asociados a la transformación de las viejas infraestructuras gestadas en el ciclo anterior y al establecimiento de nuevas infraestructuras tecnológicas, sociales y educativas, que permitan viabilizar y canalizar los nuevos productos, servicios o tecnologías.

Incluso, se ha examinado cómo la historia política también muestra estas largas ondas de 60 a 80 años. Estudios han identificado —desde hace casi 800 años— la existencia de estos ciclos derivados de innovaciones disruptivas, asociadas a cambios técnicos en la producción, el transporte, la fabricación de armas, las formas de comunicación, la producción energética, la pólvora, la producción de armas, barcos o el procesamiento de alimentos, las cuales cambiaron las condiciones de los negocios.

Viendo un período histórico más cercano, tomamos de Pérez, un esquema para apoyar el enfoque de la articulación entre las revoluciones y las transformaciones sociales, en las cuales se apoyaron los distintos modelos universitarios y especialmente la disrupción digital de la educación superior.

Cuadro 1. Industrias e infraestructuras de cada revolución tecnológica

Revolución tecnológica y país núcleo	Nuevas tecnologías e industrias nuevas o redefinidas	Infraestructuras nuevas o redefinidas
<p>Primera (desde 1771). La Revolución Industrial. Inglaterra.</p>	<p>Mecanización de la industria del algodón. Hierro forjado. Maquinaria.</p>	<p>Canales y vías fluviales. Carreteras con peaje. Energía hidráulica (con molinos de agua mejorados).</p>
<p>Segunda (desde 1829). Era del vapor y los ferrocarriles. Inglaterra (difundiéndose hacia Europa y Estados Unidos).</p>	<p>Máquinas de vapor y maquinaria de hierro movida con carbón. Construcción de ferrocarriles. Producción de locomotoras y vagones. Energía de vapor para numerosas industrias (incluida la textil).</p>	<p>Ferrocarriles (uso del motor a vapor). Servicio postal estandarizado de plena cobertura. Telégrafo (sobre todo nacional a lo largo de las filas de ferrocarril). Grandes puertos, grandes depósitos y grandes barcos para la navegación mundial. Gas urbano.</p>
<p>Tercera (desde 1875). Era del acero, la electricidad y la ingeniería pesada. Estados Unidos y Alemania, sobrepasando a Inglaterra.</p>	<p>Acero barato. Pleno desarrollo del motor a vapor para barcos de acero. Ingeniería pesada química y civil. Industria de equipos eléctricos. Cobre y cables. Alimentos enlatados y embotellados. Papel y empaques.</p>	<p>Navegación mundial en veloces barcos de acero. Uso del Canal de Suez. Redes transnacionales de ferrocarril. Grandes puentes y túneles. Telégrafo mundial. Teléfono (sobre todo nacional). Redes eléctricas (para iluminación y uso industrial).</p>

Revolución tecnológica y país núcleo	Nuevas tecnologías e industrias nuevas o redefinidas	Infraestructuras nuevas o redefinidas
<p>Cuarta (desde 1908). Era del petróleo, el automóvil y la producción en masa. Estados Unidos (con Alemania rivalizando el liderazgo mundial) difundiéndose hacia Europa.</p>	<p>Cadena de producción. Producción en masa de automóviles. Petróleo barato y sus derivados. Petroquímica (sintéticos). Motor de combustión interna para automóviles, transporte de carga, tractores, aviones tanques de guerra y generación eléctrica. Electrodomésticos. Alimentos refrigerados y congelados.</p>	<p>Redes de caminos, autopistas, puertos y aeropuertos. Redes de oleoductos. Electricidad de plena cobertura (industrial y doméstica). Telecomunicaciones analógicas mundiales (para teléfono, télex y cablegramas) alámbrica e inalámbrica.</p>
<p>Quinta (desde la década del 70 del siglo XX). Era de la informática y las telecomunicaciones. Estados Unidos, difundiéndose hacia Europa y Asia.</p>	<p>Computadora. La revolución de la información: microelectrónica barata. <i>Software</i> y redes. Telecomunicaciones. Instrumentos de control.</p>	<p>Comunicación digital mundial (cable, fibra óptica, radio y satélite). Internet/correo y otros servicios electrónicos. Redes eléctricas de fuentes múltiples y de uso flexible. Transporte físico de alta velocidad por tierra, mar y aire.</p>
<p>Sexta (desde la década del 20 del siglo XX). Era de la Inteligencia Artificial. Global con mayor dominancia en Asia.</p>	<p>Inteligencia artificial, nuevos materiales no naturales. Tecnologías inalámbricas de 5G. Internet de las cosas. Microelectrónica cuántica.</p>	<p>Consolidación de redes submarinas e irrupción de redes satelitales con ancho de banda y baja latencia en bajas órbitas. Integración en la red de todos los servicios.</p>

Fuente: Desarrollo a partir de Pérez (2004).

Cada una de estas revoluciones reconfiguró la vida de las sociedades, según el grado de introducción de las innovaciones en las estructuras productivas y la dotación de recursos humanos capacitados para su impulso y gestión. Cada revolución tecnológica, gracias al aumento de los conocimientos de la humanidad, elevó la producción y la productividad, impulsó creaciones y destrucciones productivas, amplió las zonas geográficas de desarrollo, integrando articuladamente a países y regiones en una división del trabajo, y especialmente articuló roles y funciones diferenciadas en las cadenas productivas globales, con nuevas competencias y modelos de negocios y enseñanza. El eje fue siempre la introducción de una máquina herramienta que movió al resto de los aparatos productivos.

La Primera Revolución Industrial impulsó la mecanización mediante la energía a vapor; la Segunda Revolución Industrial masificó la industria del ferrocarril con la generalización del uso del carbón e impulsó la integración en las economías del mundo. La Tercera Revolución Industrial creó grandes acerías y consolidó a la electricidad como acelerador de la economía y facilitó una nueva división del trabajo internacional entre países. La Cuarta Revolución Industrial, llamada *fordista*, se centró en la innovación de la cadena de montaje que impulsó la producción automotriz, la producción en serie y la producción en masa de electrodomésticos, entre las cuales están la radio y la televisión, facilitado por el petróleo barato y los derivados petroquímicos como los plásticos, al tiempo que dotó de un rol central a las universidades. La Quinta Revolución Industrial, por su parte, se asocia a la computadora personal digital, gracias a la microelectrónica, la programación con una mayor complejidad tecnológica y a los conocimientos implicados. Ella reconfiguró el rol de

los sistemas de creación de conocimiento y la investigación en red como ejes de una educación de masas y la creación de conocimientos.

La Sexta Revolución Industrial está en sus inicios, aunque en el comienzo de su fase de consolidación, con la expansión de la inteligencia artificial articulada a internet de las cosas, 5G, bases de datos, redes de fibra óptica globales, nuevas formas de comunicación satelital y la irrupción de un cambio en la computación con la informática cuántica, que permite un aceleramiento de la capacidad de cálculo.

La disrupción digital con la microelectrónica y la programación

La evolución tecnológica centrada en la microelectrónica y la programación informática, se gesta a inicios de los años setenta del siglo pasado y derivó en la creciente disrupción digital. Es una revolución tecnológica con base en nuevos conocimientos estructurados en los posgrados, que se orienta hacia la digitalización, la búsqueda de automatización de la producción a partir del uso de la microelectrónica y la programación. Es una revolución digital apoyada en el computador, que está creando una sociedad conectada por internet y las computadoras, en la cual la nube y el *big data*, la inteligencia artificial, el internet de las cosas, los satélites y los cables interoceánicos de comunicación, y las redes y plataformas sociales y económicas colaborativas, se constituyen en impulsores y expresiones, que al tiempo sientan las bases de un nuevo estadio en el desarrollo de la disrupción digital. Es la sociedad en red en la nube con el computador el nodo del consumo y el trabajo, con el apoyo de la IA y las redes globales.

La primera revolución tecnológica digital ha iniciado una dinámica de cambios, que con los años y su generalización se ha acelerado,

transformando casi todas las industrias y áreas sociales, desapareciendo algunas y creando otros sectores nuevos, productos y servicios. Ellas se han caracterizado por varias fases, por ejemplo, una primera etapa de irrupción de innovaciones rupturistas, pero muy limitadas, seguida por varias fases de expansión, decantación de las innovaciones más importantes, generalización de cambios hacia otros sectores; posteriormente, por la consolidación del cambio de la infraestructura física y social; finalmente, por una fase marcada por el decrecimiento en la utilización de esa innovación dada su menor eficiencia frente a inéditas formas de organizar el trabajo ante la aparición de nuevas innovaciones rupturistas como la IA. Su final, marcado por la aparición de un nuevo paradigma de innovación rupturista, abre la puerta a otro ciclo de *creación destructiva*, que nuevamente sustituirá productos y procesos que tornan obsoletas competencias y trabajos de la fase anterior, crean impactos en las empresas y en sus modelos de negocios e impulsan otros negocios y organizaciones basados en estas disrupciones.

Las revoluciones tecnológicas constituyen el puntapié inicial de las transformaciones incrementales y reconfiguradoras de las sociedades, durante largos períodos de entre 60 y 80 años, del que ya hemos recorrido casi entre 40 y 50 años. Ellas abren una dinámica de cambios acelerados, por el agotamiento de los modelos anteriores y la aparición de rupturas sociales y económicas, que vigorizan el avance de las nuevas modalidades de creación de valor y de organización del trabajo, pero que al tiempo van jalonando demandas y capacidades e infraestructuras, para facilitar e impulsar una nueva disrupción rupturista innovadora.

En cuanto a los impactos de las sucesivas revoluciones tecnológicas han sido muy amplios: en sus modelos de negocios, en los marcos normativos y las políticas, en las formas de organización del trabajo o en los mecanismos de creación de valor, así como en las estructuras de formación de los profesionales, técnicos y operarios, y en

las competencias necesarias en el mundo del trabajo. Ellas muestran nuevas formas de resolver los problemas, de crear valor utilizando las nuevas tecnologías y habilitando con ello nuevos productos por parte de organizaciones innovadoras, en consecuencia, generan un ciclo virtuoso gracias a esa innovación rupturista. En tanto, implican conocimientos y cambian lo que los profesionales hacen y lo que necesitan saber, por ende, lo que las universidades deben enseñar y cómo lo pueden hacer más barato y mejor, a fin de cuentas, más eficientemente con las tecnologías de la información (TIC).

Posteriormente, se desarrolla una fase de generalización del nuevo patrón tecnológico, que impregna toda la base productiva de la sociedad, permeando en múltiples formas en todos los sectores económicos y sociales, donde se desarrollan nuevos modelos de negocios acorde al paradigma tecnológico emergente. Está acompañado necesariamente de cambios en los currículos y de los conocimientos en nuevos campos disciplinarios y profesionales, asimismo, en el propio funcionamiento de los sistemas de educación superior con nuevas diferenciaciones y tipologías institucionales. Por último, una fase final marcada, tanto por el agotamiento del viejo impulso como por el inicio de una nueva disrupción —que abrirá otra revolución en la base técnico productiva y que comienza a hacer obsoletos conocimientos, competencias y campos de trabajo, pero sobre todo paradigmas intelectuales y formas de organizar la vida social y los negocios— es la IA, 5G, *big data*.

Así, se pueden sintetizar diversas fases de estos ciclos tecnológicos con una etapa germinal de irrupción de las tecnologías rupturistas; otra posterior de su incorporación en sectores puntuales de creación de valor, tanto de nuevos modelos de negocios como antiguos; otra siguiente de crecimiento generalizado en todos los sectores socioeconómicos con nuevas innovaciones más de tipo incremental; finalmente una fase de madurez, en el cual los

avances de productividad son más escasos y los crecimientos están estabilizados, hasta que se produce una lenta saturación de los mercados para los productos y servicios del paradigma tecnológico, a partir de los cuales entra en una fase de decadencia con caídas de rentabilidad, asociadas también a la irrupción de una nueva disrupción tecnológica. A partir de entonces, se asiste al agotamiento del modelo de valoración dominante y a la par se comienzan a gestar diferenciadamente nuevas dinámicas tecnológicas rupturistas. Estas comienzan a dar lugar a una nueva revolución, por consiguiente, a la inédita conformación de modelos de negocios con el insumo tecnológico, la máquina herramienta en red y los ciclos de productos y procesos derivados, con las competencias necesarias.

Estos ciclos solo se visibilizan con la existencia de cambios en la formación, en el perfil y la dotación de recursos humanos calificados, así como en los marcos normativos, las infraestructuras, las organizaciones institucionales y, sin duda, los valores y las prácticas sociales. Comprender esta dinámica es básico para el análisis de la situación en la instauración de la actual revolución tecnológica y de los propios procesos de transformación digital de las universidades, con miras a comprender su situación actual y los derroteros de sus *futuribles* en el contexto del rápido inicio de la inteligencia artificial.

Capítulo III

La construcción de la sociedad en red

La educación se caracteriza por su apoyo en las tecnologías de comunicación. Es una manifestación o modalidad educativa, que se gesta desde el momento en el cual irrumpen algunas tecnologías, que codifican la información como el alfabeto o la escritura y, posteriormente, con la creación de envases y recursos de aprendizaje separados del cuerpo humano. La escritura, el papiro, la imprenta y —desde allí— todos los avances en las tecnologías de comunicación han cambiado la educación, permitiendo el desarrollo de una enseñanza y aprendizajes no basada exclusivamente en el trabajo docente sincrónico, oral y presencial. Visualizar el entonces futuro de la educación, especialmente en la transformación digital, obliga a ingresar en el campo de los caminos de las tecnologías de comunicación, como expresión de la ciencia y de la tecnología. En el marco del enfoque de prospectiva que creó la escuela de *futuribles* (de futuros posibles) de Ives de Jouvenal, la tecnología se constituye en un escenario transversal. En este capítulo analizaremos las características comunicacionales en el nuevo ciclo tecnológico digital. Bajo el enfoque de Kondratieff y los neoshumpetereanos, los cambios del ciclo tecnológico se asocian a la creación destructiva, facilitada por la microelectrónica y la programación informática, que resumen y sintetizan la revolución digital. Sin embargo, solo con su generalización permitirá desplegar toda su potencialidad —especialmente en lo educativo—, al transformarse completamente la base de la

tecnestructura económica y consolidarse una dinámica basada en el nuevo paradigma tecnológico digital en redes. A la vez, este proceso está sentando las bases del ciclo nuevo que está irrumpiendo el 5G e IA, que se constituirá lentamente en el centro de los accesos a la formación, la educación formal y la certificación. En este caso, al ser un ciclo digital donde relativamente serán las mismas organizaciones empresariales los impulsores del nuevo ciclo, no siempre se logrará visualizar el cambio de ciclo, el paso de PC a la IA, dado que ambas se han apoyado en redes y en programación informática.

Este proceso en curso se inserta en la economía colaborativa en redes digitales, impulsa la conformación de un modelo de educación virtual que, sosteniéndose en las nuevas tecnologías y las redes, facilita la construcción de sistemas educativos globales de tipo colaborativos, con nuevas flexibilidades, con más individualización de los docentes y los estudiantes, y soportado en grandes plataformas globales de acceso con intensidad en el uso de recursos digitales, incluyendo *soft* de auto aprendizaje. Aun en su fase de buscar clientes, estudiantes, pronto buscará más oferentes (profesores) que nutrirán directamente, a través de la red, a aquellos que buscan acceder a una formación global, diferenciada, flexible y con microcertificaciones. Aunque las empresas educativas sean locales, su base son las redes globales, los equipamientos digitales y la programación informática, crecientemente basada en inteligencia artificial.

El nuevo ciclo tecnológico

Desde la década del 70, el mundo está inserto en una revolución tecnológica que cambió por completo la forma como vivimos, trabajamos y nos relacionamos con los demás. Gestada en el entorno de

las fuertes convulsiones sociales durante esa década a nivel mundial, representada en el imaginario social en la innovación de Steve Jobs y Bill Gates, quienes en los garajes de sus casas sentaron las bases del nuevo ciclo tecnológico y social digital, gracias a la computadora personal y sistemas operativos, que se constituyeron en las herramientas del trabajo y los negocios.

De la cadena de montaje a la digitalización, de los átomos a los bytes, de la masificación seriada a la masificación individual, de la producción para *stocks* a la producción *just in time*, de la dominancia de los derechos de propiedad física a la valorización de los derechos de propiedad intelectual, otro mundo se comenzó a generar a través de la revolución digital, por medio de la cual, la humanidad volvió a experimentar una gran transformación y, tal vez, en una dimensión superior en escala, alcance y complejidad que las anteriores. Fue una revolución centrada en la microelectrónica y la programación informática, con un impacto especial en los aspectos asociados a la comunicación, el conocimiento y el uso de la información. La microelectrónica cambió los procesos de trabajo de las máquinas e introdujo la informática como soporte de la organización de las tareas. El centro fue la computadora personal que, incluso para su desarrollo, requirió la red para conformarse como un nodo de ella. Con ello, los microprocesadores y el *software* se transformaron en el motor de las actividades humanas y también de los modelos de gestión y de negocios, que se apoyan en estructuras de costos decrecientes, gracias al propio avance de la microelectrónica y en el acceso a través de redes digitales, por las cuales se comunican todo tipo de computadoras.

La transformación digital facilita alcanzar una mayor eficacia de los negocios previos, además del surgimiento de otros con nuevos productos y formas de producción. Tres factores claves se destacan en la generalización de esta revolución digital: la velocidad

(exponencial), con la que evolucionan los avances en la tecnología gracias a la digitalización; el efecto de estas tecnologías en la caída de los precios y por ende en su generalización a nivel mundial; y su impacto en los sistemas productivos y de trabajo, en el gerenciamiento de las organizaciones, así como en las actividades interpersonales asociadas a la comunicación.

Todas las revoluciones tecnológicas han estado acompañadas por innovaciones en las áreas de la comunicación, la información y el comercio. Las innovaciones del transporte, tanto de objetos y personas como de información, acompañaron las disrupciones tecnológicas y facilitaron su expansión. La característica distintiva de la actual revolución radica en que las innovaciones, en el transporte de bienes y en la comunicación, se articulan en su génesis al PC y posteriormente a la red digital de *internet*, que finalmente conforman el capitalismo de plataformas apoyado en IA. El transporte, generalmente de bienes, es ahora también transporte de servicios y especialmente de intangibles. El Banco Mundial ha referido que la hiperconectividad digital dada a través de los avances sucesivos de la tecnología 2G a 3G, a la 4G y ahora a la 5G, las iniciativas a través de *internet*, la expansión del acceso a *internet* incluso en lugares remotos, etc., así como el auge de la economía colaborativa, la automatización y las herramientas sofisticadas de recopilación de datos, técnicas de análisis avanzadas, aprendizaje automático, inteligencia artificial y el internet de las cosas, están transformando las industrias de transporte de bienes hacia una lógica digital.

Pero, además, el transporte de bienes incluso se transforma en un transporte de bytes, gracias a la innovación de las impresoras 3D y la inmersión en las 3D. Con ellas, *internet* transporta contenidos e información con fidelidad y exactitud a la realidad, y al final de la red se reconstruye el objeto físico gracias a estas revolucionarias impresiones, con lo cual el propio concepto de la fabricación

en serie se transforma radicalmente, se individualiza y se deslocaliza. Si en las revoluciones anteriores, las vías de transporte de bienes y personas de los ferrocarriles estuvieron localizadas al costado de los sistemas de comunicación, a través de los postes de telégrafo y posteriormente, durante la revolución fordista, en las carreteras de circulación de vehículos que estaban al costado de las redes de telefonía y electricidad, ahora las redes digitales constituyen el centro de los intercambios, no solo de intangibles, sino también del transporte de objetos físicos, tanto al apoyarlos y seguirlos como al ser el canal para la producción inicial y también final, por medio del inicio de las impresoras 3D y de la transmisión misma en 3D, cuya génesis es apenas el holograma, pero que cambiará el entorno digital. Ello coloca al intercambio y comercio de conocimientos, información, cultura o educación —asimismo planos, diseños, patentes y otros bienes de propiedad intelectual— en el centro de la actual disrupción. La centralidad de la revolución digital que se produce en el sector de la comunicación y la información, impacta en la gestación y desarrollo de la educación digital, en tanto la informática y el conocimiento son el intangible más importante para el crecimiento económico de las sociedades y las personas. Las innovaciones en las tecnologías de la comunicación e información, si bien han marcado todas las revoluciones, caracterizan más destacadamente a la actual revolución.

La fase inicial de la revolución tecnológica en curso se caracterizó por la creación de lenguajes de programación y, derivado de ello, computadoras personales, celulares y redes de conexión. Esto sentó las bases de las infraestructuras tecnológicas con redes de comunicación y de fibra óptica, que confirmaron internet y las redes telefónicas digitales. Con ellas, la revolución se expandió y generalizó hacia las restantes áreas, en consecuencia, se fueron reduciendo sus precios, facilitando la aparición de modelos de negocios digitales, con costos menores,

escalas mayores y segmentaciones superiores. La mayor capacidad de procesamiento acompañó sistemáticamente la miniaturización.

Impulsada por el agotamiento del potencial de crecimiento de las viejas tecnologías, la aparición de estas tecnologías disruptivas, el aumento del conocimiento y la necesidad de procesar mayores volúmenes de información, impulsa la revolución tecnológica digital, que ha tomado múltiples definiciones: como sociedad postindustrial, de la información, tecnotrónica, digital, del conocimiento o en red, etc. Ella se constituye por la superación de la cadena de montaje tradicional y de la mecanización en serie de productos idénticos con el inicio de un modelo de producción diferenciado —y a la vez masivo— centrado en el computador personal (PC, lap, tablet o celular) que individualiza a clientes globales con consumos de masas y segmentados en la red.

Gracias a la expansión de la microelectrónica se facilitó la programación informática, la irrupción de internet y los dispositivos móviles, cambiando los modelos de negocios y las formas de organización de la sociedad con procesos y productos, formas de organización del trabajo, modelos de negocios y, sin duda, las competencias profesionales y laborales necesarias. La complejidad de los procesos y los ritmos de innovación requieren de una mayor dotación de capital humano, con superiores y distintos niveles de especialización técnica y profesional.

La tradicional estandarización del fordismo con la cadena de montaje y la producción en serie idénticos, es sustituida por máquinas flexibles de control numérico, que permiten producciones múltiples con equipamientos que realizan tareas preprogramadas, gracias a la informática y crecientemente impulsadas en redes con apoyo de IA. Son cambios productivos facilitados por la programación y la microelectrónica, que se correlacionan en un mundo con creciente diferenciación de los consumos y con una alta diversidad

de profesiones y oportunidades de trabajo, con competencias y saberes altamente especializados.

La sociedad digital en red

Desde mediados de la década del 70 del siglo pasado, la microelectrónica y las computadoras iniciaron un desarrollo tecnológico y científico, que se profundizó en mejoras continuas de mayor capacidad de procesamiento y almacenamiento de los chips. Rifkin (2005) planteó que “en la era del acceso, las máquinas inteligentes —en la forma de *software* y *wetware*— reemplazan de manera creciente el trabajo”, abordando el impacto de la automatización con altos niveles de sustitución del empleo y de cambios en los trabajos. Es una transformación derivada de nuevas formas de acceso a la nube de los servicios, especialmente de aquellos centrados en conocimiento, información, educación y cultura. Se crea así una economía en red como soporte del consumo, que no propende a su propiedad sino al acceso de los contenidos, servicios o bienes. Al tiempo, también acelera la generación del conocimiento y su renovación continua. Cuantos más conocimientos e información en la red, se achican los ciclos de vida de los servicios, disminuyen los precios, aumentan los consumidores y se facilita un ciclo virtuoso de aumento de la producción en la red a costos menores. En este sentido, el consumo digital en red se constituye en la forma dominante de interacción, entre los consumidores y los productores en la sociedad de acceso y eje de modelos de negocios, con apoyo en la red. Es la economía colaborativa o de capitalismo de plataformas, soportada en redes globales que vemos en Netflix, Google, Facebook, Uber, Airbnb y otros miles.

En esta nueva economía digital y de sociedad en red, la compra se sustituye, en tal caso, se comparten bienes y servicios a través de accesos digitales, como el acceso compartido, la economía colaborativa o el *leasing*, dado el riesgo y el costo de adquirir productos con ciclos de vida cada vez más cortos y la búsqueda de formas más eficientes de sus recursos económicos por parte de las personas. Se acelera con ello el consumo en red a través de múltiples formas de alquiler, uso limitado, franquicia, *leasing*, colaboración, etc. La propiedad deja de ser el centro, en este sentido, el acceso y el uso durante un tiempo se torna más eficiente. Importa menos la propiedad que el acceso y el consumo en el modelo económico en red. Igualmente, los productos únicos desaparecen ante productos digitales transferidos o producidos a pedido, que facilitan un acceso y una producción individualizada —y segmentada— a poblaciones y sectores específicos. Las impresoras personales de 3D incluso cambiaron la lógica de la producción física al descentralizarla en la red (Oppenheimer, 2018). Para Rifkin, la economía colaborativa será, para antes del año 2050, el modelo principal de la vida económica en la mayor parte del mundo y el primer paradigma económico, desde la llegada del capitalismo y el socialismo a principios del siglo XIX. Se conforma como una economía desintermediarizada, estructurada a través de las redes. Tapscott, Castells y otros visualizan la individualización del consumo y de la producción en la red, la especialización, la subcontratación, la lógica de terciarización y franquicias sobre la especialización, con dinámicas de trabajo colaborativo en redes, la fragmentación de los tipos de acceso y la segmentación de los mercados, gracias a los derechos de propiedad intelectual, como el modelo dominante de negocios en la era digital.

Esta economía red impulsa que las empresas se especialicen en determinadas líneas de productos, en consecuencia, transfieran la producción hacia terceros en múltiples líneas de productos,

asimismo, en aquellos segmentos que no están en la cadena de su producción dominante de la empresa madre, tanto a nivel nacional como internacional. Se organizan cadenas globales de logística de insumos y procesos fuertemente articulados. La producción se segmenta hasta llegar a la individualización del consumo, por su parte, la oferta y la producción dejan de ser para su *stock*, al producirse a pedido en la red y ahorrando los costos de grandes inventarios, incluso a través de la producción con las impresoras 3D en una lógica donde se comercian, tanto contenidos simbólicos digitales como productos terminales.

En esta nueva lógica todos los sectores, especialmente los de alto valor agregado y globales, se tienden a estructurar alrededor de las redes digitales a escala global —altamente concentradas en pocas empresas— y que son las carreteras del valor digital. Muchas líneas de producción son en redes para otras empresas competitivas, como parte de esta expansión de la tercerización de los servicios. Esta dinámica a su vez se apoya en múltiples desarrollos tecnológicos, como la inteligencia artificial, la robótica, internet de las cosas, la nube y *big data*, que se constituyen en soportes de la economía colaborativa en red.

La revolución tecnológica digital asume un conjunto muy amplio de definiciones y análisis. Para algunos es casi la Enésima Revolución Técnica desde el siglo XI, para otros la Cuarta Revolución Industrial, unos más la ven como la Tercera Ola, en tanto que algunos otros la visualizan como la Primera Revolución Digital. En este marco, la revolución digital en curso tuvo su primera fase con la innovación de las computadoras personales, las redes de internet, la telefonía móvil y satelital, y la conectividad a escala global, que ha dado el inicio a la expansión de la programación informática en todos los campos de la gestión y la oferta. Los ejes constitutivos

de la primera fase (microelectrónica barata, internet, computadores personales y entre ellos los computadores móviles y redes digitales) son la base de la emergencia de nuevos modelos de negocios que se han ido desarrollando y, que, con el cambio de las infraestructuras, se están generalizando.

En la segunda fase de consolidación se produjo el avance de los componentes anteriores, gracias tanto a la mayor dotación de los recursos humanos como a la consolidación de la instalación de una parte importante de la infraestructura digital, donde las empresas digitales se comienzan a consolidar, así como los procesadores se desarrollan y se constituyeron en grandes impulsos integradores, que permitirán luego la generalización de la disrupción digital, con expansión de dispositivos móviles digitales.

Posteriormente, se ha ido conformando la madurez del modelo digital con el desarrollo de internet y la transformación de casi todos los sectores mecánicos y analógicos hacia lógicas digitales, con el centro localizado en una amplia nube digital rodeando el planeta. La generalización y madurez de esta revolución se da con la plena incorporación de componentes digitales, de chips y sensores en red, la expansión y consolidación de la nube, y la instalación de la fibra óptica terrena y submarina, junto con una amplia red de satélites para permitir la geolocalización y el acceso global a muchísima más información.

Finalmente, se produce el agotamiento del potencial de acumulación del primer ciclo digital de los PC. Esta fase es el inicio de la IA, internet de las cosas con la tecnología de 5G y la automatización de los procesos, que se gesta a partir de la integración de componentes digitales con las redes.

Cuadro 2. Fases del ciclo digital en los componentes educativos

	Inicio	Consolidación	Generalización	Madurez	Agotamiento
Ejes	Desarrollo inicial de productos e industrias digitales rupturistas.	Constelación completa de productos, servicios y empresas nuevas. Reducción de las resistencias normativas a la introducción del modelo.	Plena introducción del modelo digital, estandarización de los procesos e integración de los sistemas tecnológicos. Nuevos proveedores. Aumento de la competencia. Nueva normatividad.	Últimas innovaciones y productos incrementales significativos. Saturación de los mercados y aumento global de la competencia. Alcance máximo de la cobertura de internet y de celulares y PC. Masificación de la banda ancha.	Aparición de un nuevo paradigma tecnológico más eficiente en el propio entorno digital.
Innovaciones	Comercialización de innovaciones: PC, periféricos, CD, <i>software</i> (office, PowerPoint).	LMS, Internet, estandarización de aplicaciones.	Generalización de la digitalización. MOOCs. Redes globales.	Intensividad de la automatización educativa. <i>Streaming</i> . Simuladores.	Inteligencia artificial.
TIC	Inicio de las redes de soporte necesarias (telefonía digital, marcos legales, conectividades, etc.). Redes 1G.	Expansión de diversidad de nuevos servicios en sectores de altos ingresos. Articulación de internet, PC, celulares, aplicaciones y <i>software</i> . Banda ancha y fibra óptica. Redes 2G	Abaratamiento de los precios y accesos hacia otras áreas. Nuevos competidores internos y externos. Creación de la nube. Full convergencia. Redes 3G	Alcance universal del cambio de la infraestructura tecnológica. Segmentación niveles de alta calidad por diferenciación de precios y estándares. Redes 4G.	Consolidación de la nube e inicio de microprocesadores cuánticos. Hologramas. Redes 5G.

Las redes constituyen el mecanismo por el cual cientos de miles de servidores, conectados a internet a través del mundo, atienden millones de peticiones en cualquier momento mediante una conexión a internet, desde cualquier dispositivo móvil o fijo en cualquier lugar. Sirven a sus usuarios desde varios proveedores de alojamientos repartidos y redundantes por todo el mundo, reduciendo los costos y garantizando menores tiempos de actividad. Estos sitios web, —granjas en el campo o abajo del agua con miles de computadores— donde se hacen hosteos casi invulnerables a la piratería informática, con los accesos a la electricidad necesaria y a los sistemas de enfriamiento requeridos, son la base del negocio del cloud computing, la nube informática que se constituye en el centro de las grandes empresas informáticas y soporte de modelos de negocios continuos, globales, seguros y con menores costos, en los cuales se accede a multiplicidad de servicios estandarizados, con capacidad de responder flexiblemente. En esta economía en red del capitalismo de intangibles, derechos intelectuales y plataformas informáticas, los costos marginales son decrecientes, incluso tienden a cero, facilitando accesos en masa a los servicios básicos, financiamiento con base en publicidad y estructuras de mercados premium que facilitan modelos de negocios globales en red.

Además, la nube permite la integración de tecnologías y procesos que estaban antes fragmentados y con sus desarrollos separados. Es una convergencia digital ampliada entre tangibles e intangibles, entre espacios, productos y funciones diferenciadas, que genera más información, sinergias y eficiencias, y permite un salto de productividad. Con ello es posible obtener datos más detallados, precisos y en tiempo real de todas nuestras compras y actividades, del cuidado de pacientes o de las habilidades y experiencias educativas, en consecuencia, establecer las mejores soluciones de servicios en línea

para cada cliente consumidor, entre ellas también una educación actualizada centralmente, global e individual.

Actualmente nos encontramos en el fin de esta fase de gestación, instalación, generalización y madurez con su agotamiento, que es a la vez el inicio de un nuevo ciclo del modelo tecnológico digital, a partir de la instalación de la inteligencia artificial, 5G, internet de las cosas y satélites de baja altura. Asimismo, impulsará aún más la automatización de los procesos y —desde lo cognitivo— una mayor expansión del conocimiento y de la enseñanza globalizada, con más creación destructiva y transformación de todas las áreas socioeconómicas, incluyendo la educación.

La red de internet: consumo y comunicación global integrada

Al igual que las edades del hombre que nos precedieron, como la de Piedra, la del Hierro o la Industrial, la era Digital, de la Información o de internet, permiten diferentes modelos de negocios, productos y formas de interrelación entre las personas. Los ferrocarriles, las fábricas mecanizadas, la electricidad, los coches Ford T o los aviones, han sido algunos de los ejes que caracterizaron a la Era Industrial con sus diversos ciclos. En esta nueva era Digital, internet no solo es el vehículo de comunicación, sino también el mecanismo de transporte de los intangibles y eje de los negocios globales basados en contenidos e información, incluso de bienes vinculados a impresiones en 3D a través de la red.

Internet, en tanto entramado de redes mundiales de computadoras, cumple —en la actual revolución tecnológica— el equivalente de la electricidad en la expansión del ciclo industrial de la producción

de masas. Sin los grandes sistemas de electricidad como, por ejemplo en Estados Unidos, los que se desarrollaron con la presa Hoover y las represas del Valle de Tennessee, construidas en los primeros años de la década de los 30, no se hubieran generalizado los desarrollos industriales, que sentaron los consumos en masa de electrodomésticos de ese país y que acompañaron la expansión de las redes petroleras de producción, distribución y consumo. Igualmente, sin las redes digitales más allá de su correlato en potentes procesadores, no podría funcionar la economía colaborativa (como Uber), las economías en red (como la educación virtual o Netflix) o la gestión global de cientos de empresas como las de aeronáutica o la gestión del comercio interindustrial y de intangibles en forma tercerizada.

Internet se inició en los países occidentales, pero llevó adelante una penetración en todos los países, creando un acceso mundial a información y comunicación sin precedentes, que actualmente tiene con más de 4 000 millones de usuarios a nivel global. Al interior de ella pululan millones de redes, de las cuales solo Facebook alcanza 1 000 millones de usuarios. Internet se constituyó con la tecnología más disruptiva en la historia mundial de la educación, al permitir construir plataformas educativas apoyadas en la web, que posibilita a una institución contar con un espacio virtual —junto o suplantando las aulas físicas como comunidad de aprendizaje— donde estudiantes y profesores interactúan, en ese espacio se puedan colocar todos los materiales de los cursos, enlazar con otras web, incluir actividades sincrónicas y asincrónicas, foros colaborativos, recibir tareas de sus alumnos, desarrollar *tests*, promover debates, chats, evaluar y obtener estadísticas de evaluación. Internet como red y los sistemas de conexiones fueron la base de la construcción de los diversos ambientes virtuales de enseñanza, como los LMS (Learning Management System), las plataformas MOOC (*Masive Open On Line*)

Courses) y la educación sincrónica digital (*streaming* tipo Zoom) que permiten la interacción entre los diversos actores académicos y administrativos del proceso de enseñanza y aprendizaje.

En el ámbito educativo, internet ha democratizado el aprendizaje mediante el acceso de nuevas poblaciones a la educación, mayores escalas, reducción marginal de los costos, inmediatez y globalidad. La calidad de las conexiones, gracias al aumento del ancho de banda, también ha contribuido a mejorar la calidad de los aprendizajes, permitiendo sistemas de simulación y apoyo de *chatbot*. No es solamente un tema de costos o calidad, sino que la red digital está cambiando la relación social entre las personas, las formas en que las personas se relacionan, producen, comercian y consumen, incluyendo especialmente el intercambio de todo tipo de información, hacia dinámicas más fluidas, flexibles, cercanas y de mayor utilidad comercial y social. Su crecimiento y su alcance son tan rápidos y amplios que ha llegado a ser definido como la *galaxia internet* y eje articulador de la Era Digital. Por la diversidad de componentes de esta *autopista de la información*, internet constituye tanto un canal de comunicación como de producción, comercio y consumo, de la misma forma que han caracterizado a las distintas revoluciones tecnológicas anteriores, pero a una escala superior por mayores escalas, flexibilidades superiores y costos muy inferiores por los flujos. Las impresoras 3D facilitarán cambios en el comercio de bienes hacia un comercio de servicios de contenidos e información, regulados por el derecho de propiedad intelectual como eje del acceso a los derechos de impresión o reproducción.

Hoy a internet se conectan 10 000 millones de dispositivos, más que toda la población mundial, y más de 4 000 millones de usuarios, permitiendo no solo la comunicación global, sino el desarrollo de un amplio comercio de intangibles a escala global con precios

decrecientes. La red será la base también para intercambiar productos tangibles, gracias a las impresoras en 3D y de apoyo a la logística global. Actualmente, esta tecnología se utiliza en una amplia cantidad de sectores de producción incluso, en el campo de la medicina ha sido aprobado por la FDA, la producción de medicamentos a través de este sistema, ya que ellos permiten a los médicos recetar dosis más precisas y ajustadas a las necesidades de cada paciente. Prótesis, trasplantes y órganos donde la impresión 3D permite adaptar cada pieza fabricada a las características exactas de cada paciente. Asimismo, destaca la producción de piezas metálicas gracias a las impresoras 3D de sintetización láser, donde un suministrador va depositando finas capas de polvo diferentes de acero, aluminio, titanio u otros metales y un láser a continuación funde cada capa con la anterior.

La industria de la impresión tridimensional parece constituir el inicio de un sector de relativa teletransportación, actualmente basado en diversidad de tecnologías, aplicaciones, materiales y soluciones, que irán probablemente convergiendo luego de la etapa actual de innovaciones fermentales. Entre las tecnologías de impresión 3D actuales se destacan, entre otros, la inyección de aglutinante, el procesamiento digital de luz, la fusión por haz de electrones, la fabricación a partir de filamentos fundidos, la inyección de material, el laminado por deposición selectiva, la sinterización selectiva por láser y la estereolitografía. Es probable que la lista continúe expandiéndose, en tanto se está aún en la fase de emergencia de innovaciones que usan el transporte digital, pero difieren en múltiples componentes de la producción. Es el mundo centrado en la producción de planos y diseños desde los países centrales, focalizados en mercados globales de consumidores, que ya se soñaba en el siglo XX, y que hoy requieren redes de fibra óptica y 5G.

Es una transformación de las características mismas de las tecnologías de transporte, que implicará un cambio en la producción y los derechos de autor y de acceso. Es una innovación más como parte de un proceso continuo de cambios, que cada uno de los diversos ciclos tecnológicos han impulsado y hoy deriva en el consumo digital de contenidos en red. Cabe pensar si en el futuro no tendremos libros, videos, cintas u otros recursos de aprendizaje tradicionales producidos en impresoras 3D, en una especie de vuelta hacia atrás del consumo físico, pero a la vez de inserción en la lógica digital. El papel desaparecerá de las librerías, pero no tal vez de nuestros anaqueles y bibliotecas personales, con impresoras 3D más complejas que permiten unir las hojas en libros. Hoy el negocio se usa en librerías en múltiples países. Cuando cambiarán las bibliotecas, no se sabe, aunque Google apostó a ello y fracasó.

En todas estas transformaciones, internet es el factor disruptivo y reorganizador más importante, asociado a la eficiencia de su uso para la sociedad, a su capacidad de integrar servicios diferenciados, a su continua reducción de costos y al carácter global de su impacto. A ello se agrega su posibilidad de incorporar programación informática e inteligencia artificial en la articulación entre sus nodos. Ya la instalación de internet a escala global está en su fase de conclusión y la superautopista de la información, el comercio y la comunicación se ha conformado a escala global, con su cada vez mayor poder disruptor y organizador de una sociedad digital en red, que comienza a requerir sistemas automatizados de gestión de la información, dada la escala de la red de nodos.

El crecimiento se ha establecido en todas las dimensiones: en los nodos al interior de las redes, en la diversidad de servicios y negocios que se brindan, en el ancho de banda, en la cantidad de usuarios, en la cobertura geográfica, en la intensidad del uso por las personas

y empresas, y en la potencia de las demandas de los sistemas. Pero más allá de su rol de comunicación, internet como industria cultural, supera ampliamente a las tradicionales industrias culturales analógicas de las revoluciones tecnológicas anteriores como el libro, el cine, la radio o la televisión, entre otras, las cuales se van digitalizando e integrando a la red. Como derivación del crecimiento de su ancho de banda, permite brindar servicios más complejos de comunicación, interactivos, de realidad simulada y de procesamiento de IA. Asimismo, se apoya en la telefonía IP o tecnología VoIP (*Voice Over Internet Protocol*) que es el sistema de telefonía donde la señal de voz se envía en forma de paquetes de datos a través de internet, por ende supone una reducción de los costos de comunicación para los usuarios, con desaparición de las redes telefónicas de voz para pasar a redes de datos.

La estructura de internet permite que diversas redes articuladas a ella se desarrollen, desplegando su flexibilidad, permitiendo mejores mecanismos de diferenciación y adaptación. Su propia base reticular favorece a las organizaciones, entre las cuales están la enseñanza, a desarrollar ofertas que se aprovechen de las redes para responder mejor a las demandas y a las necesidades concretas de las personas. La nueva educación se basa en transformar la información en conocimientos y estos en competencias con apoyo de simuladores, *streaming*, plataformas e IA. El rol de internet, como distribuidor de información, constituye la clave central para estos desarrollos superiores de tipo educativos. La red universitaria internet 2 es una expresión de ello.

La expansión de internet —junto con su carácter masivo y de bajo costo— impacta en una reducción significativa de los costos de la información y reduce las asimetrías informacionales entre las personas y entre las empresas, acelerando la creación de conocimientos.

Además, permite una amplia comparabilidad de los precios y la calidad de los servicios, aumentando la competencia y reduciendo los costos de acceso y la información, que deja de ser un bien escaso con fuertes costos para su acceso. Al reducir las asimetrías informacionales, las empresas se tornan más eficientes para competir en los mercados del conocimiento y la información, lo cual contribuye para articular estrechamente las tecnologías de comunicación y las redes a los modelos de gestión de negocios de las organizaciones.

El uso de internet se concentra fuertemente en las economías avanzadas en las cuales comenzó y que, en los inicios, dio pie a la aparición de brechas entre las áreas más pobres y ricas en el mundo. Ello es derivado del uso más intensivo de conocimiento en sus estructuras productivas. Sin embargo, tales brechas se están reduciendo como resultado de la expansión global de la comunicación, de la telefonía digital y de los negocios en red. Si el mundo mantiene las tasas actuales de crecimiento de personas usuarias de internet, en un máximo de dos décadas se podrá brindar acceso a internet al 100% de la población mundial, según la Comisión de Banda Ancha para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Para entonces podrán estar conectados a la vasta red de internet personas, aplicaciones y objetos que alimentarán cantidades inimaginables de datos y donde las herramientas de inteligencia artificial, cada vez más avanzadas, permitirán crear productos y servicios nuevos y disruptivos que generarán mucha riqueza y acceso a la educación global. El 5G facilitará el aumento de su uso al incorporarse nuevas aplicaciones, especialmente su uso en el internet de las cosas, de los vehículos de transporte y de los simuladores interactivos educativos o lúdicos.

Un reciente estudio de Poushter muestra que, en los últimos cinco años, ha habido un aumento constante en el uso de internet en 19 economías emergentes y en desarrollo, con un mayor crecimiento

en el uso de internet que en las economías desarrolladas. Entre 2013 y 2014, una mediana del 42% en estos países dijo que accedieron a internet al menos ocasionalmente o que tenían un teléfono inteligente. Para 2017, una mediana del 64% estaba en línea. Mientras tanto, el uso de internet en 17 economías avanzadas se ha mantenido relativamente plano, con una mediana del 87%, en estos países que utilizan internet al menos ocasionalmente en 2018. Este escenario potencial de masificación completa del acceso de internet —a escala mundial, a todos los sectores sociales, de género y edad—, se expandirá aún más con la economía colaborativa, las redes de 5G y el uso de la IA, a fin de cuentas, será la base del nuevo ciclo digital.

Los celulares: las nuevas computadoras de bolsillo conectadas

Los celulares, como dispositivos móviles, son computadoras de bolsillo que se han constituido en el instrumento más importante del manejo de información, asimismo, de la expansión y generalización de las computadoras personales. Más allá de internet, el segundo de los componentes centrales de la revolución tecnológica son los celulares digitales inteligentes. Las enormes computadoras de los 50, las computadoras personales de escritorio de los 70 y 80, las laptop de los 80, las tabletas de los 90, son las innovaciones que precedieron y sentaron las bases para la expansión de los celulares inteligentes de los años 2000 en adelante, es decir, computadoras de bolsillo, herramientas de acceso a las redes digitales y expresión de la miniaturización de los equipamientos electrónicos. Mientras que la cantidad de computadoras personales despachadas entre 2001 y 2011 han aumentado 11% por año, la cantidad de

dispositivos móviles inteligentes durante ese mismo período creció, en promedio, a una tasa del 102% anual. Hoy poseen celulares más de 1 000 millones de personas a nivel global. La evolución muestra un pasaje desde 1 000 millones (un billón) de líneas móviles en el 2003, 2 billones en el 2007, 3 billones en el 2010, 4 billones en el 2013 y 5,035 billones de suscripciones a celulares en el 2017, con una tasa de penetración mundial del 67%. Con un aumento de 1 000 millones cada 3 a 4 años; en el 2019 se alcanzó una línea de celular por cada persona en el mundo. La pandemia aceleró el uso y la cantidad de celulares como eje de la vida social, en este sentido, hacia fines del 2022 se alcanzaron 8 590 millones de celulares inteligentes en circulación, más que la cantidad de personas en el mundo.

La telefonía móvil es ya el mayor mercado tecnológico en estos momentos en el mundo. Las empresas participantes activas como Apple, Samsung, Google, Huawei, Sony o LG son, a la vez, algunas de las compañías con más peso en la era digital. Los dispositivos inteligentes en red son uno de los componentes que más ha crecido en la era de internet. Lo cual marca un aumento exponencial en la cantidad de personas que acceden también a las nuevas herramientas de aprendizaje, a través de aplicaciones, mediante dispositivos móviles. No es sólo telefonía inteligente sino el uso de *software* como aplicaciones (*apps*), que permiten utilizar los equipamientos y acceder a múltiples servicios de las redes, incluyendo sistemas de aprendizaje móviles.

A medida que las redes se tornan más grandes y los costos de la microelectrónica se abaratan, los propios costos de la telefonía se reducen, permitiendo que más gente se conecte a las redes a través de los celulares y así se creen nuevos negocios articulados a los celulares. Los teléfonos inteligentes se conforman como el eje de esta economía colaborativa. Es un ciclo virtuoso de tecnología y costos

que favorece la expansión de personas conectadas a la red, a través de estos dispositivos informáticos móviles, que ayudan a realizar las tareas y responden a las diversas necesidades sociales de las personas, con aplicaciones informáticas de fácil uso y bajo costo, por su uso masivo y su distribución a través de la propia red. La comunicación e interacción permanente a través de estos microcomputadores, cuya potencia es cada vez superior, se vuelven el centro de la vida social, con sus enormes capacidades de solucionar problemas y de crear riquezas basadas en el uso del conocimiento e información en entornos digitales.

El uso de teléfonos inteligentes sigue los mismos parámetros de universalización de internet. Aunque aún existen brechas entre países ricos y pobres, zonas dentro de los países y grupos sociales, tales diferencias se están reduciendo rápidamente. La expansión de la telefonía celular inteligente se está haciendo, además, más intensa en los países emergentes. En 2013 alrededor de una cuarta parte de las personas de las economías emergentes y en desarrollo, declararon poseer un teléfono inteligente. En 2017 esa proporción había aumentado 42%. Entre las economías avanzadas, 72% dijo tener un teléfono inteligente en 2017, siendo la misma tasa que en el año 2015-2016.

Los celulares han sido la base para el desarrollo de las aplicaciones móviles o *apps* (simplificación del inglés *application*), que son *soft* (del inglés *software*) diseñados para ser ejecutados en estos computadores micro personales, como teléfonos inteligentes, tabletas u otros dispositivos móviles, que han cambiado radicalmente el uso de los aparatos y su articulación con la red de internet. Con la aparición, en el año 2000, de la tecnología del WAP (protocolo de aplicaciones inalámbricas) se inició la descarga de aplicaciones por los operadores de telefonía. El auge de las aplicaciones, sin

embargo, se dio desde el 2008 con el lanzamiento del App Store de Apple y posteriormente, en el 2012, con la aparición del servicio de Google Play, con lo cual, la concepción y arquitectura tecnológica de los teléfonos inteligentes y tabletas modificó de forma radical el modo de acceder y navegar por internet. Los celulares se transformaron en el impulsor de internet a través de estas aplicaciones. Muchas de ellas, al tiempo, utilizan sistemas de interacción e inteligencia artificial en su relación con los usuarios.

En 2016, Apple anunció que existían para entonces 2 000 millones de aplicaciones disponibles para dispositivos con IOS. El crecimiento de las aplicaciones —muy características de la economía colaborativa en red—, no ha dejado de aumentar. El desarrollo de las *apps* desde el 2008 por Apple y Microsoft, ha expandido tanto el mercado de celulares inteligentes como el nuevo mercado de prestación de servicios digitales. Se proyectó que, en el año 2022, los consumidores dejaron más de 75 000 millones en la tienda de aplicaciones de Apple. Crecientemente, las aplicaciones ofrecen servicios educativos tales como cursos, enseñanza de idiomas, libros y audiolibros, preparación de exámenes, ayudantes de tareas, etc. La educación formal toma un nuevo derrotero y todas las plataformas de cursos MOOCs se presentan para su acceso a través de celulares mediante *apps* propias, suministradas a través de las tiendas de Microsoft o de Apple entre otras.

Se visualiza que el nuevo ciclo de la disrupción digital en la expansión alrededor de internet —y de los celulares inteligentes— será internet de las cosas, tanto a través de las aplicaciones móviles como a través de ellos en forma automática y autónoma. La comunicación entre personas evolucionará a una comunicación por medio de objetos físicos, gracias a la inteligencia artificial asociada a las redes de comunicación de internet. Sin embargo, está también asociado

a los niveles de conectividad que serán aún mayores con las nuevas redes 5G. Tal vez la comunicación entre las cosas y *entre nuestras cosas* siempre pase por nuestras manos, a través de los celulares inteligentes para los casos que debamos decidir, pero la IA tenderá a facilitarnos las interacciones. Aunque no siempre queramos que la cafetera se prenda a la misma hora o que el vehículo nos recoja en el mismo lugar o que el curso de enseñanza lo tomemos a la misma hora.

La conectividad como articulación de redes y equipamientos

Internet, celulares inteligentes y demás objetos conectados, así como la propia conectividad y su ancho de banda, para permitir el flujo de información con *Big Data*, constituyen los centros de la disrupción digital, por ende, son la base de la conformación de la sociedad digital y de los nuevos modelos de negocios de alcance global. El aumento de la cobertura y de su conectividad amplía las oportunidades, impactando en la creación de los múltiples modelos de negocios digitales, impulsando mejores competencias técnicas y profesionales, las cuales a su vez fomentan cambios educativos. Si al inicio se crearon brechas de acceso, la cobertura las está reduciendo con una amplia democratización de los participantes en red.

La conectividad —sea alámbrica como inalámbrica, terrestre, subacuática o satelital, móvil o fija— refiere a las formas de integración entre las redes y los equipamientos, en este sentido, se constituye en un campo básico de la sociedad digital y de la integración de las tareas y personas. La fibra óptica terrestre, las redes submarinas, los satélites o las conexiones más simples como el Bluetooth, son algunos de los centenares de componentes que

integran y le dan soporte a la sociedad en redes de computadores. La conectividad refiere a la capacidad de un dispositivo de poder ser conectado, generalmente a una computadora personal u otro dispositivo electrónico. Es la articulación entre los diversos componentes digitales dados por las redes y los equipamientos, que comenzará a estar articulada a la IA en la nube.

Más allá del desarrollo de internet y de los celulares inteligentes, la conexión y la fibra ancha se constituyen en componentes que inciden en las diferencias y desigualdades a escala global entre los países, es decir, limitan la expansión de los accesos a la sociedad digital, uno de ellos es la educación virtual. En la región, por ejemplo, los datos muestran diferencias entre los países que limitan la inserción global, de igual manera, revelan asimetrías en relación a la inserción en la sociedad digital y los espacios potenciales, para el desarrollo de la educación digital en redes globales.

Mientras Singapur es el país con conexión a internet más rápida del planeta, con una velocidad promedio de 60.39 megabits por segundo (Mbps), la contracara es Yemen con una velocidad promedio de 0.31 Mbps. El top ten del ranking lo completan países de Europa. América Latina no está entre ellos, ni entre los primeros 70 países del mundo; el mejor ubicado es Panamá, ocupa el puesto 72 a nivel mundial con una velocidad promedio de 7.05 Mbps. Luego aparecen Puerto Rico (1.39.15), Uruguay (1.50.15), Cuba (1.57.08), México (1.59.58), Chile (2.24.07) y República Dominicana (2.34.49), son los únicos que ingresan entre los primeros 100. El que está peor ubicado es Venezuela, tiene una velocidad de 1.24 Mbps. Le siguen Paraguay (6.35.25), Bolivia (6.00.10), Haití (4.42.24), Brasil (4.24.45) y Nicaragua (4.18.49).

Así, aunque en internet y en telefonía, el continente con sus diferencias está relativamente bien posicionado; en lo referido a velocidad de conexión y ancho de banda, está aún en una posición retrasada y

con fuertes diferencias internas. En consecuencia, limita la educación digital que se reduce muchas veces —por la escasa conexión— a materiales muy simples, poca interacción y poco uso de videos y simuladores. La colaboración hombre–hombre, como hombre–máquina, es escasa y la baja conectividad facilita procesos asincrónicos. Sin embargo, los avances en 5G, conectividad, compresión digital, ancho de banda, incluso holografía e impresión 3D, impulsarán nuevas dinámicas sincrónicas de enseñanza, tanto hombre-hombre como hombre–máquina-hombre para quien quiera, o asincrónicas si no puede, al conformarse como recursos educativos digitales.

El uso educativo con un ancho de banda superior en la infraestructura tecnológica, contribuye a impulsar mayores niveles de disrupción digital por parte de las instituciones académicas, así como de expansión de la educación virtual. Cuando los indicadores centrales de la sociedad digital (internet, equipamientos móviles conectados y niveles de conexión, ancho de banda, IA y 5G) alcancen niveles superiores y generalizados, para los diversos territorios y grupos sociales de la región, en tal caso facilitará la plena consolidación de la educación digital y virtual en todas sus dimensiones, incluyendo que los objetos de aprendizaje se muevan en forma planificada —mediante programación informática, redes e IA— con mayor o menor velocidad y permitiendo aprendizajes adaptativos. Los simuladores, las bibliotecas virtuales en línea, los videos educativos de alta calidad, los *chatbots*, la alta interacción sincrónica, se expandirán junto con la educación adaptativa, los hologramas, la educación automática en paquetes de aprendizaje e inteligencia artificial.

La supercarretera digital bajo el agua

La enorme expansión de internet, la conformación de la nube como modelo de almacenamiento cerca de los grandes centros de demanda, la enorme cantidad de dispositivos informáticos conectados y la transmisión en línea a escala global, fueron el soporte de la gran expansión de los cables submarinos de las últimas décadas. Por lo tanto, ha implicado la construcción de millones de kilómetros y miles de carreteras de cables bajo el agua, donde viajan 95 % de los datos de internet y tráfico de voz y que está en crecimiento continuo.

Este tendido de cables submarinos comenzó alrededor de 1840, cuando Samuel Morse sumergió en 1842 un cable en Nueva York, a través del cual telegrafió, y cuyas redes se expandieron a medida que se incrementó su uso. En el siglo XX, las redes submarinas crecieron apoyando la telefonía; sin embargo, este sistema se redimensionó desde 1988, cuando se instaló el primer cable submarino de fibra óptica, permitiendo las iniciales transmisiones de señales digitales de voz, datos e internet a velocidades superiores. Actualmente, 75% de la información que se transporta son datos y solo 4% del tráfico lo acaparan las llamadas de voz, las cuales atraviesan una infraestructura de 436 cables submarinos, que recorren 1.3 millones de km alrededor del mundo. La tecnología de fibra óptica está en aumento permanente y alcanza a una velocidad de 250 terabits por segundo. No solo aparecen nuevas empresas y mercados, sino que hay una renovación y mejoramiento continuo de las redes existentes. Estos cables tienen una vida útil de 25 años, pero mucho menor en términos económicos, que impulsan nuevas redes con niveles superiores de ancho de banda, menor consumo de electricidad, mayor resistencia a los golpes, mejor seguridad y vigilancia, y menores técnicas de protección al agua y al frío bajo el océano.

Esta red de cables submarinos (primero de hilos de cobre, luego coaxial y ahora de fibra óptica con capas aislantes y mejor conexión) son la base de la red mundial de telecomunicaciones, tanto pública como especial y crecientemente privada, que une países, regiones y continentes por debajo del agua. Ella conecta al 99% del mundo, en tanto que el restante 1% se realiza mediante satélites. Sin embargo, se ha sostenido que la capacidad de internet satelital aumenta al tiempo que sus costos bajan, por su parte, en los sistemas terrestres y submarinos de cable los costos no se han reducido tan significativamente. Los cables además tienen varios amplificadores ópticos cada 100 km, que son como repetidores que amplifican la señal a lo largo del cable, y usan una tecnología de multiplexación, que permite maximizar la capacidad de transporte de información, teniendo como resultado menos costo, mayor latencia, mayor ancho de banda y mayor velocidad. En tal caso, si hace 15 años la relación de tráfico de internet entre los cables submarinos y los satélites eran igual, ahora la tecnología del cable físico ha desplazado a la transmisión vía satélite, aun cuando son dos tecnologías en competencia y en fuerte articulación. Por ejemplo, en cada extremo de tierra de los cables submarinos, las estaciones de aterrizaje enrutan los datos —muchas veces— tanto a través de redes de fibra óptica terrenas como de comunicaciones inalámbricas. En esta competencia, actualmente, Starlink proyecta colocar 30 000 satélites en una órbita baja a 550 kilómetros de altura, para ofrecer internet a escala global en un negocio único e integrado, una vez con 30 000 satélites funcionando y ofreciendo internet de alta velocidad —con velocidad de comunicación entre el satélite y los dispositivos terrestres— de 20 milisegundos. También compite con la constelación de satélites de comunicaciones Iridium, que orbitan a una altura aproximada de 780 km de la Tierra.

Los cables submarinos son un mercado altamente competitivo, con fuertes inversiones y con una reducción continua de la vida útil técnica y económica de los cables, como resultado de su innovación continua y de las inclemencias. La expansión de redes submarinas de fibra óptica fue impulsada por las grandes empresas de telefonía como Verizon y AT&T, y en las digitales tales como Google, Facebook, Amazon y Microsoft que son dueños o arrendaron más de la mitad del ancho de banda submarino en 2018. Facebook y Google incluso construyeron conjuntamente algunos cables cerca de sus centros de datos y de consumo. Los cables submarinos por sí mismos son un gran negocio que alcanzará los 30 800 millones en 2026, con una tasa de crecimiento anual del 14,3%, donde no solo se apoya la base del capitalismo de plataformas, sino que será determinante para la expansión futura de la inteligencia artificial que necesita grandes redes de fibra óptica para funcionar.

Capítulo IV

Los derechos educativos digitales

Los ejes de los derechos humanos

El nuevo ciclo social y económico, impulsado por el cambio tecnológico y la globalización, no se reduce a los aspectos meramente técnicos de nuevas formas de acceso a las redes y de interacción social y de negocios, sino que al mismo tiempo está imponiendo nuevas brechas sociales, asociadas a dicha disrupción y con ello la aparición de unas nuevas demandas de igualdad de las personas, es decir, las que se conforman como derechos para acceder a la sociedad digital y reducir las exclusiones sociales. Estos derechos digitales se constituyen en una nueva generación de derechos humanos, como requisitos para acceder en igualdad de derechos y posibilidades a la sociedad digital. Más allá de ser derechos subjetivos y personales, incluso de algunas colectividades más excluidas, son derechos sociales y transversales de todos los grupos sociales.

Los derechos humanos constituyen una serie de privilegios inherentes a todas las personas sin ningún tipo de distinción. Hay derechos de unos sectores, y hay derechos de todos, siendo los derechos humanos los que atraviesan a todas las personas y colectivos, más allá de sus características propias y singulares. Ellos han marcado diversas etapas en el devenir social, en tanto sus características

y definiciones específicas emanan de las realidades y de la propia evolución social de los países. En tal sentido, se ha considerado la existencia de diversas generaciones de derechos humanos, con la finalidad de que faciliten a las personas el acceso al pleno disfrute de los servicios y bienes, creados en las nuevas realidades económicas y sociales impulsadas y asociadas a los ciclos tecnológicos.

En este proceso histórico se ha considerado como derechos de primera generación a los derechos humanos que refieren a las libertades. Son derechos inherentes a la persona que para su ejercicio individual requiere de la libertad. Estos derechos políticos han sido formulados por la Declaración Universal de los Derechos del Hombre y el Ciudadano que impulsó la Revolución Francesa. El derecho de enseñar, de educarse o el derecho a la libre expresión, fueron las expresiones en lo educativo de estos derechos, centrados en la libertad y la igualdad entre todos y la fraternidad desde el Estado. Muchos de estos derechos fueron negados en sus inicios para mujeres, personas de color o sin recursos económicos, finalmente conquistados. La concreción de estos derechos, no ha sido instantánea, sino producto de un largo tiempo de luchas y aún está en construcción a escala global. La relación incluso entre los mercados libres y la libertad de acción de las personas se ha constituido en un eje institucional de soporte de estos derechos, que han sido la base de la construcción de nuestras sociedades modernas democráticas y de mercado, centradas en la libertad individual, el sufragio universal y el equilibrio de la separación de los poderes.

Posteriormente, asociado a las nuevas demandas sociales, para que los Estados faciliten la accesibilidad de las personas a esos derechos, irrumpió una segunda generación de derechos humanos, que fungieron como complemento de la acción de la política pública por parte de los Estados. Son derechos orientados a que las personas pueden acceder a la realización de sus derechos humanos

fundamentales, gracias a la acción activa de los Estados nacionales. Estos derechos humanos de segunda generación referidos a la seguridad, al trabajo o a la educación, son la base de las acciones públicas para garantizar la realización de los derechos individuales de las personas, especialmente para aquellos que no puedan lograr alcanzarlos individualmente, en tal caso, los conforma como derechos colectivos. Muchos consideran la Carta de las Naciones Unidas de 1948 como la base de estos derechos colectivos. Refiere a derechos sociales y económicos, los cuales requieren del Estado para su cumplimiento y que las personas sin recursos pudieran acceder a esos bienes y servicios. Estos derechos han sido la base del accionar de las políticas sociales del Estado. En lo educativo se ha asociado a un aumento de la oferta pública, la gratuidad, la masificación del acceso, el control de la calidad y la regulación sobre los diversos actores, para impulsar y cautelar esos derechos. En este sentido, se ha realizado a partir de brindar servicios básicos por el Estado, por medio de establecer estándares mínimos de calidad de los servicios ofrecidos por los particulares y los diversos actores públicos. El Estado docente y evaluador es la expresión de estos derechos.

Con la internacionalización de las sociedades y la expansión de las asimetrías educativas a escala global, irrumpió una tercera generación de derechos humanos referidos al ámbito internacional, que plantea que los derechos básicos de las personas, y también los derechos colectivos, requieren del apoyo de la comunidad internacional y del acceso al sistema de educación global para alcanzar los derechos fundamentales. Lo dominante de esta tercera generación de derechos refiere a los aspectos del medio ambiente, del mar, del espacio, de libertad de movilidad a escala internacional, además del acceso al conocimiento y la información global. En lo educativo es decir que, para acceder al conocimiento internacional, se requiere la movilidad y el acceso e intercambio de toda la información, sin las cuales las

personas no pueden alcanzar localmente sus derechos fundamentales individuales o colectivos. Otros tratadistas han incorporado una nueva generación de derechos, de cuarta generación, asociados a colectivos marginados del desarrollo, que tienen sus propias lógicas de exclusiones particulares. Desde las mujeres, los niños, los ancianos, los enfermos, los migrantes, las personas con discapacidad, los presos, las personas de otros géneros no binarios o de otras orientaciones sexuales o los grupos multiculturales, así como posteriormente de múltiples subgrupos, son algunos de los colectivos que se agrupan en este conjunto de derechos de grupos sociales específicos marginados, que reclaman su inclusión económica, social, regional, cultural o política.

El derecho a la elección educativa en el contexto digital

La Declaración de los Derechos Humanos de 1948, aprobada por las Naciones Unidas constituida en la referencia universal de los derechos sociales y económicos, incluyó como derechos fundamentales, el derecho a la educación, el derecho a enseñar y el derecho a elegir. En este marco estableció el derecho de las familias a velar por la educación, así como su derecho preferente a escoger el tipo de educación. El derecho a la educación se estableció como un conjunto de derechos educativos diversos y entrelazados entre sí, referidos a estudiar, enseñar y elegir, a la par de la responsabilidad del Estado para contribuir a alcanzar esos derechos por parte de las familias y las personas. Acorde con ello, la mayor parte de las Constituciones se apoyaron en este paradigma de conjuntos de derechos integrales, en los cuales se articulan libertades individuales, así como responsabilidades institucionales y establecieron los derechos de aprender, enseñar, elegir. La libertad de enseñanza se estableció junto con el

derecho del padre o tutor a elegir, para la enseñanza de sus hijos o pupilos, los maestros e instituciones que desee. Este principio de libertad de elección en materia educativa, como *derecho a elegir*, se constituye en pilar de los derechos educativo, y tiene su sustrato en el derecho a la libertad de las personas, base de los Derechos del Hombre y el Ciudadano de 1789 de la Revolución Francesa, reafirmado en la Declaración de 1948 de las Naciones Unidas. Así, el derecho a la diversidad en materia educativa es uno de los aspectos centrales derivados y complementarios del derecho a la educación. No existe derecho educativo sin derecho a la elección educativa y a la diversidad educativa, con la única limitación por parte del Estado por cuestiones de higiene, moralidad, seguridad y orden público, para velar y proteger la calidad para el cumplimiento y realización de estos derechos educativos.

Así, el derecho a la educación no se limita a la libertad para aprender y enseñar, sino que implica el derecho a la elección. Obviamente, la elección no es entre la existencia del servicio o su inexistencia, sino entre diversos tipos de prestadores, modelos e instituciones educativas. Los distintos constituyentes no establecieron la distinción entre un servicio privado o estatal, ni nacional o departamental, mucho menos entre uno presencial, a distancia o virtual, sino que dispusieron un amplio derecho educativo a la diversidad. Este derecho a la elección como base del derecho educativo, pone a las personas en igualdad de condiciones para acceder a la educación con libertad de elección, lo que mejor se ajuste a sus deseos y necesidades. En tal sentido, al incluirse *el derecho educativo a elegir*, se impone al Estado la obligación de habilitar todas las opciones educativas, para que las personas puedan ejercer su derecho, con las únicas salvaguardas dispuestas de calidad de estándares mínimos. Además, al no establecerse limitaciones, ha dejado abierto el derecho a la existencia de nuevas ofertas y prestaciones educativas,

como derivación de los avances en las técnicas, de nuevas concepciones y modelos educativos o de la propia libertad de las personas para crearlas. Así, el derecho a la educación, enseñanza y elección, al estar asociado a la diversidad, impone al Estado la habilitación de todo tipo de ofertas educativas, así como la supresión de cualquier limitación que hubiera, que restringiera la prestación de posibles servicios de enseñanza.

El derecho a la educación derivó en un conjunto de políticas públicas, orientadas a permitir el acceso en igualdad de condiciones y de calidad a los servicios educativos, asimismo, en el derecho a elegir, permitiendo la diversidad de prestadores educativos. La libertad de la oferta fue la base de la primera generación de derechos educativos. Es un marco que propende a que no existan monopolios, sino diversidad y libertad en materia educativa. De este marco han derivado las políticas activas o de compensación, que han buscado poner en igualdad de condiciones a las personas con limitaciones para acceder a la educación terciaria, acorde a los derechos educativos de cuarta generación. Sin embargo, esto implicó acciones económicas, pedagógicas y sociales para que los sectores sociales y geográficos excluidos pudieran acceder a la educación en igualdad. Las becas para estudiantes de menores ingresos, la gratuidad o acciones específicas para el acceso a las personas con discapacidad o privados de libertad son algunos de los muchos casos. También ha sido la base de la habilitación e impulso a la educación nocturna.

Actualmente en el contexto tecnológico, se abren nuevas oportunidades de elegir para poder cumplir el derecho a la educación y nuevas diversidades, como la educación virtual en sus múltiples formas, de esta manera ampliar las posibilidades del derecho a elegir la educación. La búsqueda de la flexibilidad en los sistemas educativos para responder a los particularismos de las personas, ha sido uno de los componentes pedagógicos de esas políticas. En un tiempo, clases

nocturnas o en el interior —y la diferenciación— fueron mecanismos de políticas para permitir el derecho a la elección educativa. Luego de acceso de mujeres y personas de grupos tradicionalmente excluidos como personas de color, con discapacidades o de culturas ancestrales. Hoy, no solo se requiere impulsar modelos educativos centrados en la flexibilidad y la diversidad para responder a los particularismos de los diversos grupos sociales, culturales o geográficos, sino facilitar la educación en red. Y la diversidad de modalidades.

La diferenciación y diversificación de la educación es la base para la realización del derecho a la educación por parte de las personas, también de su derecho a la elección. Es claro que la educación debe ajustar sus modelos y dinámicas de enseñanza a los particularismos de las demandas sociales y las oportunidades tecnológicas, que permite cada ciclo tecnológico. No son las personas que deben abandonar sus particularismos para poder acceder a la educación o, en su defecto, quedarse sin el derecho a la enseñanza. Es evidente que las personas con discapacidad, privadas de la libertad, de muchas regiones sin servicios educativos, con regímenes de trabajo con alta movilidad o jornadas continuas, no pueden fácilmente cambiar sus características de vida, para poder ejercer su derecho a la educación bajo los tradicionales formatos. Ellos carecen del derecho a la elección, no obstante, hoy la educación a distancia y virtual, en todas sus formas, permite efectivizar ampliamente el derecho a la educación. Lo cual se ha apreciado con brutal intensidad en la pandemia en la educación terciaria. Las tecnologías son las que viabilizan la diversidad.

En otros tiempos, el derecho a la elección implicó regionalizar la educación pública y habilitar nuevos proveedores en educación superior, fundamentalmente privados, para permitir el acceso al derecho a la elección educativa. En el actual contexto de las tecnologías de comunicación e información y en redes digitales, se han creado

nuevas modalidades de acceso al conocimiento y a la educación, que amplían *el derecho a la elección educativa* y se conforman como parte de los derechos digitales emergentes de quinta generación.

Los nuevos derechos digitales y la educación digital y virtual

La disrupción digital ha creado nuevas brechas sociales, especialmente cognitivas, es decir una quinta generación de derechos que propenden a reducir dichas brechas y promover igualdad de oportunidades. La amplitud de las disrupciones que se provocan con el cambio tecnológico está en la base de la creación de los nuevos derechos, para poder acceder en igualdad de condiciones a los nuevos entornos y servicios digitales. Esto refiere a un conjunto de derechos integrados y enfocados a los aspectos digitales, orientados a reducir las brechas creadas y favorecer la accesibilidad a la emergente sociedad de la información y el conocimiento. Las brechas cognitivas, sociales, económicas o laborales, así como informacionales que se producen, derivadas de los efectos de la creación destructiva de las tecnologías digitales, la irrupción de las brechas generacionales entre nativos y migrantes, las brechas sociales derivadas entre diferentes entornos familiares digitales, las geográficas asociadas a los retrasos en la instalación de las redes digitales y la transformación de las infraestructuras, las asimétricas de formación digital asociadas a la falta de transformación de los currículos y las instituciones universitarias a las dinámicas digitales y virtuales, buscan ser subsanadas con la irrupción de estos nuevos derechos, que imponen a la política pública demandas particulares. Además, el acceso a la educación virtual, la protección en el ciberespacio o la conectividad son algunas de sus bases constitutivas.

Los nuevos derechos digitales remiten al diferenciado acceso de las personas a lo digital por sus recursos, localizaciones o capacidades. Como todos los derechos humanos, refieren al cumplimiento de mínimos sociales, asociados a procesos políticos en curso con tensión entre ideas y realidades, posibilidades y necesidades, impulsos y resistencias, y prioridades e intereses. Un caso, por ejemplo, es cómo las ciudades alrededor del mundo han ido instalando lentamente wifi gratis en plazas y lugares públicos, asimismo, en varios países se plantea un mínimo de conectividad de ancho de banda en la prestación de este servicio público. La amplitud de estos derechos, que son la base para la propia expansión de la revolución digital, es muy amplia y variada a escala local, nacional o internacional, además, su concreción contribuye a facilitar el ingreso de las sociedades a las transformaciones que impone la revolución tecnológica digital y sus inequidades.

Cada fase de las transformaciones socioeconómicas —de los ciclos tecnológicos— crea desigualdades en los mercados y las sociedades ante el avance de algunos sectores y áreas, de igual manera, estos cambios impulsan derechos nuevos estimulados por la política de los contextos de cambio. La dimensión de lo digital es de una escala internacional, con acelerada velocidad de transición entre los ciclos y un fuerte carácter destructivo, rápido y amplio del impacto de las innovaciones. La quinta generación de derechos digitales refiere al derecho de acceso a la informática, de acceso a la sociedad de la información en el ciberespacio y en internet en condiciones de igualdad y no discriminación, del acceso y uso del espectro radioeléctrico y de la infraestructura para los servicios en línea, sean satelitales o por vía de cable, del derecho a formarse en las nuevas tecnologías, a la autodeterminación informativa, a la seguridad digital, al acceso a internet, a la protección del derecho intelectual en el ámbito digital y también al acceso a la educación virtual y a la inteligencia artificial.

Esta quinta generación de derechos humanos enfocados al ámbito digital, se gesta para facilitar y promover la amplia accesibilidad digital, a la vida social y el trabajo digital. No se asocia meramente a los derechos de información, sino a un mundo de innovación que crea exclusiones de la nueva economía y donde el teletrabajo, la teleeducación, la telejusticia, la comunicación digital y en redes, imponen múltiples oportunidades de democratización educativa.

Los derechos humanos constituyen una serie de privilegios o reconocimientos inherentes a todas las personas, sin ningún tipo de distinción, y que se han ido consolidando en el desarrollo de las sociedades. Han marcado diversas etapas en el devenir social, en tanto sus características y definiciones específicas emanan de las realidades y de la propia evolución social de las personas. Estos derechos están asociados a superar las exclusiones, que se crean en cada revolución tecnológica, y de acceder a las oportunidades que se abren. Por eso, lleva a que las personas conciban nuevos derechos, con la finalidad de reducir sus exclusiones, y les faciliten el acceso al pleno disfrute de los servicios y bienes —que crea la revolución en los procesos de trabajo— y con ello minimizar impactos negativos en la transición del ciclo. Son las disrupciones tecnológicas y sociales las que crean las nuevas brechas sociales y la aparición de derechos (como demanda social), en consecuencia, propenderá a legitimar la búsqueda de una mayor accesibilidad social para reducir esas brechas. La disrupción que crea la tecnología tiene su expresión en términos de una desigualdad de acceso, fundamentalmente en su fase inicial de irrupción, pero también permanentemente dada la innovación continua como dinámica de la lógica shumpetereana. En este caso, este derecho humano es el basamento de políticas de inclusión y de una demanda de servicios ante el Estado, para lograr la igualdad de las personas, especialmente de formación.

El supuesto de este enfoque sostiene que las diversas revoluciones tecnológicas impulsan disrupciones y una creación destructiva de servicios, productos o ámbitos sociales, que no solo crean desigualdades, sino que la innovación continua impone accesos restringidos a selectivos sectores sociales y económicos. Posteriormente, cuando se generalizan estas disrupciones tecnológicas asociadas a políticas públicas desde el Estado y el abaratamiento de costos y precios, es lo que facilita el acceso para todos, al promover las infraestructuras necesarias y los accesos sociales y económicos indispensables. Son las políticas públicas legitimadas y promovidas por esos nuevos derechos en disputa, los que favorecen la democratización de esos servicios. Las búsquedas en la accesibilidad social y política se conforman como el eje de las aspiraciones de estos derechos.

La educación digital como derecho humano

La educación está en el centro de estas mutaciones, especialmente la educación digital virtual, más allá que también impacta en la educación presencial, que se virtualiza con plataformas de apoyo, simuladores y laboratorios informáticos, sistemas de gestión automatizados en red y recursos de aprendizaje digitales.

En este sentido, la región ya está insertada en esta transformación digital con 437 millones de internautas (2018) y una tasa de penetración del 67% de la población total; 459 millones de líneas de celulares con una penetración regional del 71% y conexiones de banda ancha que alcanzan al 58% de la población, que en promedio gastan el 2% de sus ingresos mensuales para contratar un servicio de banda ancha fija de 1 Mbps. Por número de hogares conectados a internet, la región alcanzó una participación del 43,4% del total en 2015. La pandemia

aceleró estos indicadores, impulsando un mayor nivel de digitalización de la sociedad, por ejemplo, en la educación de nivel superior. Sin embargo, en general, la educación digital no está acompañando las enormes transformaciones en las infraestructuras, porque la disrupción digital en el mundo universitario está altamente retrasada, por múltiples políticas públicas y paradigmas ideológicos, en consecuencia, niegan el derecho a la educación a miles de personas a educarse y dotarse de mejores oportunidades de vida y el pasaje hacia una universidad 4.0. El acceso a una educación de calidad y pertinencia hoy está atado al derecho digital.

El nuevo ciclo tecnoeconómico digital crea divisiones y brechas que derivan en esta quinta generación de derechos humanos digitales, la cual propende a la superación de las desigualdades sociales que se crean al democratizar el acceso al mundo digital o virtual. Históricamente las sucesivas generaciones de derechos humanos en materia educativa, buscaron responder a las exclusiones que las sociedades y sus cambios tecnológicos generaron. Todos ellos se constituyen en componentes para la propia realización de los derechos humanos fundamentales. En este marco, el acceso a la educación virtual, en toda su amplitud, es un nuevo derecho que no refiere solo al derecho a una educación digital, sino de pertinencia al contexto digital. En tanto, reconoce que la educación presencial tiene limitaciones para permitir el ejercicio del derecho a la educación para todos, ya que es un bien excluyente por definición, es decir, dos personas no pueden sentarse en la misma silla. La educación presencial no es un bien público, ya que el consumo de uno tiende a excluir el consumo de otro por las características técnicas del servicio. Esta generación de derechos humanos refiere a los derechos digitales, que remiten al acceso a internet y a la sociedad de la información en condiciones de igualdad y no discriminación, de formarse en las nuevas tecnologías digitales, así como del derecho a la privacidad y a la seguridad digital, a un mínimo de

conectividad y de acceso de banda ancha público, incluso al derecho a una formación básica de las competencias informáticas e informacionales. En este marco, el acceso a la educación virtual en toda su amplitud es un nuevo derecho educativo y humano. No alude solo al derecho a una educación digital, sino a la calidad en su prestación. En tal sentido, la educación virtual es la única que puede ser vista —técnicamente— como una educación para todos, por ende, como un bien público, por lo que su acceso se debe constituir en un objetivo político de primera importancia.

El acceso presencial, el requisito de cercanía y la imposición de determinados componentes educativos, establecen formas de acceso limitadas para el pleno ejercicio del derecho a la educación. La educación digital —servicio que llega a todas partes a través de la red fuera del tiempo a el lugar de los actores y con menores costos por mayores escalas— constituye el único que permite el efectivo ejercicio del derecho a la educación, al tiempo que se ajusta a las particularidades de la vida de las personas.

La educación presencial no permite ejercer el derecho a la educación, sino que lo limita y restringe. Tiene costos mayores directos e indirectos, además, constituye un servicio que se brinda con limitaciones en términos de los lugares y tiempos para su acceso, que reproduce desigualdades según las características socioeconómicas de las personas por la movilidad física que se impone. La educación digital, al permitir el acceso de las personas sin limitaciones sociales o personales, permite ejercer plenamente el derecho a la educación. En este sentido, la educación digital no es una diferenciación institucional derivada de la revolución tecnológica digital, sino que es una forma más completa y amplia para ejercer el derecho a la educación en el actual contexto tecnoeconómico. La tecnología es la que permite cumplir el derecho humano a la educación.

El derecho a la educación digital es, a su vez, más amplio en sus derivaciones, implica también el derecho a acceder a las obras intelectuales en el ámbito digital, el derecho de estudio a nivel internacional a través de la red, el derecho a acceder a bibliotecas y repositorios virtuales públicos o globales, y todos los derechos de acceso al ciberespacio e internet, asimismo, el derecho a beneficiarse de los avances digitales tal como la inteligencia artificial.

No obstante, este escenario de quinta generación de derechos humanos digitales, impone cambios de otros derechos, que se rearticulan para cubrir también los entornos digitales. Un caso particular refiere a los nuevos derechos de propiedad intelectual en el ámbito digital, que amplían y transforman los derechos tradicionales de autor, conexos y de la propiedad industrial, que englobaban a todos los derechos de propiedad intelectual con todas sus variantes y expresiones, sin embargo, ahora se agrandan para proteger la creación, la copia, la reproducción, la exhibición, el acceso y muchas otras formas en el ámbito digital. La desaparición del prototipo, la facilidad de copia y la diversidad de tecnologías hace a estas nuevas figuras del derecho de protección intelectual, en el contexto digital, mucho más complejas de proteger.

La inteligencia artificial como derecho humano

El acceso a la nueva disrupción digital, ante la irrupción de la inteligencia artificial, en sistemas informáticos predictivos que se retroalimentan en la interacción con personas, bases de datos o sensores, gracias a lo cual aprenden para mejorar su precisión y respuesta, también constituye un derecho humano porque permite beneficiarse de los avances de la ciencia. Este derecho, con sus

limitaciones y sus basamentos como todo derecho, es lo que está en discusión acelerada con la masificación de algunos algoritmos.

Con la revolución digital y la enorme disrupción que han generado las tecnologías digitales de comunicación e información, irrumpió la nueva generación de derechos humanos para acceder a dichos beneficios, para limitar las desigualdades y asimetrías sociales y regionales que dicha nueva tecnología crea en sus inicios. Pero este no es un proceso estático porque irrumpe una nueva fase de la revolución digital, también se plantea el derecho de las personas para beneficiarse de la inteligencia artificial en la vida económica y social —y del *machine learning*— en lo educativo, de esta forma no quedar marginado de dichos avances, pero protegido de sus impactos. El derecho a la inteligencia artificial refiere al acceso a los resultados de la ciencia y las potencialidades, que están permitiendo estos sistemas de predicción y manejo de la información digital en casi todos los campos, además, permiten una mayor focalización y pertinencia de los servicios, con producciones más ajustadas a las demandas de las personas y de sus singularidades.

Estamos a las puertas de cambios profundos y un nuevo ciclo económico, gracias a la IA con sistemas predictivos —con altísimo nivel de certeza y probabilidad de ocurrencia—, de enormes avances en diagnósticos de salud, pronósticos del tiempo y otros miles de escenarios posibles, con enorme eficiencia en el manejo de los recursos naturales o de creación de conocimientos y respuesta a miles de problemas. Los beneficios serán de una dimensión enorme, equiparable a los que en su momento fueron la electricidad, la cadena de montaje y la producción en serie, las computadoras o internet. Y sin duda, también sus impactos y los cambios sociales, laborales, culturales y económicos.

La IA abre insospechados avances en muchas áreas como la investigación en salud, la seguridad de las personas, entre otras, que deben derivar en beneficios colectivos, asimismo, no puede quedar

prohibida, ni limitarse a unos reducidos grupos sociales. No habrá áreas de la sociedad que no sean impactadas con grandes avances en la innovación, el conocimiento o la eficiencia en el uso de los recursos gracias al uso de la IA. En consecuencia, tendrá impactos masivos en el mundo del trabajo, con la necesidad de reciclaje de competencias y en la creación de capacidades para rearticular la relación y la simbiosis entre los hombres y las máquinas en los nuevos contextos. La sustentabilidad social requiere mucha investigación que se apoyará en IA. Todo, plantea el derecho de las personas y las sociedades a beneficiarse de los avances de las TIC, sin limitar obviamente los controles sobre los riesgos. En estos derechos de quinta generación digitales, que ya incluían el derecho a la conectividad, el ancho de banda, el acceso, las bibliotecas virtuales y la educación, entre otros elementos, se incorpora el derecho a la IA con sus diversas singularidades. Uno de estos refiere a los temas de la protección contra el engaño y la falsedad, a la vez a la posibilidad de trabajar y crear apoyado en la IA.

Sin duda, tal como aconteció en todas las revoluciones anteriores en la historia, la inteligencia artificial genera resistencia en sectores impactados o con aversión al cambio, en este sentido, debe impulsar la construcción de una nueva juridicidad que sostenga el funcionamiento y, a la vez, el derecho al acceso a la inteligencia artificial por sus enormes beneficios y oportunidades. Por un lado, destaca el impacto de estos instrumentos en la veracidad de los productos, que requiere establecer nuevos estándares de verificación. El mundo analógico con el prototipo ya ha superado al original único, por lo tanto, ha abierto un camino al falseamiento, que se expandió con lo digital y que, ahora con la IA, amplía el problema al crear una enorme capacidad de falseamiento y de creación. También los originales han tenido copia, pero sin duda, la escala era mínima. Es decir, cada vez más la evidencia documental de fotos, sonidos y videos irá desapareciendo —si no se generan formas de verificación técnica— y la justicia —así como la

vida social— con su necesidad de apoyarse en la confianza y el concepto de verdad de las evidencias, deberá establecer las validaciones y criterios respectivos. Ya se plantea la necesidad de registrar el *Made by IA*. Algún *software*, como existe el antiplagio, llegará a poder verificar algunos patrones que identifiquen la creación no humana.

El derecho de propiedad intelectual también requerirá cambios para soportar claramente los derechos de creación. Si bien toda creación se realiza a partir de un acto anterior (y si ha sido copia y está registrada), corresponde compartir beneficios más allá de que este no es el caso, como analizaremos más adelante. Sin duda, ni el alfabeto recibe derechos actualmente por los escritores, ni tampoco los creadores de las cámaras fotográficas, los pianos o las computadoras por su uso creativo. El derecho intelectual se ajustó al ámbito digital y sin duda se deberá alinear para proteger lo que pueda corresponder, por parte de los nuevos creadores sobre el uso de estas herramientas. Sin duda la protección de la intimidad en el ámbito digital y de nuestros datos será un centro de la atención. Hoy cámaras digitales nos siguen, transacciones económicas quedan guardadas, llamadas telefónicas son registradas u otros miles de datos en la infocracia. La IA permitirá realizar predicciones de esos datos creando mejor información y con ello beneficios para muchos. Todos debemos poder acceder a ellos en igualdad de condiciones, por eso es también un derecho humano, más allá de ser un problema político y social.

Capítulo V

Miradas de resistencia a la educación digital

Poder y derecho en el mundo digital

Las resistencias sociales al avance digital y los cambios en el poder, constituyen uno de los ejes de análisis de los cambios y del avance de los derechos, así como de sus resistencias. El tema del poder se puede mirar en forma muy diversa, por ejemplo, desde los enfoques centrados en la microfísica del poder que existen en todas las relaciones humanas, el cual Michel Foucault analizó asociado a la asimetrías informacionales y de acción; por su parte, conforme el resultado de patologías humanas, de acuerdo a lo que planteó Erich Fromm en el análisis de la destructividad humana; o como mecanismo para obtener fines con relación a la biografía de Fouché de Stefan Zweig, mostrando su capacidad camaleónica de cambio de posición política. El poder esa extraña telaraña que envuelve a las personas, las organizaciones y nuestras vidas, para hacer e imponer, tiene sus propias reglas y procedimientos, como lo escribiera Nicolás Maquiavelo en *El príncipe*, orientado a que el fin justifica los medios, o de Sun Tzu en *El arte de la guerra*, que pone el acento en la estrategia institucional de cómo las organizaciones pueden conquistar el poder. Moisés Naím (2013) planteó *el fin del poder*, considerando cómo el poder

ya no es lo que era y que estamos frente a una nueva realidad de los poderes en los actuales tiempos digitales, de esta forma, muestra que el poder se está dispersando en cada vez más actores, donde el poder *blando* de la cultura y el conocimiento desplaza al poder *duro* de los ejércitos. Asumiendo que el poder está presente en todos los ámbitos de la sociedad, en tanto existe rivalidad o incluso interacción entre personas y organizaciones, su análisis muestra la creciente democratización del poder y su relativo traslado hacia los que tienen el conocimiento. Sigue el criterio de Alvin Toffler (1990) sobre el cambio del poder en las organizaciones, que se ha ido trasladando hacia las áreas de información. En creciente contexto digital muestra cómo el poder ahora es más fácil de adquirir, más difícil de utilizar y más fácil de perder.

Asimismo, es visto como parte de las disrupciones que creó la revolución digital y que además agrega transformaciones en la economía global, la política, la demografía y los patrones migratorios. Hay una confluencia de fenómenos sociales que llevan a la erosión rápida y continua de los poderes de personas, organizaciones o países y la irrupción de nuevos actores y poderes. El mundo global y una competencia incrementada, torna cada poder más limitado y efímero, más inmerso en escenarios competitivos y de incertidumbre, por ende, más acotado y débil es el poder. Así, este —como capacidad de imponer— se torna difícil de ejecutar y cada vez menos personas u organizaciones pueden imponer sus decisiones unilaterales, por lo cual, deben someterse a complejas negociaciones con pluralidad de actores en contexto de alta incertidumbre de los resultados. Por lo tanto, muchas veces busca retrasar la disrupción digital.

También, las barreras que protegen los poderes se han erosionado y el alcance al poder está más cerca de todas las personas y organizaciones. La capacidad de vetar o imponer se hace más reducida en

todos los ámbitos sociales y políticos. Los grandes actores existen, pero sus poderes relativos son cada vez más dependientes, ya que nadie tiene el poder suficiente para imponerse con la pluralidad de intereses en acción. Así, el poder se fragmenta y dispersa, reduciendo la capacidad de imponer el orden, facilitando incluso el caos. Las redes de internet ahora pulverizan el poder académico y cualquiera es capaz de sostener cualquier argumento, sin ninguna base científica. Ya no hay amos del conocimiento, de las familias o de las sociedades. El planteamiento de Hobbes sobre que el deseo del poder es primario e implícito en todos los seres humanos, facilita la democratización del poder con la existencia de redes, tanto digitales como sociales, que finalmente posibilitan la degradación de los viejos poderes concentrados. Que nadie tenga el poder para que todos tengamos una cuota de poder en las redes, es decir, el mundo digital de las plataformas parece ser la realidad creciente de la sociedad en red.

También, las universidades son impactadas por el deterioro del poder, al visualizar cómo la existencia de pluralidad de proveedores educativos, de cursos abiertos por internet, de la pérdida del carácter de elite de la formación profesional y de la existencia de pluralidad de modalidades, currículos y pertinencias universitarias, afectan a los tradicionales olímpos del conocimiento, incluso lentamente empiezan a perder su monopolio de certificación. Sin duda, aún se mantienen las barreras de acceso de las certificaciones universitarias en múltiples mercados laborales y roles sociales, pero ya no están reservados a unos pocos, sino que hay una verdadera democratización de la educación superior, donde la educación virtual deteriora aún más los ejes de una tradicional educación de élites presencial. Las microcertificaciones o las certificaciones de empresas que impactan en estos cambios son crecientemente digitales.

La reducción de las barreras de entrada y de salida en todos los mercados en la sociedad digital, incluidos los educativos, constituyen una de las bases de la erosión del poder y del deterioro de los monopolios de algunos actores en la sociedad, a medida que se avanza en la sociedad digital, en la apertura, en la masificación de la educación y en la diversidad de formas de acceder a la formación a escala global, favorecido por el acceso masivo a internet y los celulares inteligentes.

El poder, siguiendo a Naím, se ha apoyado tradicionalmente en la burocracia como actor clave en las intermediaciones, pero incluso tiende a reducirse con las dinámicas de acceso en red. La lógica digital, que impulsa la desintermediación en las organizaciones y la vida social, contribuye lentamente a reducir el poder y trasladarlo —gracias a los algoritmos y las redes— hacia los ciudadanos que tienen más poder de escoger y están menos sujetos a las arbitrariedades o imposiciones de criterios.

La burocracia, clave para ejercer el poder en las sociedades del pasado, y las universidades, instrumento de determinados actores de poder e implicó un enorme peso sobre los recursos de las familias a través de los impuestos, hoy comienzan a perder su propio rol existencial con los servicios en red, los algoritmos y la inteligencia artificial. El teletrabajo, la telesalud, la telejusticia y la teleeducación comienzan a ser resultado de una interacción con algoritmos, programas y estándares de cumplimiento, facilitando la democratización de la sociedad y un mayor acceso a los servicios, a causa de la reducción de los costos de transacciones. Lo digital marca el declive del ideal burocrático weberiano que caracterizó un tiempo en la historia, con la irrupción de formas de organización social horizontales, basadas en la innovación disruptiva, que logran responder

aceleradamente a las nuevas realidades y oportunidades, y que a la vez democratizan las sociedades.

Muchas de las resistencias y luchas políticas que vemos en nuestras sociedades —y en las dinámicas sindicales o corporativas—, son parte de estos procesos más amplios de la creciente disrupción digital, que impactan en las estructuras de poder existentes y consolidadas de las cada vez más viejas relaciones sociales, las cuales se expresarán en lucha de derechos y de políticas.

El rechazo al saber

El filósofo coreano Byung-Chun Han analizó las implicancias de las tecnologías de la información digital en las sociedades democráticas, además, cómo ellas transforman sus formas de funcionamiento. Con una vasta obra, este ensayista y filósofo coreano residenciado en Alemania, constituye un punto de referencia de algunos de los pensamientos críticos a la sociedad digital. Se posiciona como un antidigital en lo comunicacional, en este sentido, su enfoque se ubica en la línea de la literatura crítica a las implicancias de la sociedad digital. Aunque plantea una superación de los paradigmas tradicionales de la comunicación como mecanismos de vigilancia, según planteó Habermas, mantiene una línea crítica al rol de los sistemas de comunicación. De acuerdo con su enfoque, la actual sociedad de la información es al tiempo la sociedad de la transparencia, donde no hay dominación explícita, sino que en el “régimen neoliberal de la información, la dominación se presenta como libertad y comunicación”.

Sostiene que la centralidad de la *data* —que define como datatísmo y que refiere a los centros de *big data* en red— caracteriza a

nuestra sociedad, que, si bien impulsa un esfuerzo sistemático hacia el conocimiento, implica también un rasgo totalitario. Concibe que se acaba el hombre-masa para pasar al perfil del hombre-individuo, el del dato aislado. En este contexto de la existencia de la sobreinformación sostiene que “la democracia está derivando en infocracia”. Byug-Chun analiza someramente la evolución de las tecnologías de comunicación, en este sentido, concluye que el soporte de las democracias fue el libro que impulsó la ilustración y el mundo de la razón. Luego, con los medios de comunicación de masas, irrumpió una telecracia o mediocracia como eje de la democracia. Sería lo que Vargas Llosa ha llamado la *sociedad del espectáculo*. Según Byug-Chun, los medios de masas construyen un escenario de *relatos* y en el centro de esa ágora está la televisión. La gente pasó a estar entretenida y se conformaron como adictos a esos espectáculos narrativos que impulsaban los medios de masas. Con el actual régimen de la información digital, las personas dejan de ser pasivas en relación con la información y, además de consumirla, pasan a poder producir información indistintamente. Con esta lógica biunívoca deja de existir un centro de la comunicación e ingresa en la proliferación y confusión de mensajes e información por parte de una amplia pluralidad de actores. Todos hablan y escuchan, que produce un cortoplacismo de mensajes que deteriora la democracia, a su entender. El eje comunicacional ahora lo conforman los algoritmos informáticos, más complejos, diferenciados e individualizados, que permiten identificar demandas y clientes, seleccionar contenidos o canalizar mensajes pertinentes y evaluar resultados. Esta dinámica de segmentación impulsada por los datos y los algoritmos, como centro de una *infocracia* de datos inacabables, según su apreciación, deteriora la democracia que supone autonomía y la existencia de miradas colectivas, acorde al autor.

Ahora, los públicos se fragmentan y cada uno recibe los contenidos que ratifican su propia mirada y deseos, reafirmando una reducida mirada social. Los cambios son facilitados por la reducción de los costos de comunicación y la sobreoferta de datos y contenidos que promueven la mayor necesidad de selección de los contenidos informacionales y educativos. Ahora, todos se comunican y reciben información con costos ínfimos y decrecientes. La información se transforma en un arma rápida, barata y descentralizada, por eso, lo visual supera el impacto del texto, siendo más rápido su consumo y menos profundo su análisis. Sostiene que la comunicación en las redes, basadas en estos algoritmos, suministran la información como resultado de su análisis de nuestros consumos, que impone un escenario informativo, ni libre ni democrático. Pero, además, los algoritmos asociativos envían mensajes que reafirman nuestros propios conceptos previos, creándose un *bucle de ego*, que anula la vida colectiva y reafirma visiones estrechas. En tal sentido, considera que los algoritmos sustituyen a los argumentos y, que, al tiempo, si bien nos pueden llevar a tomar decisiones más inteligentes, es una razón técnica que comienza a sustituir la razón política organizada, sobre miradas más sociales y diversas. Por ese motivo, sostiene que el conocimiento total vuelve obsoleta la libertad de los individuos, dado que el centro de los procesos comunicacionales, sería un intercambio racional de información, que, si bien da mayores beneficios colectivos, después obvia otras miradas menos mercantiles, políticas o sociales disidentes o diferenciadas.

Con referencia a esta línea de *la crisis de la verdad*, sostiene que la *infocracia* anula la verdad, al impulsar redes de *fake news*. La sociedad de la información permite que se creen nuevas realidades ficticias. Sostiene que, aunque estamos bien informados, a la vez estamos desorientados porque los datos anulan los relatos que son quienes estructuran y ordenan las verdades. El relato se opone

al dato en su enfoque, incluso se opone a la información, al concebir que se está ante el fin de los grandes relatos como parte de la posmodernidad. Su mirada comprende que la *infocracia*, más allá de su volumen impresionante de información y de sus algoritmos que los organizan, puede prescindir de la verdad, que es imprecisa y muchas veces interpretativa. Lo cual se funda en que el derecho a hablar, no es lo mismo que el derecho a decir la verdad. Decir la verdad es un acto de *parecía*, refiere, pero degenera en el derecho de decir cualquier cosa a todo el mundo. Su mirada es que falta entonces filosofía, que ve como una forma de decir la verdad. De hecho, sostiene que la *infocracia* es el tiempo de la no verdad, de una nueva etapa ya que la *época de la verdad ha terminado*. La verdad, sostiene, se pierde en el ruido de la información y se desintegra en el polvo digital que organizan los algoritmos.

Esta mirada crítica sobre la sociedad de la información, implicaría un regreso a formas de comunicación menos plurales. Es claro, sin embargo, que cuanta más información es mayor la capacidad de selección y de elección democrática. Inversamente, menos información y conocimiento (menos datos) es someterse a narrativas limitadas, a escasa capacidad de análisis y comparación. Volver a un escenario de los medios como los únicos oradores de la *polis*, es limitar la democracia o es concebir visiones de que solo pueden hablar los que saben. La democracia es siempre el gobierno de todos y no existe una democracia si todos votan, pero no todos tienen derecho a decir sus verdades o sus mentiras, lo cual se logra en la comunicación digital en red a bajos costos. Aunque si bien entre esta bruma de información es cada vez más difícil saber la verdad, probablemente comenzará a ser la tarea más importante de los algoritmos y obviamente de la inteligencia artificial, de hecho, pensar menos información es pensar en menos capacidades y oportunidades

para las personas. De una lógica de búsquedas en internet entre miles de informaciones, en un mundo de sobreabundancia de información y de miles de actores oferentes de información, la capacidad de procesamiento y la propia capacidad de depuración permiten mejores análisis, más allá incluso que su estudio tiende a escapar de las capacidades humanas y se transformará en uno de los centros de las tareas y objetivos sociales, a través de la inteligencia artificial. La IA no nos creará *fake news*, sino que cada uno buscando su propia información con sistemas que la organizan y procesan, sobre millones de informaciones creadas en la humanidad, nos permitirán mucha mejor información que cuando nos basamos en unas pocas informaciones.

La incertidumbre de una educación líquida

Zygmunt Bauman (1925-1975) fue un intelectual que aportó nuevas miradas a la educación contemporánea, ante la sobreoferta de información y de diversidad de enfoques de la sociedad del conocimiento, al plantear su carácter *líquida* y el fin de algunas de las viejas funciones y dinámicas educativas en este nuevo escenario cognitivo. En *Los retos de la educación líquida* y en las conversaciones con Ricardo Mazzeo, desarrolló algunas de sus ideas fuerza, que se focalizaron en la definición de la vida actual como *líquida*, asociada a su transitoriedad y volatilidad. Nada es permanente y estático, es el centro de su reflexión, derivado del carácter desechable y de innovación permanente en el mundo actual del capitalismo del consumo. Visualizó que en la presente realidad, cualquier marco conceptual o punto de referencia formulado, muy rápidamente tiende a ser superado por nuevos enfoques, incluso redefinido como engañoso o

falso. Tal paradigma de incertidumbre y volatilidad, no sólo aporta un amplio nivel de riesgo al conocimiento, sino un carácter limitado a cualquier marco conceptual, político o hasta científico. Si bien, todo conocimiento ya había sido definido por Khun como meramente paradigmático, Bauman le agrega una mirada más cambiante y volátil, no referido solo a los cambios derivados de las revoluciones científicas y los nuevos paradigmas conceptuales, sino al carácter líquido de la sociedad y a la renovación permanente del consumo, en este caso informacional y cognitivo. Así, su educación líquida, no meramente deriva de enfoques epistemológicos, sino de la propia aleatoriedad humana y la búsqueda de nuevas oportunidades, la incertidumbre y el carácter altamente consumista del mercado, que facilita el aumento de la información y de los saberes. El mundo del consumo, como ámbito de deseos y tentaciones, facilita —a criterio de Bauman— esas acciones mercantiles que reafirman el carácter líquido de todas las interacciones sociales, entre ellas también las educativas. La sociedad de la información, con la sobrecarga de contenidos, contribuye a esta dinámica contemporánea, que facilita desatarse de los legados del pasado. Según su enfoque, el mundo del consumo, en una mirada dinámica digital, impulsa lógicas de renovación y olvido como bases de la sociedad líquida contemporánea. Para qué leer y formarse con rigor en una dinámica de renovación continua, la cual nos impulsa a nuevas formas de selección y procesamiento de la información, además, en ello se impone la demanda de procesadores de información como la inteligencia artificial, al hacernos síntesis rápida de los nuevos saberes y su integración a los anteriores.

Sin duda, la democratización de la educación también contribuye a esa lógica líquida de incertidumbre y volatilidad, en tanto la proliferación de profesionales va reduciendo la jerarquización social

y la seguridad de una vida laboral, basada en el ejercicio profesional, según el propio enfoque de Bauman. Por más que estos procesos facilitan dinámicas de defensa en los espacios de confort ante la incertidumbre, la irrupción de nuevos actores educativos reafirma el carácter líquido de los procesos sociales, más allá de la renovación permanente y alocada del conocimiento. Esta línea de reflexión aporta una mirada pesimista de la sociedad del futuro y del tradicional rol de la educación en la movilidad social. El centro de su mirada crítica es la colocación de las universidades en brazos de los mercados de consumo, que se alejan del mercado social y de las viejas funciones sociales de movilidad ascendente. La educación antes se constituía en una estructura y mecanismo de promoción social, en este sentido, los mejores lugares en el mundo del trabajo estaban reservados para las personas con mayor preparación. Ahora, a diferencia, se aprecia que irrumpen graduados sin empleo o tareas que requieren menos competencias. A pesar de proclamar el avance hacia sociedades de información, sostiene que el saber ya no garantiza el éxito, asimismo, la educación ya no neutraliza las desigualdades y su función en la movilidad social está *comenzando a evaporarse*. Profetiza que estamos a las puertas de la llegada de la generación *nini* (ni educación ni empleo), como la primera generación verdaderamente global y donde las diásporas son la expresión de estas nuevas generaciones desterritorializadas.

El sentido del futuro, que constituye la base de la educación para Bauman, está siendo suplantada por los mercados y sociedades de consumo, como resultado, la inteligencia artificial aportará formas nuevas de generación y apropiación del conocimiento rápido. La educación será afectada como valor mismo por la lógica del *disfrute ahora, paga más tarde*, con un marketing que lo sostendrá y una IA que lo impulsará.

El concepto central de que todo dura poco y el carácter desechable de la sociedad de la información —estructurada en función del consumo—, que la define como una *sociedad líquida*, se articula también al conocimiento y su renovación permanente, es decir, la educación entra en una dinámica líquida de uso instantáneo y envejecimiento rápido. En lo cognitivo, este escenario volátil deriva en un rechazo al conocimiento establecido y marcos conceptuales rígidos que se ven como obsoletos. El exceso de información actual acelera la renovación y fluidez de los procesos de enseñanza, asimismo, deteriora los constructos conceptuales y facilita el fraccionamiento de una información continua, con un consumo de información parcelada y descontextualizada. Igualmente, acelera el desarrollo de la inteligencia artificial para procesar toda la enorme información del mundo, de esta forma seleccionar y depurar lo necesario para cada persona o actor demandante de conocimiento. El ciclo de vida del conocimiento irrumpe y el saber se constituye en un bien de consumo infinito, continuo y rápido en función de su propia utilidad —decreciente— así como de las diferentes acciones y deseos de las personas. También, las estructuras educativas se tornan volátiles, flexibles y cambiantes, valorándose organizaciones que se moldean al calor de los saberes y realidades renovadas.

La desventaja en el mundo del consumo es todo lo sólido y estable, que va contra la esencia tradicional de la educación, sostiene Bauman. El desafío, sin embargo, no es solo aprender a vivir en el mundo líquido, sino generar herramientas para convivir y aprovecharse de esas realidades. En tal sentido, en el ámbito educativo, la flexibilización curricular, la movilidad académica y de trayectorias, la creditización fragmentada, la movilidad, la innovación curricular o las multimodalidades, entre otras, pero especialmente la irrupción

de mecanismos y herramientas de procesamiento de la información —a través de la lógica digital y la programación, tales como el *machine learning* y la IA— son las respuestas y las derivaciones del mundo líquido.

El actual pensamiento sistémico (Morin), paradigmático (Khun), en red (Castells), entre decenas de muchos otros autores, tienen también las miradas de Bauman, otro eje para complejizar nuestra interpretación y análisis de una nueva realidad de la educación en la sociedad digital en redes, impulsada y organizada a través de la inteligencia artificial.

Capítulo VI

La revolución digital en la educación

El desafío de la digitalización en la educación

“La digitalización es sinónimo de crecimiento, empleo de calidad, sostenibilidad e inclusión”, expresa un reciente informe de la Fundación Telefónica (2021), *Sociedad Digital en Latinoamérica*, que analiza el nivel de desarrollo del ecosistema digital en la región y el mundo. El informe devela que Latinoamérica está en una posición intermedia de desarrollo, encima de África y Asia, pero muy debajo de los países desarrollados, que además la tasa anual de crecimiento de la región es inferior a la de las otras regiones emergentes. El estudio conforma un indicador integral que llama tasa de crecimiento del *Índice de Desarrollo del Ecosistema Digital*, que muestra que entre 2004 y 2018 creció al 6% anual la región, alcanzando casi 50% de desarrollo, mientras que Europa alcanzó 70% y Estados Unidos 80%. Las limitaciones derivan de la existencia de la brecha digital —y por ende social— en los países; de la escasa digitalización de la producción —que repercute en una escasa productividad laboral—; y de la inexistencia de un mercado digital común regional junto con una escasa integración económica. Pero también por la falta de una profunda agenda de transformación digital en todas las áreas de

la sociedad, además de la comprensión clara que ello implica en el desarrollo económico y en el mejoramiento de la calidad de vida de las personas.

Aunque los indicadores muestran que la región ha avanzado en la escalera social y tecnológica de la sociedad digital, todavía un tercio de la población de la región está marginada del acceso a internet, como resultado de desigualdades de renta, baja inversión económica y escasas reformas para potenciar la digitalización. En consecuencia, el avance hacia la sociedad digital en América Latina ha sido lento e insuficiente en muchos de sus componentes, tales como en el ancho de banda, así como en su uso en la educación, tanto para la gestión, el acceso, los métodos de enseñanza como en el perfil de las competencias y los mercados de trabajo. También, las empresas están retrasadas en la adopción de estas tecnologías y, sin duda, son las políticas públicas las menores promotoras y facilitadoras del uso de servicios sociales y privados en red. Se plantea que se requieren mayores inversiones públicas, sobre todo privadas, en el sector, dado el volumen de las inversiones necesarias para ser acometidas exclusivamente por el sector público.

Las suscripciones de banda ancha fija en América Latina y el Caribe muestran apenas una penetración del 13 % de la población, siendo un guarismo muy bajo para facilitar una inserción activa en la economía digital. Aunque las suscripciones de banda ancha móvil alcanzaron un elevado 73% para el 2019, esto expresa un perfil como consumidores digitales, sin embargo, no una inserción de las empresas y las organizaciones en la sociedad digital. La conectividad dominante en América Latina es móvil, ya que 93% de la población cuenta con una cobertura de red de banda ancha móvil, que limita la inserción activa en la sociedad digital. Este retraso también se muestra en la muy limitada introducción de redes 5G y redes digitales de fibra óptica.

El informe refiere que la transformación digital es la oportunidad para impulsar el desarrollo de la estructura productiva y de la sociedad en su conjunto, para lo cual se requiere encarar políticas en todos los sectores. Inversamente, el retraso en la inserción, ententece el desarrollo por el impacto negativo en el incremento de la productividad, en tanto uno de los mayores beneficios de la digitalización, como herramienta de incorporación de conocimientos, es el incremento de la productividad a través del trabajo digital profesional. En América Latina, otro estudio reciente del BID muestra, que un aumento promedio del 10% en la penetración de banda ancha, permitiría alcanzar el incremento del 3,19% del producto interior bruto y del 2,61% de la productividad, contribuyendo a crear más de 67 000 empleos directos en la región, demostrando cómo el incremento en la digitalización contribuye al desarrollo.

La incorporación de las tecnologías digitales en la educación, constituye un factor de vital importancia para el desarrollo económico de los países y una mayor inclusión social, al permitir el incremento en el acceso a una educación universal, a costos menores, con mayor calidad, de esta forma, superar muchas de las inequidades de acceso. Sin embargo, a pesar de ello, se constata un retraso de la digitalización en la educación, por los limitados esfuerzos públicos y privados, en la apertura a estas ofertas y demandas de servicios. Además, este retraso es muy desigual entre los diversos estratos y circuitos escolares, entre las distintas universidades, al interior de los países y entre los distintos países del continente, así como regionalmente frente a los países desarrollados. Todo ello determina la existencia de numerosos obstáculos, para que los estudiantes latinoamericanos puedan beneficiarse plenamente de las ventajas que aporta la educación digital en términos de acceso, costos y calidad, y que a la vez se tenga la dotación de los recursos humanos

necesarios. Sin recursos humanos profesionales y técnicos capacitados acorde los nuevos escenarios digitales, no se podrá avanzar para superar las inequidades y brechas en el largo plazo. Aunque en estas debilidades destaca la falta de conectividad y ancho de banda suficiente, como una de las principales barreras, también destacan otras como los costos elevados, la escasez de habilidades y competencias digitales de los docentes, el acceso a sistemas de internet y de banda ancha, igualmente, las propias resistencias de muchos sectores a la digitalización de los mercados de trabajo.

El centro para garantizar la conectividad de la población, especialmente en las regiones apartadas, son los recursos económicos para instalar las infraestructuras digitales. Comprende desde el punto en que la red accede al país (primera milla) hasta la red troncal nacional, el acceso que conecta a los usuarios (última milla) y otros elementos, como los centros de datos, los cables submarinos y la telefonía inalámbrica, mostrando la complejidad y sinergias necesarias. Sin ello no será posible mejorar la educación, que requiere banda ancha y conexión de alta capacidad, apto para transmitir voz, datos, imágenes y vídeos, de esta forma, permitir un servicio de comunicación sincrónico y asincrónico. Hoy, la banda ancha es un prerequisite para la calidad, pero también incentiva a los usuarios en los desafíos e importancia del cambio digital, incluyendo el desarrollo de *software* de simuladores e IA. La economía digital avanza hacia un mundo en el que la productividad y la calidad de vida, se verán impulsadas por tecnologías como la inteligencia artificial, el internet de las cosas o el blockchain, cuya expansión depende en gran medida del 5G y las redes de fibra óptica en términos de velocidades ultra, altas y bajas latencias, así como de los recursos humanos. Es necesario instalar redes 5G para impulsar una región conectada e inserta. El crecimiento del tráfico de internet con la pandemia y el

avance al teletrabajo, la teleeducación y la telesalud generó una fuerte presión sobre las redes de telecomunicaciones, especialmente con en el video *streaming*, que requiere un superior ancho de banda. Lo cual ha sido positivo y se deberá continuar con estos desarrollos más allá del fin de la pandemia.

Las universidades y los sistemas de educación superior son activos usuarios potenciales de la banda ancha, pero muchas veces los estudiantes están limitados por la propia oferta. También, la ausencia de conectividad de banda ancha y de oferta digital, impacta negativamente en las acciones de otros prestadores de servicios digitales. El informe de la Fundación Telefónica apunta claramente que uno de los principales obstáculos al desarrollo digital, se focaliza no sólo en el desarrollo de la banda ancha, sino en las barreras administrativas a la prestación de servicios, como parte de resistencias derivadas de una versión digital.

Las tecnologías digitales y los modelos educativos digitales

La transformación digital ha sido el punto de llegada de un largo camino tecnológico marcado por la irrupción de la válvula, el transistor (1947), el circuito integrado (1957), el computador electrónico (1969), el microprocesador (1971), los *softwares* (1976) e internet (1992), como rupturas en la cadena, que abrieron etapas en el largo camino tecnológico de innovaciones, en el procesamiento de la información. Ello ha ido transformando el trabajo y las formas de creación de riqueza, al implicar posibilidades más eficientes de procesar, registrar, archivar, mejorar y transmitir conocimientos en forma digital. Además de mejorar la calidad de la comunicación, estas innovaciones y los ambientes

digitales permiten el manejo de la información, asimismo, orientar procesos de trabajo más flexibles al incorporar las instrucciones, tareas y actividades en los equipamientos de producción. Tapscott ha sostenido que, en el nuevo contexto, el valor agregado del trabajo se aporta digitalmente a través de incorporar información y datos, o en forma de tareas y procesos. Sostiene que cambia las fisonomías institucionales, contribuyendo a cambios organizacionales a partir de la molecularización de las instituciones al pasar, además de lógicas de comunicaciones verticales a horizontales, a un trabajo en red en tiempo real con una creciente desintermediarización de los procesos de producción, de esta forma, establecer una relación directa con los productores y los consumidores, y con ello otra forma de creación de riqueza.

Las dinámicas que impulsan la digitalización, se expresan con múltiples particularidades en el mundo educativo, en las modalidades y dinámicas de creación de conocimiento, en su estructuración curricular y organizativa, y en las formas de transferencia de contenido. La educación, que es puente entre el conocimiento y el trabajo en el contexto digital, se transforma a partir de la convergencia a través de la computación, comunicación y contenidos. Lo digital impone un cambio en la forma en que las instituciones educativas y los proveedores de conocimiento, contribuyen a la construcción del capital humano y en cómo estos crean sus competencias.

Por su parte, lo digital, al impactar en la docencia y el aprendizaje, reconfigura los sistemas educativos y crea nuevos pilares de la enseñanza–aprendizaje, en las relaciones entre proveedores y demandantes de contenidos, en las formas del trabajo y en las organizaciones de enseñanza. Irrumpen nuevos proveedores educativos, se globalizan todas las dinámicas educativas, cambian las formas de propiedad intelectual y también la generación, apropiación y uso

de los conocimientos. Lo digital cambia la correlación en la educación entre el trabajo vivo (docentes) y el trabajo muerto (máquinas, recursos de aprendizaje e infraestructuras) para poder lograr los mejores aprendizajes.

La educación digital bajo todas sus modalidades, más allá de las diferenciaciones, se expresa hoy en plataformas digitales, las teleaulas de videoconferencia, diversidad, amplitud y complejidad de recursos digitales de aprendizaje; sistemas de autoaprendizaje, mediante aplicaciones informáticas, y sistemas de evaluación automatizados de los aprendizajes, con nuevas formas de acceder a los recursos en red por la convergencia digital y con apoyo en el uso de herramientas de inteligencia artificial en el aprendizaje y la enseñanza.

En las instituciones universitarias, la educación digital, se ha expresado en procesos educativos y administrativos, asociados a la incorporación de la microelectrónica y la programación informática en sus más diversas expresiones como *hardware* y *software*. Son expresiones de las tecnologías digitales que marcan la transformación educativa, tanto presencial o semipresencial, hacia un modelo educativo en red soportado en plataformas digitales, apoyado en la programación informática. El cambio no se limita a lo tecnológico, sino que reconfigura las prácticas pedagógicas, la cobertura, el tipo de estudiante, la forma de los contenidos, los currículos, el tipo de docente y, obviamente, los paradigmas educativos. También facilita a la diferenciación y personalización de la educación. Sin embargo, en tanto algunas instituciones mantienen su modelo tradicional, que se va tornando obsoleto por ineficiente, otras introducen reingenierías, incorporando lo digital como centro de sus modelos de educación. Estas innovaciones actúan sobre la densidad tecnológica

de los procesos de enseñanza, impulsando un mayor peso de los recursos de aprendizaje y cambios en la articulación entre trabajo vivo y trabajo muerto, con lo cual se constituyen en una diferenciación y jerarquización de la calidad de la formación de competencias.

Lo digital no solo introduce otra modalidad educativa —y una nueva forma de gestión—, sino otro estándar de calidad, mientras permite cambios en los recursos de aprendizaje, tanto sincrónicos como asincrónicos. La educación, para ser tal y no mera transferencia de información, siempre requiere una interacción entre estudiantes (como objetos de la enseñanza) y los docentes o recursos (como centros del conocimiento), así como un intercambio diverso para alcanzar el aprendizaje. En este sentido, lo que separa a la cultura de la educación es que, mientras en la primera, la interacción y la *pregunta educativa* o interacción hombre- producto no existen, en la segunda, la educación es fundamental para alcanzar aprendizajes significativos. El libro, el video y el audio carecen en su forma analógica la posibilidad de interacción. Estos recursos han ido transformándose hacia un mayor rol educativo en su propia estructura al incluir resúmenes, citas, glosarios, definiciones de conceptos, mapas conceptuales, etc. Sin embargo, es con los ambientes digitales que se origina el camino hacia una interacción real e individualizada. Más allá de que inicialmente lo virtual se ha expresado en productos no interactivos como Power Point, los mapas conceptuales o la propia internet (1.0), la incorporación y el desarrollo de *software*, y ahora la IA, es lo que permite dinámicas educativas interactivas con los recursos digitales de aprendizaje. Aunque la convergencia de medios escritos, sonidos e imágenes ha sido un avance, lo central en términos educativos, será la interacción entre sí para lograr el aprendizaje. Los modelos de preguntas y respuestas reformuladas, los hipervínculos que permiten recorridos individuales con distintos niveles de

complejidad y profundidad, los *softwares* interactivos, las dinámicas de mecanismos de aprendizajes colaborativos (por ejemplo, a través de *wikis* u otras plataformas o dinámicas de enseñanza compartidas) y, sin duda, la inteligencia artificial —al incluir *feedback* más profundos e individuales— construyen dinámicas educativas interactivas al interior de las redes. Por lo tanto, es la base del pasaje de los productos y servicios culturales hacia los productos y servicios educativos, y a aprendizajes automatizados.

La digitalización impulsó el inicio de una nueva fase de la educación a escala global desde fines de la década de los 90. Esto planteó cambios en la política pública y en las modalidades de oferta y demanda, así como también múltiples resistencias. Aunque se han ido reduciendo lentamente por las eficacias educativas de la virtualización, también han limitado su expansión. La incorporación de lo digital y las TIC en la oferta educativa, impulsó diversas reingenierías en todos los procesos educativos presenciales en la región, además, una nueva generación de la educación superior a distancia de tipo virtual. Es decir, está permitiendo una convergencia de las modalidades. Viabiliza el pasaje desde el uso de un instrumento exclusivo de comunicación de tipo analógica (hombre-hombre u hombre-libro), a una amplia paleta de interacciones con diversas pedagogías, tecnologías y recursos de aprendizaje. Se pasa de un modelo puro de educación a distancia a un modelo híbrido, que combina elementos abiertos (libros), analógicos (medios hertzianos), digitales (internet), sobre la base de la convergencia digital a través de las plataformas de aprendizaje. Es una transición que, en algunos casos de la educación a distancia, asume formas de reingenierías organizacionales, dadas por el pasaje desde tecnologías analógicas a tecnologías digitales, desde modalidades de comunicación unívocas hacia modalidades de comunicación biunívocas, desde soportes

hertzianos con baja segmentación hacia mecanismos y modalidades de comunicación, a través de las redes digitales sin límites geográficos de cobertura, que facilita dinámicas internacionales. La digitalización permite pasar de los materiales instruccionales a aprendizaje en red con hipertexto, aplicaciones informáticas y hasta modelos de simulación digitales, por medio de mecanismos de aprendizajes más eficientes. Desde modelos presenciales que solo adquieren competencias con la práctica, a dinámicas de creación de capacidades asociadas a los laboratorios con sistemas de experimentación, simulación o realidad virtual aumentada. Facilitan la superación de la clase magistral, a una enseñanza que pone más peso en recursos de aprendizaje interactivos o bajo convergencia de sonido, imagen y texto, lo cual facilita el pasaje desde un trabajo docente vivo hacia un trabajo muerto —expresado en recursos de aprendizaje— incluso, el ingreso de la programación informática en la articulación de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

El nuevo escenario implica tanto una tecnología exclusiva, —por ejemplo los MOOCs— como una amplia paleta de utilización, tanto de las viejas como de las nuevas tecnologías, ya que se abren nuevas modalidades de ofertas. Destaca la educación virtual sincrónica, además de la asincrónica. Nacen así nuevas modalidades de educación a distancia, desde la educación a distancia abierta a una educación digital sincrónica, a una educación digital empaquetada tipo MOOCs y a una sincrónica digital tipo Zoom o *streaming*. Las modalidades pasan a definirse ya no solo por la intensidad de lo presencial, sino por los niveles de intensidad de los ambientes virtuales de aprendizaje y del uso de *software* de aprendizaje, entre los cuales destaca la inteligencia artificial.

La transformación de la educación a distancia, desde la utilización de didácticas y pedagogías (como el libro y el tutor presencial,

hacia las distintas lógicas digitales), incrementan la calidad y la cobertura, así como disminuyen costos por alumno con mayores escalas. El ambiente digital facilita la incorporación de productos e industrias culturales (libro, disco, video, internet o *software*), asociado a los beneficios educativos. Las reingenierías facilitan esos cambios tecnológicos. No son reformas dentro de un mismo paradigma, sino que ellas introducen cambios en la organización educativa, para viabilizar la virtualización de los procesos educativos. Son reformas que se asocian a un mejoramiento en términos de calidad, cobertura y de competencia institucional, que implican reducción de los costos unitarios con la cobertura, así como cambios en la estructura de insumos, procesos y modelos de gestión. Asimismo, permiten la gestación de nuevas curvas de sustitución de factores, entre tecnología y trabajo, entre trabajo humano vivo y trabajo humano congelado, entre docentes y recursos.

Con relación a la calidad, permite recursos didácticos más fieles a la realidad, miniaturización de los equipamientos móviles, recursos de enseñanza digitales y una mayor interactividad hombre-máquina, o sea docente-*software*. En este camino de impacto sobre costos, calidad y cobertura, facilita la construcción de un ciclo virtuoso asociado a la digitalización. Esta se constituye en un indicador de la calidad: de interacción, de convergencia tecnológica de materiales instruccionales (videos, láminas de Power Point, imágenes planas, mapas conceptuales, aplicaciones, audio), de acceso a materiales interactivos y con un mayor peso en el autoaprendizaje colaborativo, además, es más flexible en horarios y apoyos tutoriales. Todo ello impulsa una mayor programación educativa del aprendizaje. La calidad se asociará a esa programación y planificación curricular, articulada a la confluencia de diversidad de medios visuales, auditivos y escritos, igualmente, a la interacción y la experimentación en el

proceso de aprendizaje, en el marco de un enfoque por competencia estrechamente asociado al trabajo.

Respecto a la cobertura, las TIC permiten su aumento al viabilizar mayores niveles de acceso gracias a la flexibilidad y movilidad, incluyendo a sectores excluidos tradicionalmente, considerando aquellos dotados de mayor conectividad y capacidad de absorber esos costos y los de los equipamientos, en comparación con estudiantes localizados en el extranjero, dado el acceso en red o con movilidad reducida, como las personas con discapacidades o privadas de libertad. Incluso, en términos de cobertura, la incorporación de tecnologías digitales permite su aumento, gracias a la posibilidad de segmentar la oferta en escalas que normalmente no son rentables o viables con la educación presencial.

Sin duda, la incorporación de las TIC impacta sobre la ecuación económica de las instituciones —por ende indirectamente sobre la demanda y la cobertura—, al viabilizar cambios en los insumos y menores costos por alumno a medida que aumentan las escalas por el abaratamiento de los envases de casetes, libros u otros recursos de infraestructura digital, de sedes y aulas para realizar las asistencias y tutorías, así como por la transferencia por parte de los costos de conexión y de los equipamientos a los estudiantes. Igualmente, los costos caen por las diferentes competencias y de salarios entre los docentes presenciales y los tutores digitales, aunado al mayor peso de los recursos de aprendizaje, así como por el abaratamiento continuo de los costos de conectividad y de equipamiento digital. Los materiales instruccionales tienen una durabilidad mayor, también, una capacidad mayor de actualización y reutilización continua de esos recursos digitales de aprendizaje. Asimismo, se creó un mercado de compra e intercambio de cursos digitales que los abarata, al amortizarlos entre más estudiantes e instituciones. Actualmente, se

ha pasado a la diversidad de recursos de aprendizaje en el marco de la conectividad, abandonando el texto único especialmente realizado y diseñado. Muchas ofertas también se apoyan en libros de texto comerciales que tienen estándares de calidad superiores.

Las tecnologías digitales de comunicación e información y su impacto en la educación

Lo digital produce cambios evolutivos en la prestación y acceso a través de la red, asociado a cómo se transmiten los saberes en los entornos digitales (virtualidad, simulación, sincronía, asincronía o automatización con programación tradicional o con inteligencia artificial). Todo ello visto desde lo cognitivo, acompañado de nuevos paradigmas conectivistas, asociados a cómo se crea el saber (modo 2 frente al modo 1), lo cual facilita la renovación del conocimiento ante su creciente obsolescencia.

La expansión digital y las nuevas tecnologías de comunicación son resultado del aumento de los conocimientos y de su mayor diversidad, expresado en la expansión de los posgrados, la obsolescencia y renovación de los conocimientos y las mayores exigencias de calidad y pertinencia. En este contexto, las redes permiten mejores formas de respuesta. Es también una batalla económica y competitiva entre los actores, que se valorizan en la lógica de la economía en red y soporta la economía de la información. Google, por ejemplo, ha ido instalando una red global de centros de datos de la empresa, como parte de la creciente batalla por el negocio de la nube y la consolidación de la sociedad en red a escala global. Estos centros de datos son una de las bases físicas de la creciente economía colaborativa soportada en redes globales, servicios que vemos en Netflix

(11% del tráfico mundial de internet), así como Google, Facebook, Uber, Airbnb, Zoom y muchas otras empresas, cuya expansión incluso se ha acelerado con la pandemia. Estos son los actores del nuevo capitalismo de plataformas. Es una inmensa red de servidores repartidos conectados por fibra óptica, donde se alojan y procesan datos, a la vez que corren programas y servicios informáticos. Esta economía en red global se incrementa con la mayor demanda de acceso a servicios remotos y la mayor capacidad computacional, lo cual impulsa el mercado de servicios en la nube, donde Amazon y Microsoft se mantienen como los líderes, al capturar en conjunto cerca del 12.8 % de este mercado mundial. En el 2019, los centros de datos alcanzaban 45 zettabytes, en este sentido, se calcula un importante crecimiento futuro donde, finalmente, la mayor parte de los datos y servicios informáticos —del mundo— estarán alojados y procesados en estos centros a escala global de unas pocas empresas. Un informe reciente indica que el mercado de servicios en la nube creció en el 2020, en medio de la pandemia, 24.1%, alcanzando los 312 mil millones de dólares para todo el año. A su vez las grandes empresas como Amazon, Microsoft, Salesforce (la plataforma CRM número 1 en el mundo), Google y Oracle capturaron en conjunto el 38 % del total mundial del negocio de la nube y tuvieron un crecimiento del 32% en el año. Esto continuó, en consecuencia, en el primer trimestre del año 2021, se incrementó 37% respecto al mismo trimestre del 2020. La nube se conforma como el centro de la economía y los entornos digitales. A escala global, Google tiene una red de 20 de centros de datos en el mundo. En América Latina el único existe está en Chile desde 2015. Hay 13 en Estados Unidos, 2 en Asia y 5 en Europa. La inteligencia artificial impulsará más aún estos centros de *big data*.

Los negocios en la nube son múltiples: infraestructura como servicio (IaaS), *software* de infraestructura de sistemas como servicio (SISaaS), plataforma como servicio (PaaS) y *software* como servicio (SaaS). Este último, que se apoya en las aplicaciones de los celulares, es casi 50% del negocio global, apoyado en el mercado móvil de telefonía, que son a la vez las compañías con más peso en la era digital. No es solo telefonía inteligente, sino el uso de *software* de aplicaciones, que permiten utilizar los equipamientos y las redes con sistemas de aprendizaje móviles y otros servicios.

La transformación de la sociedad hacia un modelo digital en red, se produce en todos los ámbitos de la sociedad y obviamente está modificando la educación, por tal, se apoya en las tecnologías de comunicación. Más allá de su autonomía relativa y de sus tensiones, tiende a ajustarse y responder a los cambios tecnoeconómicos para alcanzar mayores niveles de pertinencia, eficiencia y aprendizaje. Desde el punto de vista de las tecnologías de comunicación, las sociedades han pasado de una educación 1.0, meramente oral y presencial, a una educación 2.0 marcada por el libro, recursos didácticos, analógicos y tecnologías organizativas, que dieron sustentación y coherencia a una enseñanza presencial basada en clases fragmentadas. Posteriormente, irrumpió una educación 3.0, que además de la radio y la TV, expandió la imprenta con la electricidad y permitió la producción masiva y diferenciada de libros, acompañando a los profesores especializados. Lo cual consolidó la *fábrica educativa* estandarizada. Incluso, se gestó la educación a distancia con aprendizajes centrados en esos recursos didácticos masivos. Actualmente, con la irrupción de lo digital, se conforma la nueva educación 4.0, con apoyo en recursos de aprendizaje estructurados con convergencia digital de sonido, imagen y texto de tipo interactivos, en redes globales y con desarrollo de aplicativos informáticos,

que crecientemente se articulan con inteligencia artificial como *machine learning* y son una de las bases de las nuevas industrias educativas digitales.

Es una metamorfosis en curso que se irá jalonando en varias décadas y que conformará la nueva educación digital. En lo organizativo: la gestión automatizada, en red y protocolizada, en la oferta, con productos híbridos o virtuales globalizados y a la vez diferenciados por segmentación, en la localización, con mayores escalas y accesos más diversos y democratizados. En lo administrativo con la existencia de amplias bases de datos estructuradas en red con mayor velocidad y latencia, con las tecnologías de 5G, que producen una simplificación y tendencia a la superación de las estructuras burocráticas. Y en lo comercial, la segmentación de la oferta y la demanda con sistemas de contacto con estudiantes a través de CRM, *chatbot* y programación profunda e IA, que hacen más eficientes los procesos de enseñanza digitales. En lo académico, los cambios refieren a todas las formas y estructuras de la enseñanza y el aprendizaje, lo cual, permite superar la lógica de profesores repetidores, clases catedráticas y memorísticas, pizarrones de tiza, aulas frontales, currículos tubulares inflexibles, evaluaciones de conocimientos, asistencia obligatoria, docentes académicos, presentación de trabajos académicos, grandes bibliotecas, grupos estudiantiles homogéneos y clases y laboratorios presenciales. Es decir, para ir ingresando en una dinámica de clases con soportes en plataformas digitales, aprendizajes independientes con docentes tutores, mentores o coaches, evaluaciones estandarizadas con banco de preguntas, interacciones con simuladores virtuales, gestión académica informatizada, tutores automáticos en red, pizarrones electrónicos, soft de autoaprendizaje, computadores en las clases, aplicaciones en los celulares para los procesos académicos y

administrativos, diversidad de recursos de aprendizaje multimedia en red, educación virtual sincrónica y asincrónica —y alto uso de MOOCs—, con realidades virtuales aumentadas, simuladores dinámicos e inteligencia artificial en la interacción, casi en tiempo real, entre otros muchos cambios. Finalmente, se accede a aprendizajes con pedagogías informáticas, contenidos digitales, interacciones con *software*, microcertificaciones y diversidad de trayectorias en red, con individualizados aprendizajes por competencias y un mayor apoyo en redes.

Todos los sistemas educativos del mundo están insertos en esta transición hacia la educación digital, buscando aumentar sus capacidades de creación de valor. Sin embargo, la heterogeneidad económica y social, la fragmentación de los mercados, los tiempos y recursos de inversión, los marcos normativos y las resistencias de intereses, determinan una pluralidad de dinámicas diferenciadas de desarrollo de la educación digital con un avance desigual. Son transiciones marcadas por las resistencias políticas y por la fuerza de los impulsores de la política, de las ideas y de los recursos. Conviven, también en este escenario, muchas veces todos los modelos educativos desde la enseñanza 1.0 a la 4.0, incluso de distintos grados de implantación de los componentes educativos e institucionales.

La conformación de una sociedad en red, es el mecanismo más eficiente de articular la diferenciación de los conocimientos, pero esta transición crea un conjunto de tensiones asociadas a las formas, en las cuales se integran en las redes las diversidades de los procesos, tanto por las heterogeneidades previas, los distintos grados de desarrollo, como por las propias diversidades y los intereses particulares.

En este sentido, la educación híbrida digital (sincrónica, asincrónica y empaquetada) o la educación automática son una de las

formas en que se expresa la educación digital en el actual contexto. La cual permite articular lo presencial y lo virtual, las resistencias y las necesidades, ir avanzando en sistemas más flexibles y diversos con más accesos, libertad de trayectorias y currículos más flexibles. Es una educación que se apoya en la nube, en inversiones en redes y en la democratización de la conectividad. Pero lo más importante es que permite una superior diversidad de articular conocimientos y diversificar la oferta. La educación en red no es meramente un caño de saberes, es la forma más eficiente para articular la diversidad de saberes y de articular el trabajo hombre-máquina, tanto a niveles locales como globales y así aporta más calidad y pertinencia a los aprendizajes.

La mayor diferenciación de las sociedades y de la educación en el contexto digital

La educación está marcada por una serie de características, siendo uno de ellas su tendencia estructural hacia una diferenciación en todos sus componentes. Esto se sustenta en causas particulares, pero que se retroalimenta entre las diversas áreas educativas e impulsa diferenciaciones en los aspectos institucionales, pedagógicos o curriculares, así como también de estudiantes, docentes, gestores, modalidades, tipologías o de formas de gestión y de gobernanza. La diferenciación es la base que sustenta y promueve el crecimiento de la matrícula que, al tiempo que da cabida a la expansión del conocimiento, facilita la diferenciación de las formas de organización, transmisión de los contenidos, estudiantes y ofertas. La diferenciación es entonces un componente estructural de toda la educación, pero su intensidad es más marcada en la educación superior, por las

propias complejidades y articulaciones de este nivel a los mayores niveles de conocimientos, más preponderancia de enfoques por competencia y más articulación a los diversos mercados de trabajo.

Cuando más diferenciados son los estudiantes o los conocimientos, más diferenciados son los docentes, las pedagogías y los currículos, y sin duda las instituciones, las modalidades o las formas de gobernanza en una dinámica confusa de huevo o gallina respecto a la precedencia o la génesis. Más que una lógica de causa y efecto, es una dinámica de retroalimentación compleja entre los múltiples componentes educativos. Sin la diferenciación no se produciría la expansión de la demanda, la cual, a su vez, se incrementa a medida que los sistemas son más diferenciados.

Esto ha introducido el marco conceptual de la diferenciación, como un momento inicial de esa dinámica y a la diversidad como una instancia posterior y más compleja, con un mayor grado de amplitud en las características distintivas y singulares de los componentes educativos. Tal situación remite a la complejidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje e impulsa los conceptos de multcurrículo, multimodalidades, multipedagogías o multiversidades, a manera de expresión de esas diferenciaciones y diversidades en los distintos ámbitos, aunado a los componentes de los procesos educativos.

Sin embargo, esta diferenciación y diversificación se constituye en la base del desarrollo de la educación, además, impelen la conformación de dinámicas educativas más complejas y la construcción de sistemas educativos más amplios, para poder responder a las cambiantes demandas socioeconómicas y técnicas. La diferenciación, la diversificación y la conformación de sistemas con múltiples tipologías institucionales es el resultado de esa lógica expansiva de los sistemas educativos, impulsados por la propia expansión del conocimiento y las demandas de formación desde las estructuras

productivas. Los propios sistemas facilitan la especialización y la segmentación de la educación estimulando la creación de recorridos particulares de las personas al interior de los propios sistemas y de las instituciones, para aprovecharse así de esas diferenciaciones y diversidades.

Esta realidad es una expresión del aumento de la división social y técnica del trabajo, así como de la expansión del conocimiento. Ambas están en el centro de las permanentes diferenciaciones y diversificaciones educativas, asimismo, de dinámicas educativas más complejas. El aumento de la división social y técnica del trabajo, es impulsado por la tecnología y los conocimientos, lo cual deriva en el aumento y la complejización de los conocimientos, es decir, el elemento finalmente impulsor de las continuas transformaciones en el ámbito educativo.

Uno de sus componentes educativos, es aquel que refiere a las modalidades de enseñanza, lo cual ha facilitado el pasaje desde dinámicas educativas centradas en una enseñanza y aprendizaje unimodal, hacia una creación y diferenciación de distintas modalidades educativas, que han conformado el impulso a una dinámica educativa basada en multimodalidades. Esto expresa no solo la existencia de una diversidad de modalidades de enseñanza, sino el uso diferenciado de ellas y su articulación, para alcanzar óptimos de eficiencia en los procesos de enseñanza y aprendizaje, permitiendo que los procesos de enseñanza sean los más eficientes. La diversidad crea mayores oportunidades al conformar distintas trayectorias de aprendizaje entre las modalidades.

Este aumento de las modalidades de enseñanza, está directamente asociado a las tecnologías de comunicación e información. La educación a distancia como modalidad descansa en el libro, la televisión, la radio y otros recursos de aprendizaje analógicos. Igualmente,

la educación virtual descansa en lo digital, bien sea a través de internet o de equipamientos de grabación y transmisiones digitales. Actualmente, la enseñanza virtual sincrónica, a través de internet, se constituye en una nueva frontera tecnológica que abre una nueva modalidad de enseñanza virtual, aumentando la diferenciación de las modalidades educativas, incluso, creando una educación híbrida digital. La educación automática con inteligencia artificial implicará una nueva frontera y nuevas modalidades.

Capítulo VII

El camino digital en la educación

Las primeras fases de la evolución digital en educación

La incorporación del uso del *software* Power Point (PPT), fue la primera transformación en la educación con un cambio radical en la forma de organizar las clases y lentamente de la infraestructura edilicia. El Power Point cambió la forma de las clases, además, masificó un formato de uso de láminas y acetatos que estaba poco desarrollado en las aulas. Fue la palanca para la instalación de computadoras, más allá que su funcionamiento tiene componentes analógicos. Lo cual permitió escalas superiores, en consecuencia, cambiaron también las conferencias y congresos. Fue una de las palancas del desarrollo de Microsoft y de su paquete Office, pero su incidencia directa en la enseñanza fue superior al uso de los procesadores de texto y las planillas de datos, que también cambiaron la forma de producir los trabajos académicos, de los laboratorios y las prácticas. El *software* de procesamiento de texto, junto con los PPT, fue la base de los primeros recursos de aprendizaje de intercambio rápido y de acceso digital. También, las planillas de cálculo como Excel, impulsaron un cambio en el mundo del trabajo, en consecuencia, en las aulas derivó en la irrupción de laboratorios informáticos. Internet completó ese avance, al permitir el transporte de los contenidos

digitales de esas aplicaciones y conectar los terminales a plataformas y repositorios.

La segunda gran transformación digital a la educación fue la creación de plataformas de tipo *Learning Management System* (LMS), que permitieron tanto soportar las aulas presenciales como crear una nueva modalidad de educación a distancia virtual asincrónica. La conectividad permitió que estas se confirmaran como aulas virtuales e introdujeron el chat como mecanismo de interacción. Las plataformas permitieron el acceso a repositorios digitales, que fundamentalmente eran en su inicio de Power Point y textos, en el nuevo formato de PDF creado. Con el desarrollo del correo electrónico posibilitaron una mayor articulación entre los participantes. Pronto llegaron los *scanner* como instrumento para transformar los recursos analógicos en digitales, con ello se pudieron ampliar los repositorios y facilitar su colocación y acceso en las redes globales. Esto facilitó la subida de los contenidos por los propios creadores a las plataformas asincrónicas LMS, que se potenciaron y desarrollaron más prestaciones de interacción e información. Posteriormente se conformó un nuevo nivel de prestación de servicios, marcado por cursos masivos abiertos y en línea llamados MOOCs (*Massive Online Open Courses*). Estos, siguiendo un formato de multimedia, conformaron una nueva modalidad educativa y otra lógica de negocios distinta, así como una diferenciada estructura de insumos y costos con cobertura global. Ya se sostenía que el uso frecuente y constantemente actualizado de *hardware* y *software* supondría una nueva economía, basada en la educación en red. Se visualizó como una cuarta generación de la educación a distancia, además, el inicio de una educación automática y empaquetada. Es esta una evolución de la digitalización (diversidad y convergencia de recursos de aprendizajes digitales en red, plataformas digitales y sistemas de evaluación automatizadas de los aprendizajes) y su articulación a través de la programación

informática. Constituye una educación suministrada al interior de plataformas sin tutores, de tipo colaborativa altamente estructurada y con dinámicas del aprendizaje programadas. En ella el trabajo docente es planificado y construido previamente, junto con los recursos de aprendizajes y los sistemas de evaluación automatizados.

Es el inicio de una nueva fase de la educación a escala mundial, marcada por paquetes educativos y complejización de los recursos de aprendizaje, bajo formatos automatizados de tareas de enseñanza-aprendizaje articuladas. Estas aplicaciones informáticas incluyen mecanismos de evaluación del tipo de escogencia múltiples (*multiple choice*), las cuales implicaron la incorporación de la programación informática en la enseñanza, dejando la puerta al ingreso a la IA. Esta modalidad educativa es asincrónica y sin interacciones educativas presenciales o en plataforma de docentes, se conforma además como un componente útil en el modelo digital híbrido.

Por lo tanto, implicó un cambio en el tipo de trabajo y de competencias de los docentes. La oferta educativa empaquetada no sustituye al trabajo docente, sino que lo recoloca en la producción de las actividades asincrónicas, o en una actividad de dinámica tutorial de educación invertida. El docente se centra en la preparación, planificación y gestión del aprendizaje, o en la organización de las interacciones posteriores, superándose el modelo catedrático, de docencia presencial, incluso de acompañamiento individual. Esta modalidad agrega nuevos protagonistas educativos como el diseñador, el programador instruccional, el especialista en currículo, el ingeniero informático, etc., más allá del tutor o docente. Asimismo, implica una mayor complejización y fragmentación de la división social y técnica del trabajo educativo, así como, en la programación de las unidades y de sus evaluaciones. En este camino, el aprendizaje se asocia más estrechamente a los recursos de enseñanza,

la programación informática y a equipos de trabajo con diversificación de tareas y capacidades. Es una modalidad virtual educativa que fue desarrollando, con innovaciones en *hardware* y en *software*—incluso permitiendo su producción descentralizada mediante microfilmaciones—los casos de los propios docentes. En tal caso, es una modalidad que aumenta el peso de los recursos instruccionales, apoyada en general en microvideos y otros recursos de aprendizaje como Power Point. Su acceso en red facilitó la tercerización con el ingreso de nuevos proveedores (editoriales o televisoras, por ejemplo), que se apoya en plataformas globales para su comercialización, las cuales hemos llamado *globouniversidades* o universidades de segundo piso.

La educación digital, a través de las plataformas LMS, construyó una lógica basada en computadoras personales, recursos de aprendizaje digitales, evaluaciones a través de sistemas automatizados, aprendizajes colaborativos en red, materiales multimedia convergentes y *soft* de autoaprendizaje prácticos. También sentó las bases de la irrupción de los MOOCs, que agrupan recursos de aprendizaje con evaluaciones y programación, sin tutores directos. Se sustenta en el crecimiento de la movilidad tecnológica (tablets, notebook, etc.), e-books, aumento de la conectividad y ancho de banda, y casi gratuidad en el acceso a internet. De igual manera, contribuye a la computación en la nube y el abaratamiento continuo de los costos de los equipos informáticos.

Los MOOCs conforman un escenario de automatización del aprendizaje a través de una educación empaquetada, la cual está implicando la verificación del iris y la huella táctil a través de equipos especiales, para permitir individualizar al participante del proceso, superándose los niveles de desconfianza que han estado siempre presentes en la educación a distancia.

Es un nuevo paradigma, que como tal genera debates y resistencias en la forma de incorporación de tecnologías en la enseñanza. Sin embargo, es un enfoque centrado en el autoaprendizaje —a partir de recursos de aprendizaje específicos— el cual implica una transformación del docente en tutor y en creador de contenidos, en consecuencia, de sus competencias necesarias. Es decir, no refiere a la desaparición del docente, sino a su recomposición técnica y laboral en términos de su rol tradicional, como intermediario y ejecutor directo en la dinámica del aprendizaje, para pasar a adquirir una nueva función y trabajo tutorial como productor de contenidos y planificador previo del trabajo en el aula.

Los MOOCs permiten instrumentar nuevas concepciones del aprendizaje y superar el aprendizaje tradicional, en el cual el docente era la fuente única o dominante del saber, los estudiantes reproducían sus saberes, la enseñanza seguía los ejes de acción de los docentes, los recursos de aprendizaje externos eran mínimos o de mero apoyo, el aprendizaje estaba centrado en el docente y reducido al aula, todos los estudiantes hacían las mismas actividades y había pocas mediaciones tecnológicas. Los MOOCs impulsan una enseñanza donde el aprendizaje se basa en una fuerte planificación y programación educativa, apoyada en diversidad de recursos instruccionales. Esta educación prediseñada se organiza en forma empaquetada, asociada al aumento del ancho de banda, la convergencia digital, el mejoramiento de las redes de fibra óptica y la propensión informática. Los MOOCs se apoyan en la sustitución del trabajo vivo (o sea del trabajo docente sincrónico, asincrónico o presencial con los estudiantes) por el trabajo muerto (el trabajo docente previo en la planificación y producción de recursos de aprendizaje). Esta educación empaquetada automática, muy estructurada como multimedia y programación, permite una enseñanza más flexible.

Se ha sostenido que en la era del acceso el gran avance será que las máquinas inteligentes en forma de *software* y de *wetware*, reemplacen al trabajo humano. En tal sentido, la educación digital propende incorporar tecnologías informáticas de *software* y de automatización de la enseñanza. En los inicios, los MOOCs tendieron a cubrir demandas de educación continua, por la existencia de múltiples limitaciones para las certificaciones de estudios formales, donde se requiere identificar y garantizar los aprendizajes. Sin embargo, ya ha ido cambiando, en la actualidad se orientan crecientemente a responder a las demandas de formación profesional por menores costos, escalas globales y una mayor eficiencia en el uso de los recursos de docentes. Esto se articula al reconocimiento de créditos u homologación de competencias con o sin evaluaciones complementarias.

Esta dinámica educativa sin tutores, con alta intensidad tecnológica y actualmente gratuitos, está en la búsqueda de resolver dos cosas dadas por el financiamiento y la validez de la certificación. Aún de carácter experimental, el sistema requiere un modelo de financiamiento que estará asociado a la matrícula, a la certificación, a publicidad y otros servicios que brinden dichas plataformas, o a una combinación de todos ellos. Algunas propuestas de financiamiento lo unen a la certificación, al plantear su pago asociado al tipo de certificación y a pruebas o créditos con validez y homologación. Estamos frente a una dinámica más grande y compleja de la educación en red, que se inclina hacia una enseñanza masiva y de bajo costo, incluso gratuita. Es un nuevo modelo de educación digital en red con apoyo en globouniversidades o universidades de segundo piso, donde las universidades colocan sus cursos empaquetados.

La irrupción de los MOOCs, choca aún contra las estructuras tradicionales de las IES y de la educación a distancia, así como con los marcos de regulación y los paradigmas intelectuales. Ellos

representan otra estructuración de la división internacional del trabajo universitario. En tal caso, la educación transfronteriza altera la división internacional del trabajo académico de la docencia, a través de microcredenciales y oferta directamente B to C (Business to Consumer), superando la práctica de una docencia nacional, por una lógica global. Los MOOCs impulsan alianzas y una división internacional del trabajo académico, entre proveedores locales y suministradores globales.

Los MOOCs expresan una posible *creación destructiva*, al incorporar y transformar las formas tradicionales de trabajo docente, de certificación de los aprendizajes y del financiamiento de los procesos educativos. Aún tienen baja incidencia, pero su crecimiento es significativo a escala global y abre la oportunidad de crear nuevas ofertas de enseñanza y cubrir demandas de mercado en forma más rápida, eficiente, global y segmentada, con modelos de negocios con escalas superiores y articulaciones entre las instituciones educativas a escala global.

Es una nueva generación de la educación a distancia, donde la diversidad de recursos de aprendizaje se articula y organizan curricularmente a las diferentes unidades de aprendizaje. También pueden ser consideradas como una segunda etapa de la educación a distancia virtual y una evolución de las LMS de carácter globales, donde los docentes se integran con otros equipos técnicos y asumen las tareas de la programación educativa, la preparación de los recursos de aprendizaje y el diseño de los sistemas de evaluación, previamente bajo mecanismos de escogencia múltiple. El seguimiento de los estudiantes pasa a ser realizado a través de la programación informática y, probablemente con el desarrollo de la inteligencia artificial, estos algoritmos faciliten mayores respuestas individualizadas.

Vistos en forma general constituyen una oferta educativa empaquetada, automatizada, estructurada en forma altamente programada,

con sistemas de seguimiento programados, sistemas de evaluación estandarizados, que se apoyan en el uso exclusivo de las redes, que propenden a un autoaprendizaje altamente dirigido, con un peso destacado de microvideos, donde el docente, los esquemas, láminas y otros contenidos se funden en una nueva pedagogía educativa.

Los MOOCs constituyen, además, un nuevo modelo de negocios por su acceso abierto y su financiamiento asociado a la certificación, creditización o reválida de sus aprendizajes. Sus funciones pueden ser múltiples: desde educación continua, hasta apoyo a los procesos de enseñanza para los estudiantes que desertan o se retrasan, incluso como alternativa a los estudios formales junto con exámenes. Asimismo, permiten flexibilidad de recorridos e individualización de los aprendizajes, a través de una educación empaquetada centrada en recursos de aprendizaje activos. También, es una de las formas que asume la educación transfronteriza, por su carácter global y su integración a grandes plataformas informáticas, que asumen las actividades de marketing, seguimiento, certificación y cobranza. La propensión a altas escalas —dado el carácter global de los servicios y la alta intensidad de la programación informática— facilitan el desarrollo de mecanismos de financiamiento asociados a su certificación diferenciada.

Esta modalidad, como una nueva frontera de la educación a distancia, se ha ido desarrollando ampliamente en la última década. En el 2016, tenía una matrícula de más de 100 millones de participantes en unos pocos miles de cursos, mostrando elevadas tasas de crecimiento en este nuevo mercado o segmento de la educación virtual de carácter global. Aunque, a escala internacional, el mayor nivel de oferta está en idioma inglés, se aprecia un crecimiento de oferentes y demandantes de estos cursos en español, así como, nuevas formas de asociación a las estructuras tradicionales mediante procesos de reconocimiento de sus

créditos. Se considera que esta modalidad nueva tendrá un creciente uso en la certificación y recertificación de competencias, en la actualización de las competencias, además, del apoyo y complementariedad a los cursos presenciales o a distancia tradicionales.

También, crecientemente se están integrando los MOOCs a los procesos formales, asociado a su creditización, a las certificaciones diferenciadas con evaluaciones más rigurosas y al uso de IA. El avance de los MOOCs dependerá de cómo se realicen mejores procesos de evaluación y de la retroalimentación del aprendizaje —en el marco de un enfoque educativo—, centrado en recursos de aprendizaje como multimedia, que incluyen evaluaciones como un modelo de enseñanza empaquetado y que, con la contribución de IA, podrá estructurar las diversas tareas docentes en forma automática.

El *streaming* como nueva educación virtual sincrónica

Toda la educación ha sido híbrida —tecnológicamente— desde hace mucho tiempo con la existencia del libro, incluso del alfabeto, al estar integrada por una creciente diversidad de componentes didácticos, pedagógicos y curriculares. Sin embargo, con la disrupción digital y las TIC, está pasando a ser una educación híbrida digital. El *streaming* o enseñanza sincrónica digital se conformó como una nueva educación virtual.

Analícemos previamente, la educación está inserta históricamente en una doble tendencia estructural de diferenciación y a la vez de articulación. En ella, la diversificación se produce en todas sus dimensiones curricular, pedagógicas, sociales, didácticas, institucionales, técnicas, espaciales y de modalidades, en este sentido, es un proceso de complejización resultado de nuevos paradigmas educativos,

tecnologías de comunicación, demandas sociales o de expansión de los conocimientos. Por otra parte, tiene otra tendencia de articulación e integración, como contracara, que impulsa la mezcla de esos diversos componentes a través de la creación de modelos educativos, que aprovechan los componentes pedagógicos, didácticos, de modalidades o curriculares para así mejorar la enseñanza y el aprendizaje

Son dos tendencias contradictorias y complementarias que tienen mayor incidencia en educación superior, que impactan en el continuo incremento de cobertura y calidad. Todos los modelos educativos siempre articulan: teoría y praxis, docente y libro, aula y biblioteca, enseñanza y autoaprendizaje con sistemas de movilidad, créditos, flexibilidad de estructuras curriculares, pedagogías diferentes o lógicas interdisciplinarias. En lo referido a las modalidades, la articulación se ha expresado en procesos educativos integrales como la educación dual, la educación a distancia y ahora la educación digital. En este sentido, la educación, y con más intensidad las modalidades a distancia implican una articulación de componentes diferenciados (tutor, profesor, aula, libros, guías, plataformas, bibliotecas, etc.). Si bien, en los inicios existió un paradigma único de enseñanza, luego con el libro, la biblioteca o la enseñanza práctica, se gestó una educación híbrida con mezcla de ambientes y modalidades diferentes. Las TIC facilitan siempre la diferenciación y permiten una mejor articulación e integración de los componentes al crear nuevas pedagogías. Como resultado, hemos pasado de modelos presenciales, homogéneos y simples, hacia modelos educativos híbridos con multipedagogías, multicurrículos, multimodalidades, diversidad de recursos didácticos y tipos de trabajos docentes. La articulación entre práctica y teoría, entre el aula y los ambientes externos, entre las aulas y los laboratorios, y entre los libros y las aulas, conformaron la educación híbrida. La propia educación a distancia nació como

una educación híbrida, que asumió la forma de diversas generaciones en función del apoyo dominante del libro, la radio, la TV y los videos o CD, junto con tutores o actividades prácticas que, a su vez, se generaban en las revoluciones tecnológicas. Con lo digital, estamos pasando a otra educación híbrida. Primero, se produjo en los componentes asincrónicos, a través de plataformas digitales con recursos de aprendizaje digitales y multimedia en general, acompañados por tutorías virtuales o presenciales de tipo sincrónicas. Y ahora por una enseñanza digital sincrónica por *streaming* en tiempo real, que se apoya en las redes y plataformas digitales.

El cambio ha sido por la llegada del *streaming* a la educación, al suministrar servicios en vivo e interactivos por internet a través de computadoras, tabletas, videoconsolas, televisores conectados, celulares, etc. Es este acceso a contenidos en tiempo real o diferidos, lo que cambian las formas de crear, distribuir y consumir contenidos y educación, asimismo, impulsa la radical transformación educativa en curso a través de internet. El *streaming* constituye una tecnología de comunicación que permite una transmisión digital de contenidos multimedia en directo, gracias a descargas continuas de micropaquetes a través de una red de computadoras, con un flujo continuo de audio o video sin interrupción por internet, que es apoyado por un sistema o búfer que almacena en forma temporal el flujo de descarga en la estación del usuario, de esta manera, mostrarlo de inmediato. Requiere de una conexión con igual ancho de banda que la tasa de transmisión, la cual, gracias a los bajos precios alcanzados, logró una alta cantidad de conexiones lo que permitió su masificación. No es meramente una nueva generación de educación a distancia virtual, ni una educación remota de emergencia, aunque se halla expandido con la pandemia. Varias plataformas LMS tenían instalado *streaming*, tales como la empresa Zoom que caracterizó el

modelo; había sido creada en el 2011, así como ya el formato de Skype lo permitía. La demanda y el abaratamiento de los precios fue la base de su expansión.

Ella conformó una nueva educación en tiempo real como modalidad totalmente virtual, pero además combina y diferencia entre ser sincrónica y asincrónica a la vez, según los objetivos de aprendizaje, los estudiantes, los contenidos y las actividades requeridas para adquirir las competencias. Es más, crea una dinámica que facilita e impulsa la internacionalización de la educación. Incluso, permite otra articulación educativa si agregamos componentes presenciales, dado que hay múltiples situaciones que pueden recomendar su uso por limitaciones de conectividad, demandas estudiantiles de interacción social, marcos normativos, control de las evaluaciones, realización de actividades prácticas o requisitos de un trabajo educativo colaborativo.

Con la generalización de nuevas tecnologías de comunicación asociadas a la banda ancha y el *streaming* durante la pandemia, los sistemas de educación superior ingresaron a escala global en una transformación, tanto de la educación presencial como de la educación a distancia y virtual, con la interacción sincrónica entre estudiantes y docentes a través de internet. Es presencial en lo educativo, pero por internet, cambiando de hecho el concepto de presencial y distancia como modalidades separadas totalmente. La educación digital previa era predominantemente asincrónica, o sea que estudiantes y docentes regularmente no tenían una interacción a la vez, ni en tiempo ni lugar a través de las TIC. Por ello se tendía a complementar por tutorías presenciales en muchos casos. La educación presencial, por su parte, implicaba una interacción a la vez (o sea sincrónica) en tiempo y lugar, que permitían una educación articulada o híbrida. Ahora, a diferencia, la educación digital permite una

interacción sincrónica, o sea en el mismo tiempo, pero no en el mismo lugar al estar mediada por internet.

Este modelo de interacción sincrónica apoyado e impulsado en tecnologías de *streaming* como Zoom, Google Meet, Microsoft Teams o Blackboard, en la medida que se realiza en forma digital a través de internet, brinda una comunicación biunívoca, que a la vez permite que las clases sean grabadas y guardadas. Ello facilita una mayor flexibilidad al poder tener, a la vez, recursos sincrónicos y asincrónicos para poder analizar las clases posteriormente al quedar almacenadas en la plataforma. También, este nuevo escenario permite que el docente pueda grabar previamente su clase, incluso llegar a correr los horarios de clases, lo cual aporta mucha más flexibilidad y libertad al proceso de enseñanza. En este sentido, el impacto no es como tecnología meramente, sino pedagógico por la flexibilidad y libertad de elección que permite.

Estos avances en las TIC transforman la enseñanza y el aprendizaje, al diferenciar y flexibilizar las fronteras de tiempo y lugar que caracterizaban, tanto a la educación presencial como a la educación a distancia y virtual asincrónicas. Mientras que en la primera modalidad (presencial) tiempo y lugar eran los mismos y en la segunda (distancia y virtual) estaban separados, la irrupción de lo sincrónico digital permite mayor flexibilidad y libertad a todos los protagonistas educativos. La educación se ajusta más a sus características, al superar los formatos rígidos de tiempo y lugar de la educación presencial tradicional. Este cambio, por su flexibilidad y diversidad, contribuirá a una mayor cobertura. Muchos de los problemas de cobertura y deserción se asocian al carácter rígido de la educación presencial, también, a las limitaciones de los formatos virtuales asincrónicos, por lo que las oportunidades del *streaming* facilitan una mayor flexibilidad y mayor crecimiento de la matrícula en el mediano plazo.

En lo referido a los temas pedagógicos, permite un cambio desde la existencia de una modalidad, solo basada en recursos de aprendizaje con interacción al interior de las plataformas a una enseñanza virtual sincrónica. Se revalorizan las clases filmadas con la posibilidad de su transmisión y acceso diferido, como recurso de aprendizaje. También aparece una educación *hyflex* como nueva educación híbrida. Antes, el rol de las plataformas era de complemento de la educación presencial o de educación asincrónica digital, facilitando acompañamientos didácticos de apoyo a través de un espacio virtual, donde los docentes y estudiantes acceden a recursos de aprendizaje institucionales, colocando recursos propios, proponiendo tareas, recibir los trabajos y colocar las calificaciones de sus estudiantes o hacer su seguimiento. Ahora, ello se transforma y la educación sincrónica virtual permite nuevas oportunidades educativas, tanto en las modalidades presenciales como en las modalidades tradicionales a distancia. Las plataformas, como aulas virtuales en la nube y con múltiple interacción, se constituían previamente en la base de una enseñanza asincrónica, apoyada en recursos de aprendizaje. Es el formato de los cursos MOOCs con un modelo pedagógico centrado en microvideos asincrónicos, donde contenidos y evaluaciones están integrados sin la presencia de docentes o tutores. Bajo ese formato tradicional, las plataformas educativas permitían tanto una enseñanza virtual como de apoyo para reforzar y mejorar las actividades presenciales. A diferencia del *streaming*, las plataformas digitales no sólo pueden ser de apoyo a actividades presenciales, sino que permiten las clases y actividades sincrónicas a través de internet. En este nuevo escenario se presentan las videoconferencias o las aulas tradicionales como el centro de la enseñanza, incluso con el riesgo de conformarse como una repetición de la enseñanza catedrática presencial tradicional solo que por internet.

Sin embargo, la experiencia parece mostrar que esta nueva tecnología sincrónica comienza a facilitar modelos híbridos más diversos, utilizando una amplitud de técnicas como ambiente de discusión, presentaciones, ámbitos de lectura e intercambio con los estudiantes, quienes reciben previamente los videos y otros materiales, donde las reuniones sincrónicas son para profundizar y analizar bajo formatos de la clase invertida.

El formato dominante de la enseñanza sincrónica tipo Zoom, se expresa en clases que se tienden a estructurar igual que el formato de la clase presencial tradicional, en el cual el docente dicta cátedra y el estudiante toma notas y pasivamente recibe una información. Del formato de TLP (tiza, lengua y pizarrón) que caracteriza a la *educación bancaria*, que criticara Paulo Freire, el maestro es el sujeto de la educación y el educando es el receptor pasivo que recibe todos los contenidos de la *sabiduría*. En este sentido, estamos en un escenario muy similar pero ahora de IPL (internet, pantalla y lengua), donde cabe el riesgo que el conocimiento también se transfiera en forma pasiva. Sin duda, hay un avance en que todos están en primera fila, que pueden anotar más ordenadamente, que no pierden tiempo en desplazamientos y pueden grabar las clases y fotografiar las láminas, hasta buscar en la red otras informaciones complementarias o de profundización, más allá de los riesgos de dispersión de la atención. Tal vez por este escenario pasivo es que tan rápidamente se expandió este modelo digital de educación, sin duda por sus mejores prestaciones, más flexibilidad y mayor libertad a las personas en el uso de sus tiempos.

Sin duda, el formato multimedia, la confluencia de imagen, sonido y texto, con clases filmadas, apoyadas por *slides* y un chateo paralelo, son las nuevas formas de esta educación sincrónica que transfirió las clases tradicionales frontales, catedráticas y presenciales

a los ambientes virtuales. También se agregan fácilmente en este modelo otros recursos de aprendizaje, como videos o conexiones a YouTube o a la educación virtual asincrónica. Igualmente, su apoyo en plataformas LMS, tanto interactivas como de tipo MOOCs. Todo implica un camino hacia una dinámica de aprendizaje en red, con desafíos: de conectividad en términos de costos y anchos de banda, de equipamientos en los hogares y personales de celulares y tabletas más potentes, bibliotecas virtuales y otros recursos de aprendizaje, así como de competencias docentes para superar los formatos presenciales catedráticos, además, la creación de pedagogías idóneas para aprovechar estas tecnologías de la información.

El nacimiento de la educación híbrida digital

Con la generalización del *streaming* como nueva modalidad de la educación virtual sincrónica, se conformó también una educación híbrida totalmente digital y virtual. Esta es una educación conformada por diversidad de componentes integrados y articulados para lograr el mejor aprendizaje, que alcanza mayores eficiencias educativas a través de la combinación de componentes sincrónicos, asincrónicos, presenciales o no presenciales. Actualmente se caracteriza por ser un modelo híbrido con componentes analógicos, digitales y presenciales, con alta utilidad en estructuras geográficas desconcentradas de población o con enormes asimetrías y desigualdades en el acceso a la educación en el nivel superior, creadas por la educación presencial.

En el inicio, la educación estaba centrada exclusivamente en el aula, con dinámica de enseñanza catedrática y memorística como paradigma educativo. Es lo que hemos definido como universidad 1.0. Con el libro y la irrupción de la mecánica se conformó una

enseñanza híbrida, resultado de la integración del aula y el libro como pedagogías, ambientes y recursos de aprendizaje. Bajo este enfoque se puede analizar en general a la educación como híbrida, por ejemplo articulación de práctica y teoría, del aula y ambientes externos de experimentación, incluso de laboratorios y aulas, aulas y bibliotecas y, recientemente, entre actividades a distancia apoyadas en recursos didácticos y actividades áulicas presenciales. La diferenciación de los componentes, y a la par la búsqueda de mejores aprendizajes, contribuye a flexibilizar y a articular los diversos ambientes técnicos para superar los modelos rígidos de enseñanza.

En su momento, con la aparición de las tecnologías de comunicación (alfabeto o imprenta inicialmente), la educación se volvió híbrida, al incorporar diversidad de componentes, especialmente analógicos, como los libros u otros, a partir de esto aparecieron las bibliotecas, así como ambientes de práctica y, en consecuencia, surgieron los laboratorios y ambientes reales, todos los cuales facilitaron aprendizajes asincrónicos, apoyando la actividad docente presencial y sincrónica, que se mantenía como el centro de la enseñanza. La digitalización, —incentivada por la pandemia— alteró estos parámetros tradicionales. Además, el *streaming* facilitó una educación híbrida totalmente digital, al permitir incluir, tanto actividades sincrónicas (en tiempo real por internet) como actividades asincrónicas (a través de plataformas digitales y recursos de aprendizaje). Lo sincrónico se expresó en una enseñanza en tiempo real a través de video clases tipo Zoom, que también pueden ser utilizadas en forma asincrónica como recursos de aprendizaje. Por su parte, lo asincrónico se manifiesta en el apoyo de recursos didácticos a través de plataformas LMS, con o sin presencia de tutores como son las MOOCs (*Massive Online Open Courses*).

Las tecnologías de comunicación digitales, gestaron la educación híbrida digital, como una modalidad que articula formas digitales

sincrónicas y asincrónicas articuladas. Esto superó el marco anterior híbrido, fraccionado entre una enseñanza presencial sincrónica y una no presencial asincrónica en el contexto analógico. A diferencia de la convergencia digital, se creó una interacción educativa sincrónica, además de las formas asincrónicas. De esta forma, permitió conformar la lógica híbrida digital con diversidad de componentes e interacciones en red y, por ende, global. Es una educación que en lo medular se apoya en la red a través de plataformas con o sin tutores, en aplicaciones como laboratorios con simuladores o *software*, con sistemas de evaluación estudiantil, donde el rol del docente es más de tutor, mentor, planificador o productor de contenidos, que de protagonista central de la transferencia de información. Antes teníamos una educación presencial con apoyo en lo digital, ahora asistimos a una educación digital con posibles apoyos presenciales puntuales. Ella incorpora formas de gestión más complejas, con ambientes tanto sincrónicos, asincrónicos, automatizados y presenciales, en consecuencia, más flexible en lo pedagógico por el uso de diversidad de ambientes de aprendizaje, para organizar los recorridos educativos.

La articulación de diferentes componentes virtuales, analógicos y presenciales, impone cambios en el trabajo docente, así como en las escalas de los grupos, en los niveles de internacionalización y en la flexibilización de la enseñanza. Asimismo, coloca una mayor importancia a la programación educativa y la creación de ambientes y recursos de aprendizaje. Esto no necesariamente anula las actividades presenciales que asumen otro rol. El trabajo docente puede pasar a ser una actividad más individualizada y con más información de los resultados de los aprendizajes para identificar carencias y actuar en consonancia. Irrumpe lentamente otra articulación entre el trabajo docente y el trabajo individual estudiantil, en general más centrado en el autoaprendizaje, a través de plataformas con

tecnologías digitales, recursos de aprendizaje en red, a la vez, con seguimiento y evaluación más individual, pero crecientemente más automatizado. Este enfoque educativo está centrado en los estudiantes y en el aprendizaje, el cual requiere una mayor flexibilidad de las estructuras de gestión para funcionar, superando con ello el currículo rígido y apostando a la diversidad de pedagogías.

La convergencia con un modelo flex-híbrido virtual y presencial

Las TIC digitales con el *streaming* en tiempo real no solo permitieron una educación sincrónica (tipo Zoom) asociada a un ancho de banda elevado, costos bajos, fácil uso, mayor comprensión digital y generalización de los equipamientos informáticos. También una mayor convergencia de lo digital y lo presencial, además de dos formas de educación híbrida.

Una primera, bajo un formato más tradicional (semipresencial) que constituye una combinación sucesiva y diferenciada entre actividades virtuales, con base en contenidos teóricos y actividades presenciales, fundamentalmente prácticas, trabajo colaborativo o evaluaciones. Es un modelo educativo que fragmenta lo virtual y lo presencial en tiempos y lugares distintos con trabajos distintos del docente.

Además, una segunda forma de educación híbrida, se expresó en un nuevo modelo hyflex, que combina lo sincrónico y lo no sincrónico en el mismo acto educativo, derivado tanto de demandas de acceso con más libertad como del propio avance de los aspectos tecnológicos del aula, de la conectividad y del *software*. Es un modelo educativo de tipo hyflex de enseñanza híbrida-flexible o flex-híbrido, que se caracteriza por brindar una enseñanza virtual y presencial

para todos los contenidos educativos. Bajo este modelo no hay una fragmentación de las modalidades educativas, sino una unidad, es decir, el formato educativo es presencial, pero se graba y se transmite en tiempo real con participación en red o diferido. Este modelo ya había sido visto con enorme potencialidad educativa en el informe de tendencias tecnológicas de *Horizon Report* del 2014, por su alta flexibilidad, ya que está centrado totalmente en el estudiante, en otras palabras, es quien tiene la libertad de decidir la modalidad de acceso que se presenta mejor para sus demandas y necesidades. El rol de los pizarrones digitales habilita concebir formas de articulación más eficientes entre lo presencial y lo virtual.

Este modelo se caracteriza por la existencia de clases presenciales, que también se transmiten en red y se graban, pudiendo asistir y participar los estudiantes tanto en forma presencial como en forma remota, hasta en tiempo diferido, ya que las grabaciones se preservan como recursos de aprendizaje para aprendizajes asincrónicos. Es una enseñanza en el mismo tiempo, pero en distinto lugar, que, al ser grabadas, el estudiante está en la libertad de elección para que su aprendizaje ocurra en tiempo diferido. Con este modelo flex-híbrido, el estudiante tiene la autonomía de asistir a las clases en forma presencial o remota, pudiendo participar e intervenir en la clase en ambas posibilidades presencial o a distancia.

La primera característica de este modelo es la libertad de elección por parte de los estudiantes, debido a su flexibilidad, porque permite asistir o no a las clases según sus necesidades y posibilidades, sin perder el acceso virtual opcional. Puede incluso asistir en forma móvil, a través de celulares o tabletas móviles. La libertad de elección del estudiante sobre cómo participa en su aprendizaje, presencial o virtual, sincrónico o diferido, ubicua o fija, constituye un eje del modelo flex-híbrido.

El segundo componente refiere a la equivalencia pedagógica y didáctica de las modalidades y la continuidad de los procesos de enseñanza. Los recursos de aprendizaje, el acceso a las explicaciones en las pizarras, las intervenciones y participaciones, deben ser iguales para todos los participantes, sin importar su forma de acceso, por ende, permitiendo una movilidad de los estudiantes entre lo presencial y lo virtual en función de su propia conveniencia, pero no por la calidad o fidelidad de los procesos. En tal sentido se diferencian los accesos a criterio de los propios participantes. Más allá de las vivencias diferenciadas, el modelo propende a ambientes de aprendizaje integrados, articulados y no diferenciados. Esta dinámica recomienda la existencia de plataformas de tipo LMS, que apoyen la enseñanza en lo referido a recursos de aprendizaje, repositorios de evaluaciones, acceso a las grabaciones de las clases y de seguimientos individualizados, facilitando la transición entre ambos modelos.

El tercer componente necesario de este modelo flex-híbrido, es su accesibilidad. Sin duda, el acceso presencial tiene limitaciones asociadas a costos y tiempos de los traslados, que se constituyen en el valor para alcanzar mayores niveles de vivencia personales, de dinámicas colaborativas interpersonales o de los aprendizajes en el entorno del aula. Este modelo requiere tender a igualar, a través de un nivel elevado de acceso, calidad de filmaciones o fidelidad del sonido para todos los participantes, con miras a reducir asimetrías, equiparar los aprendizajes y permitir la libertad de elección con base en las condiciones de igualdad. El ancho de banda, los equipamientos y la conectividad son componentes claves para equiparar los ambientes de aprendizaje y permitir una fluida movilidad entre las modalidades por parte de los estudiantes, no por calidad de los aprendizajes, sino por las propias conveniencias personales. Este escenario de prestar el servicio integrado es sin duda distinto en lo económico.

El cuarto componente que requiere este modelo es una sólida planificación de las clases y de los procesos de enseñanza, estableciendo tiempos y ritmos claros de las diversas actividades de enseñanza, interacción y trabajo individual. El eje es que el aula no debe estar fragmentada en lo pedagógico, sino articulada entre las modalidades, permitiendo una libertad de elección en igualdad de condiciones de aprendizaje.

Este modelo flex-híbrido determina una ecuación de costos superiores por las inversiones, pero permite aumentar escalas y accesos desde el interior de los países, zonas periféricas urbanas e internacionales. Se basa en el derecho a la elección, la diversidad de intereses y circunstancias de los estudiantes en función de los niveles de flexibilidad que hoy permiten las tecnologías, requieren los estudiantes y recomiendan los aprendizajes.

Del aula a los simuladores digitales

En sus inicios la enseñanza fue totalmente práctica y se realizaba en los talleres y ámbitos de trabajo. Posteriormente, con la aparición de la ciencia como mecanismo de explicación y sustentación del funcionamiento de las cosas —y explicación de los problemas—, la enseñanza pasó a basarse en el aprendizaje de conceptos, teorías y marcos explicativos, se encerró en las aulas y se volvió catedrática, con lo cual fue desapareciendo el *aprender haciendo*. Más allá de la excepción del área de salud —y algunos muy limitados casos de educación dual—, en general se conformó como una enseñanza teórica. Sin embargo, recién con el reconocimiento de la expansión y obsolescencia del conocimiento, los enfoques curriculares por competencias y la desvalorización de una enseñanza centrada solo

en conocimientos y acumulación de información, se ha revalorizado la enseñanza práctica, con sus múltiples variaciones como el aprendizaje basado en problemas, la enseñanza por evidencias y el aprendizaje activo, etc. Es parte de un camino de reconocimiento del paradigma del saber práctico, como teoría del conocimiento, y no meramente para los niveles de formación inferiores, sino para el nivel universitario. De esta manera, todas las instituciones han propendido a una nueva articulación entre teoría y praxis, que se ha expresado en la sustitución de aulas tradicionales por laboratorios. De esta manera, se están reduciendo las clases tradicionales e incrementando las actividades prácticas, produciéndose una compleja confluencia entre los niveles 5 y 6 de la Clasificación Internacional Normativa de la Educación (CINE).

No es meramente un cambio educativo, sino que asistimos a una transformación del trabajo educativo de la enseñanza en el aula por nuevos escenarios de práctica de tecnologías, así como al interior del mundo del trabajo. Los profesionales han dejado de ser teóricos y emisores de instrucciones jerarquizadas, ni los técnicos unos simples *aprieta tornillos* o ejecutores de órdenes de unos generalistas. En este escenario de la enseñanza práctica, en los últimos años con la irrupción de la disrupción digital, se crearon simuladores digitales como herramientas de enseñanza y de formación de competencias. Si bien, los simuladores se gestaron con las tecnologías analógicas —y desde 1911 se registra su uso en las carreras de enfermería— se han ido tecnificando, sin embargo, ha sido con la transformación digital desde los años 2000, donde esta herramienta de enseñanza a través de maniqués, se ha expandido a miles de simuladores en red. Los primeros ya se utilizaban en medicina, veterinaria o ingeniería, pero han cambiado radicalmente en los entornos digitales. Por una parte, los simuladores didácticos en el escenario

digital ya no se concentran en las áreas de salud donde además se conectan a computadoras, tienen terminales nerviosas y responden a los medicamentos con cambios en indicadores, (la tensión, en las pupilas, entre otras miles de prestaciones) sino que en todas las áreas del trabajo y la educación han aparecido estos recursos de aprendizaje prácticos e inmersivos. Constituyen computadoras en red más allá de componentes mecánicos o analógicos, que avanzan hacia conformarse como simuladores totalmente virtuales. Ello impacta en la evaluación, en las competencias docentes, en la organización curricular y en el propio funcionamiento de instituciones. Aunque estamos recién en los inicios de esta transformación, ya se visualiza que, en las instituciones universitarias, los laboratorios comienzan a ser el centro de una educación, que va abandonando el aula tradicional —a través de la sustitución— por sistemas de simulación para la realización de actividades prácticas en el aprendizaje. El aula tradicional de tipo catedrática está cambiando para conformarse como un laboratorio, que facilita a su vez un tipo de trabajo docente como coach, mentor o tutor, gracias a estos recursos digitales centrados en el autoaprendizaje activo. Las teorías constructivistas para la formación de competencias son el basamento del abandono del modelo catedrático memorístico y teórico tradicional del aula, en sustitución por un nuevo tipo de aula de tipo laboratorio práctico, crecientemente asociado a *hard* y *soft*. La simulación supera a los modelos cimentados en la práctica, que siempre han sido limitados por basarse en pocas evidencias. La simulación digital introduce mecanismos y formas de establecer o reproducir situaciones similares a la realidad, en las cuales se deberán enfrentar los profesionales en el mundo de trabajo, pudiendo alterar rápidamente esas situaciones y crear otras más complejas. Además, es una forma de articular la enseñanza en los ambientes de trabajo creando competencias, sin los infinitos

problemas legales, administrativos, políticos o académicos, que siempre acarrearán la realización de las actividades prácticas en los ambientes formales de trabajo. En el contexto digital se conforma como un método de enseñanza y de aprendizaje versátil, al permitir modificar las variables, diseñar y organizar los ambientes laborales y de tareas profesionales en múltiples situaciones, difíciles de concebir en la vida real. Permite pasar de un modelo de enseñanza de un solo caso, como hace ya más de 100 años introdujo la Universidad de Harvard como método, a una dinámica con multiplicidad de variables y situaciones, aun aleatorias y cambiantes, creando situaciones ficticias y adaptativas asociadas a la propia dinámica de interacción del estudiante con el maniquí o situación específica, a través de un algoritmo, máquina de control numérico e informático o *soft* de simulación.

Estos nuevos métodos en red y de laboratorios digitales se acercan a los videojuegos y el metaverso con los *óculos* de inmersión virtual. La realidad simulada, sin duda, carece de las vivencias, podemos discutir —hasta la saciedad— si se puede aprender a andar en bicicleta, pero los simuladores crean sensaciones profundas y aprendizajes significativos, al poder reproducir más fielmente la realidad en los entornos digitales.

El metaverso como educación virtual y forma de enseñar en red

El metaverso, con su fuerte expresión en la industria de los videojuegos, no se limita a ser una herramienta lúdica de entretenimiento o un enorme negocio global de derechos, equipamientos y empresas, sino también una herramienta de la educación virtual.

Se ha definido al metaverso (etimológicamente *después o más allá de la realidad*) como un universo creado por la programación en el entorno virtual, por ejemplo, realidad aumentada o realidad virtual. En ese escenario se crean múltiples dinámicas de interacción en red entre avatares humanos, representaciones materiales o personales. Es de hecho una plataforma informática que conforma ambientes de relaciones hombre-máquina u hombre-hombre, gracias a la programación informática, permitiendo crear nuevas dinámicas laborales, sociales, educativas o lúdicas. Su eje es la creación de una realidad digital en tres dimensiones, que permite ser vista por diversos aplicativos como *óculos* u otras herramientas que crean sensaciones que potencian los beneficios de estos ambientes digitales, o en forma de 2 dimensiones interactivas. Son *software*, *hardware* e interfaces en red que recrean ambientes de interacción entre personas reales o ficticias. Aunque actualmente tiene limitaciones por temas tecnológicos como el ancho de banda, la conectividad del 4G en internet, los procesadores o los costos de programación y el consumo energético, a medida que la infraestructura tecnológica se continúe ampliando y mejorando, el metaverso se introducirá en los laboratorios educativos y en la enseñanza. Sin duda, esto impone potentes tarjetas gráficas y procesadores más complejos para poder procesar los datos, hacer los cálculos y expresarlos en imágenes, sonidos y videos.

Su introducción dominante es en la vida laboral y comercial con la interacción entre personas y servicios. La venta por internet, el comercio digital y los juegos, serán el rol más importante. Sin embargo, la teleeducación, la telemedicina, teletrabajo o telejusticia, entre otros, se apoyan en estos ambientes de metaverso reforzados en bancos de datos, algoritmos con inteligencia artificial y la nube digital.

El metaverso constituye una forma de educación sincrónica sin docentes, que permite sustituir el aprendizaje tradicional presencial o virtual por aplicaciones informáticas de práctica de tipo inmersivas. Aunque su desarrollo en el ámbito educativo es escaso, aun si lo comparamos con el intenso uso y desarrollo de los videojuegos, la industria ve el mercado de los simuladores como herramienta para desarrollar autoaprendizajes lúdicos y participativos.

La práctica educativa de hecho está pasando a laboratorios, incluyendo 3D en ambientes de metaverso y de realidad aumentada. Su eficacia está dada por las tres dimensiones como ambiente de aprendizaje. La educación a distancia en el entorno analógico, aun en la primera fase digital, se caracteriza por su funcionamiento en las dos dimensiones cartesianas. El libro, el cine, el video, la televisión o la computadora, por ejemplo, reproducen realidades en esas dos dimensiones, por ende, en su capacidad para reproducir la realidad y crear *vivencias*, como definía Jasper, en consecuencia, son limitadas. Sin embargo, lo digital permite aumentar la capacidad de reproducir la realidad en todas las dimensiones. La cantidad de píxeles de copia y transmisión o el sonido envolvente han sido avances en esa materia. Igualmente, la holografía constituye un paso en este camino de reproducir la realidad en forma digital, a través de tres dimensiones. Con el metaverso se perfilan desarrollos en la creación de escenarios de tres dimensiones, es decir, más reales e inmersivos. La construcción de una educación tridimensional es el pilar del metaverso como recurso de aprendizaje, al permitir simular la realidad, mientras sea tridimensional.

El metaverso tal vez no se limite a un modelo de la educación virtual, sino que represente una tipología institucional de educación virtual, por ejemplo, ya están irrumpiendo metauniversidades o *metaversity* focalizadas en este tipo de aprendizaje virtual totalmente inmersivos de tipo asincrónico, donde el algoritmo sea el tutor del

autoaprendizaje de competencias. En estas instituciones se accede a las clases, laboratorios, bibliotecas e interacciones tutoriales con los demás estudiantes en red y en 3 dimensiones. Los actores, estudiantes o profesores, participan dentro del ecosistema digital especialmente creado, a través de distintos avatares que los representan. Estas universidades constituyen un nuevo paradigma de enseñanza virtual, apoyadas en las cadenas de *blockchain*, los *tokens* no fungibles (NFT) y la inteligencia artificial en la articulación a los aprendizajes de los estudiantes. No es este un mero escenario teórico o prospectivo, sino una realidad de instituciones que la tecnología, las prácticas sociales y las demandas en el entorno digital están impulsando. El metaverso constituye una expresión de recursos de aprendizaje digitales y de pedagogías informáticas.

La nube como la nueva aula de enseñanza

En todo este contexto digital, el lugar de la educación, de la transmisión de información y de la creación de competencias en forma organizada, ha ido evolucionado en la historia, actualmente asistimos a una nueva transformación. De la familia y la casa, al ágora pública y las plazas, de allí a los talleres y ámbitos de trabajo, para luego pasar a estar dentro de centros religiosos y evolucionar hacia espacios dedicados en instituciones especializadas, apoyadas por sus bibliotecas, hemos presenciado la transformación permanente de las aulas y de sus diversas formas de funcionamiento. Con la disrupción digital se aprecian nuevos cambios, en este sentido, ingresaron a las aulas tecnologías de comunicación e información como computadores, proyectores de láminas, periféricos o interfaces y recursos de aprendizajes, y crecientemente ellas han ido conformándose como nodos de la red.

Pero lo dominante es la lenta desaparición de esas aulas tradicionales de cuatro paredes como ámbitos de enseñanza, sin duda, la pérdida de su rol exclusivo y dominante. En primera instancia irrumpieron las plataformas asincrónicas cerradas como los LMS (Learning Management System), colocados en las propias instituciones que apoyaban y complementaban al inicio como repositorios digitales, que comenzaron a ser espacios de interacción educativos que la sustituían en la relación docente-estudiantil. Con la consolidación de internet y los centros de datos, esas primeras aulas virtuales de las universidades migraron hacia la nube digital, al mundo del *cloud computy*, que se soporta en la economía digital y el capitalismo de plataforma de prestación de servicios globales. Al tiempo, las funciones y componentes de las nuevas aulas se ampliaron, sin embargo, al permitir nuevas actividades y tareas, aceleraron la sustitución del aula tradicional.

Destaca el avance digital con la educación sincrónica o *streaming* conocido por los servicios de Zoom y otros, apoyados exclusivamente en la nube, que están crecientemente acompañados de diversidad de otros proveedores con sus propios servicios y hasta micro certificaciones. Todo ello está ampliando el ecosistema educativo y consolidando la nube como el aula, a su vez, de soporte de una enseñanza global, más allá de ser servicios nacionales. Es también la creación de otra aula resultado de una enorme tercerización de las actividades de enseñanza, mediante el desarrollo de miles de aplicaciones educativas en la nube, recursos de aprendizaje, simuladores educativos, herramientas de gestión, incluso de juegos educativos. Las *apps* se conforman en los caminos del acceso hacia la nube como la nueva aula, a la vez que herramientas de las tareas de la enseñanza y el aprendizaje, así como de la gestión académica e institucional.

El cambio es enorme. La movilidad académica presencial se transforma en movilidad virtual al interior de la red, el uso de ambientes presenciales prácticos se proyecta en simuladores en red y de la asistencia física a las bibliotecas pasamos al acceso a las revistas académicas en grandes bases de datos. Igualmente, ya interactuamos con profesores en sus videoconferencias tanto sincrónicas como asincrónicas en plataformas en la nube, también nos evaluamos en sistemas de *multiple choice*. Toda nuestra enseñanza está pasando a la nube como componente dominante. Si antes, el aula presencial era lo dominante, y cualquier otro componente era marginal como el libro, la biblioteca, un laboratorio o una práctica presencial, ahora lo dominante es la enseñanza en la nube conformada por miles de nodos interconectados y lo marginal son las evaluaciones, prácticas, recursos analógicos o aulas en el mundo real.

Este crecimiento de la nube como el aula en el contexto digital, descansa en su eficiencia, abaratamiento de los costos de comunicación y de equipamientos digitales, así como de las mejoras en la capacidad de procesamiento o en la conectividad, junto con el ingreso de nuevos proveedores de servicios que van impulsando nuevos servicios educativos. Incluso, irrumpe la enseñanza digital en tres dimensiones haciéndola más realista. Pero en esta aula de la nube no falta el profesor, ni está cerrado el establecimiento por ser domingo o hay huelga, además, siempre tiene redundancia, nunca se cae y nadie la puede apagar.

La conformación de la nube es la puerta a un nuevo futuro. En su gestión con avanzados sistemas algorítmicos, capaces de obtener información precisa que no podría ser calculada por los sistemas convencionales, fue que nació la IA. Ella impulsará formas más eficientes de procesamiento de los recursos y las cadenas logísticas, lo cual permitirá brindar mejores servicios usando los enormes

volúmenes de datos allí almacenados. Los algoritmos de aprendizaje automático y la capacidad de análisis predictivo optimizarán más esos recursos en función. La IA llevará la nube a un nivel superior de eficiencia y capacidad. Sin duda, reforzará el mercado de negocios de la nube hoy dominado por Amazon, Microsoft y Google junto a otras empresas menos protagónicas como Alibaba Cloud, IBM, SAP y Oracle, quienes no solo constituyen los grandes jugadores de la disrupción del ciclo de la revolución digital, sino de la conformación de la universidad 4.0.

Capítulo VIII

La nueva fase educativa digital con la IA

De las innovaciones estructurales e incrementales de la primera fase a una nueva disrupción digital con la IA

Hay una amplia discusión en los ámbitos académicos, si lo que está irrumpiendo en el funcionamiento de las tecnologías, los mercados y la economía, no está implicando algo cualitativamente distinto del modo de producción capitalista. Cédric Durand (2021), desde el enfoque marxista, aboga en esa mirada. Diversos autores, desde perspectivas distintas —sobre todo desde el enfoque shumpetereano de las ondas largas—, han formulado que el auge de lo digital está creando un nuevo paradigma tecnoeconómico. Este enfoque, a partir de múltiples miradas, visualiza cómo las tecnologías digitales están creando nuevas relaciones sociales independientes de las voluntades de las personas, que crean nuevas lógicas económicas y sociales, además de las bases de otra economía, sin duda una nueva educación apalancada en el cambio tecnológico.

Durand nos ilustra cómo esta etapa fue precedida por el Consenso de Washington, y actualmente por el Consenso de Silicon Valley, como ejes del pensamiento dominante de la economía digital. El Consenso de Washington favorecía la desregulación,

las privatizaciones y la austeridad de los Estados, junto con la libre circulación de los bienes y servicios a escala global, con miras a transformar los mercados con destrucción de sus procesos obsoletos, a través de la competencia internacional. Sin embargo, posteriormente se inició un segundo momento desde los años 2000, bajo el paradigma de Silicon Valley, con un enfoque centrado en la innovación, la economía del conocimiento favorecida por los derechos de propiedad intelectual y la digitalización de los procesos de producción, distribución, intercambio y consumo. Ello impulsa la economía global, la centralidad de las empresas de comunicación e información, así como de políticas de los gobiernos orientadas a la digitalización. La instalación de este nuevo paradigma ya fue planteada por Alvin Toffler (1998), tras analizar el pasaje sucesivo de la era de la agricultura, a la industrial y ahora a la era de la información.

Esta nueva dinámica lo digital permite un mayor avance en la sustitución del trabajo manual y mecánico tradicional, por negocios centrados en el aporte de valor agregado de conocimiento en red, que impulsó procesos de *creación destructiva*. Lo digital, en el marco de la innovación permanente, sostiene Durand, mejora la eficiencia productiva y crea trayectorias empresariales de monopolio a escala global, permitiendo mayores escalas favorecidas por las redes y sistemas automatizados gestionados por algoritmos. En este escenario hemos ingresado en una nueva fase de la revolución tecnológica digital, marcada ahora por el avance de la inteligencia artificial como máquina-herramienta impulsora de una creciente automatización global adaptativa. Esta fase es continuidad y profundización de la primera fase de la disrupción digital, mientras llega un nuevo ciclo de la revolución tecnológica. De una primera fase de la disrupción de la microelectrónica y la programación informática apoyada en los PC y la convergencia digital, pasamos a otro momento centrado en el desarrollo de internet y las telecomunicaciones. Así,

internet + digital permitieron conformar grandes bases de datos (*big data*), junto con el desarrollo de la fibra óptica, mejores procesadores y redes submarinas, mejoraron las eficiencias con producciones más segmentadas y globales, conformando las bases de un capitalismo de plataformas. A ello se sumarán los múltiples sensores, que facilitarán la instauración de procesos de automatización. En el nuevo momento actual de instauración y consolidación del ciclo digital, estamos ingresando aceleradamente a la era de la inteligencia artificial. Este es el planteamiento de muchos autores, entre los cuales Henry Kissinger (2021) en *The Age of AI: And Our Human Future*, apuntan al análisis de las características de la dinámica de la inteligencia artificial y de sus derivaciones. Esta IA impone una forma de organización del trabajo y de organización de los negocios a partir del uso de datos, formulando predicciones de movimientos futuros de las demandas, y organizando y mejorando la articulación de las cadenas logísticas y de producción, gracias a su análisis profundo de los datos y mecanismos de autoaprendizaje informáticos. Es el inicio de una gestión algorítmica. Desde el enfoque marxista de Durand, esto deriva en un mayor control político y social del trabajo, sin embargo, un enfoque liberal da una mejor eficiencia y productividad del trabajo, al dar mejores respuestas a las demandas y necesidades individualizadas de las personas y crear mejores soluciones e innovaciones.

Paul Daugherty y James Wilson (2018) propusieron el carácter disruptivo de la inteligencia artificial en el mundo de los negocios. Plantearon, mostrando la enorme transformación digital asociada a la revolución tecnológica en curso y que se apoyará predominantemente en la IA, como mecanismo de articulación entre máquina y humanos, así como en conocimientos y trabajos. Previamente hemos referido las diversas revoluciones se caracterizan por sucesivas, complejas y cambiantes interacciones entre *máquinas* y *humanos*,

donde el contexto de la disrupción digital impone una nueva articulación entre *máquina y humanos*. Estos no se consideran adversarios o competidores, sino socios en curvas de reordenamiento de tareas y no de sustitución en toda la historia. Su enfoque propende a desmontar una visión de que la inteligencia artificial, incluyendo los avances en robótica y *chat* o *bots* digitales, van a reemplazar el trabajo humano en casi todas las industrias y no que son una palanca de transformación y de creación de nuevas tareas humanas, como resultado de la ciencia y el conocimiento. Daugherty analiza la simbiosis que ha existido entre ambos, mostrando el rol de las nuevas tecnologías en el aumento de los requerimientos de capacidades humanas, por tanto, son complementarias y articuladas a los avances de la densidad técnica de los procesos de trabajo impulsados por las tecnologías. Su análisis nos lleva a una mirada sobre los desafíos de los sistemas educativos, para responder a estas disrupciones de tecnologías más complejas y a la preparación de las personas para el nuevo mundo del trabajo en el entorno de la IA, con una nueva articulación hombre-máquina, o sea hombres y conocimientos.

Daugherty y Wilson consideran, a partir de un análisis de múltiples casos de empresas y tareas o actividades, que la inteligencia artificial permite a los trabajadores ser más humanos en el marco de un proceso continuo de adaptación y recomposición, pero con la incertidumbre de cuáles serán las tareas más eficientes realizadas por humanos y cuales por las máquinas. Su enfoque focaliza que las actividades de liderazgo, empatía, creación y evaluación serán predominantemente humanas, en tanto que las actividades de adaptación, predicción, relación y transacción, serán actividades donde el rol de las máquinas será dominante. Al tiempo, en un territorio común, compartido y en disputa —tal vez determinado por costos, escalas, normas o políticas—, tareas como entrenamiento, explicación y sustentación serán híbridas, con más actividad humana, mientras que

las de incrementar, interactuar y representar, también pudieran ser híbridas, pero con un mayor aporte de las máquinas.

Cuadro 3. Articulaciones entre hombres y máquinas

Dirigir	Actividad humana exclusivamente	
Empatizar		
Crear		
Juzgar		
Entrenar	Humanos complementando a las máquinas	Actividades híbridas humanas y de máquinas
Explicar		
Sustentar	Las máquinas empoderando a los humanos	
Ampliar		
Interactuar	Actividades solo de las máquinas	
Empresar		
Gestionar		
Iterar		
Predecir		
Adaptar		

Fuente: Tomado de Daugherty, Paul y Wilson, James (2018).

Conciben la existencia de una relación histórica simbiótica entre las tecnologías y las personas, con áreas de tareas que se apoyan exclusivamente en actividades humanas, áreas de tareas que se realizan solo por las máquinas y zonas intermedias e híbridas, en las cuales conviven y se articulan en distinta proporción actividades humanas y de las máquinas. Es esta una articulación que ha ido cambiando, asociada a los cambios tecnológicos y del conocimiento, e impulsada por la búsqueda de mayores niveles de eficiencia, productividad y calidad, en entornos competitivos y mercantiles —y por ende en búsqueda de beneficios— ya que muchas actividades han podido lograr hacerse con una menor proporción de trabajo y mayor proporción de conocimiento. Esta mirada de complementación entre el trabajo y la máquina, se apoya en la existencia de una curva de interacciones y distribución, que no es meramente la mirada de la sustitución de factores entre trabajo, capital y recursos, que se constituyó en el marco tradicional derivado de la economía clásica. Desde los años 70, el conocimiento se constituyó en un nuevo factor creciente de la producción, por lo tanto, su expansión no es meramente de sustitución del trabajo, sino de rearticulación, dado la simbiosis entre ambos. Es una concepción centrada en la existencia de un proceso continuo de diferenciación y reestructuración de sus tareas, derivado de la propia evolución de los conocimientos y las tecnologías que, a su vez, impone cambios permanentes en los niveles de formación de las personas, por ende, de cambios en la pertinencia de los sistemas educativos. Visto así son dinámicas continuas adaptativas, marcadas por los distintos ciclos tecnológicos y sus características técnicas.

La segunda disrupción digital está marcada por el ingreso de la IA, que impactará especialmente el mundo del trabajo y al mundo educativo. En muchos sectores se apreciará la génesis de superiores niveles de automatización informatizada, que redefinirán el concepto

mismo del trabajo humano, con un cambio en la articulación entre ambos, lo que a través de los ciclos tecnológicos y sociales anteriores hacían distributivamente las personas y las máquinas.

Muchas cosas serán automatizadas, pero aquellas que no puedan serlo, aumentarán su valor y sus costos por el mayor componente laboral. La velocidad del cambio en el mundo del trabajo es incremental, con una dinámica que torna más inciertos los panoramas futuros y crea escenarios altamente confusos, mientras que muchos de los trabajos que realizarán las personas aún no existen, además, muchos de los trabajos para los cuales estudian las personas actualmente dejarán de existir en varios de los futuros más posibles. Este efecto requerirá de transformaciones permanentes en los currículos, asimismo, la aparición de un nuevo paradigma educativo, centrado en enseñar para una sociedad donde el trabajo será más colaborativo con las máquinas en entornos en red, con *big data*, con componentes globalizados y alta variabilidad de los entornos laborales.

La velocidad del cambio impulsa una necesaria dinámica innovadora y flexible de las instituciones y de sus procesos de enseñanza. La innovación continua, la conformación de ámbitos focalizados en la innovación, la atención a los cambios de las realidades del mundo del trabajo, así como de las oportunidades y necesidades de los estudiantes, requerirá impulsar potentes sistemas de analítica de los procesos educativos y laborales utilizando la inteligencia artificial y el *big data*, que marcaran los caminos y las trayectorias futuras de las instituciones universitarias.

El trabajo humano estará más articulado a las actividades de las máquinas o algoritmos con inteligencia artificial. Se enseñará para un mundo apoyado en la máquina-herramienta de la inteligencia artificial en red, donde habrá diversos entornos de trabajo: uno totalmente de trabajo humano, uno de máquinas y uno intermedio con diversidad de tareas interrelacionadas entre el hombre y las máquinas.

Por ese motivo, derivará en una demanda de estudios de actualización y especialización, asociados al aumento del conocimiento, de la innovación, así como a su obsolescencia y depreciación. Los rasgos que solo pueden tener los humanos, como la imaginación, la creatividad, la intuición, la emoción y la ética, serán más importantes, ya que las máquinas son buenas para simular, pero no para realizar esas tareas en el mundo del trabajo. Los perfiles de egreso de estudiantes más humanos, más creativos y flexibles serán privilegiados. La ética y la capacidad de trabajo en equipo, entre otras competencias, se constituirán en ejes significativos ante la automatización del trabajo. Las empresas buscarán y valorarán perfiles laborales enriquecidos por la educación permanente, dotados de carteras de competencias diferenciadas que permitirán no solo una especialización, sino varias, sobre todo de la capacidad de integrar nuevas experiencias y activos académicos a lo largo de su vida y de sus múltiples empleos.

Esta aparición de la IA como máquina-herramienta, tiene diversos requisitos como analizaremos a continuación.

El prerrequisito de la IA: comunicación inalámbrica

Las tecnologías de comunicación, especialmente de la telefonía móvil, han sido un componente fundamental en la transformación y desarrollo de la educación, en este sentido, la pronta instalación del 5G constituirá otro estadio de potencial expansión, especialmente en el avance de la educación virtual, más allá de su propio impacto en la educación presencial. Cada una de las diversas y sucesivas generaciones de las tecnologías de telefonía móvil, constituyeron un impulsor y un avance en las prestaciones y servicios educativos

hacia el funcionamiento, bajo lógicas digitales, en particular, en la educación móvil o ubicua, en el apoyo de las plataformas digitales de educación virtual, en la enseñanza sincrónica y en los simuladores digitales. Por ello, las enormes inversiones en las redes de fibra óptica deben ser vistas como bases, no solo para el desarrollo de la sociedad digital —y también de la educación digital—, sino para el ingreso en la fase de la inteligencia artificial.

La primera generación de las tecnologías de telefonía móvil (1G) constituyó una tecnología analógica que se usó para los primeros celulares creados en los años 80. Fue, sin embargo, con el siguiente avance en los años 90, la irrupción de la telefonía móvil 2G o de segunda generación, que, al implicar un cambio desde lo analógico a lo digital, permitió la reducción continua del tamaño de los aparatos y con ello mejor portabilidad, además de permitir conectarse con los computadores personales. La 2G permitió integrar otros servicios como el envío de mensajes de texto (SMS) y una mayor capacidad de envío de datos desde dispositivos de fax y de modem, con lo cual comenzaron a irrumpir las interconexiones de computadores.

Asimismo, la tercera generación o 3G de la tecnología de la telefonía móvil se gestó en los años 2000, esta permitió la transmisión tanto de voz como de datos a través de la telefonía móvil, viabilizando la descarga de programas y el intercambio de mensajes electrónicos. Impulsó tanto la expansión de internet como la posibilidad de acceder a *software* de la red, así como, el envío de correos electrónicos de texto, incluyendo PDF e imágenes. Con ella nacieron las plataformas LMS (como Moodle), que se conformaron como las nuevas aulas educativas digitales de enseñanza asincrónica. La tecnología de 3G masificó la conexión y el uso de internet favorecida por los modem, que permitieron la irrupción de los laptops con modem incorporado, en consecuencia, facilitaron la educación ubicua y móvil con accesos virtuales a través de las redes de wifi. Igualmente,

permitieron la masificación de los *smartphone* o teléfonos inteligentes, que se conformaron como computadores de bolsillo, también integradas a la red a través de modem y wifi para poder conectarse a las páginas web de las universidades y acceder a documentación. La 3G permitió una transmisión de voz con calidad, equiparable a la de las redes fijas, y con una mayor velocidad de conexión que las conexiones anteriores, facilitando la flexibilización de los accesos. Por último, fue, a fines de la primera década del siglo, que irrumpió la tecnología de comunicación de 4G, la cual permitió un ancho de banda suficiente para viabilizar la transmisión de contenidos empaquetados de tipo *streaming* como Netflix o la educación sincrónica como Zoom. La 4G está basada en el protocolo IP, de esta forma, permitió una comunicación entre computadores o teléfonos inteligentes, con módems inalámbricos e inteligentes, así como de otros dispositivos móviles. Ello posibilitó la expansión de los servicios de internet dada su capacidad para proveer altas velocidades de acceso y de punta a punta. La tecnología 4G ha sido la base de la comunicación en los últimos diez años, es decir, impuso elevadas inversiones al cambiarse las radiobases de los distintos operadores y de regiones de telefonía celular.

La actual introducción de las tecnologías de comunicación inalámbricas de 5G, constituye un avance que permitirá un mayor ancho de banda, por ende, mayores velocidades de descarga y menores latencias, porque se apoya en el uso de ondas de radio de altas frecuencias, pero fundamentalmente permitirá la masificación de la comunicación de IA y de internet de las cosas al haber transmisores mucho más distribuidos. Asimismo, obligará a fuertes inversiones en todos los países e implicará un cambio fundamental en educación, permitiendo más conexiones de banda ancha, como el uso de simuladores avanzados, de servicios de inteligencia artificial o de accesos a programas multimedia de alta calidad y de internet de las cosas.

El prerrequisito de la IA: bases de datos

Las bases de datos constituyen el ámbito en el cual se forman y desarrollan los programas de IA, así como donde se potencian sus niveles de eficiencia. El uso eficiente de los datos es la base del *dataísmo* como nuevo marco de funcionamiento de los negocios, que está llevando a la irrupción de herramientas informáticas de IA para su gestión. El centro del análisis descansa en que la minería de datos es una actividad creciente de valorización, que ahora impulsa un nuevo paradigma de trabajo apoyado en la IA. El centro de la nueva realidad son los beneficios del uso de los datos. El rol de la información siempre ha sido reducir la incertidumbre. Saber más, a detalle y precisión, se ha constituido en el centro de la acumulación de capital, a través y del incremento de la productividad. Stiglitz introdujo un cambio radical en la economía clásica que presuponía el libre acceso a la información y su gratuidad, en la asignación de los factores y la competencia económica, incorporando tanto una relación directa entre información y productividad, como entre niveles de información y niveles de ganancias extraordinarias.

Ello otorgó a la información un valor especial asociado a los beneficios de su acceso y control. Introdujo el enfoque por el cual la información tiene precio y valor, no solo por su costo de producción, sino por el beneficio que genera. También que su valor está asociado a su alta depreciación y obsolescencia en el tiempo, dado que la duración de la información tiende a ser efímera. El diario de mañana, hoy valdría mucho, mañana menos y pasado mañana casi nada. El conocimiento y el acceso a los datos impulsa mayor eficiencia y sin duda un menor nivel de inversión física o en recursos humanos. Su eje es contribuir para permitir aumentar la productividad y la eficiencia. Gracias a los datos, se minimizan los riesgos de la toma de decisiones, y se pueden formular escenarios

prospectivos y de tendencias que reducen las incertidumbres. Desde luego, los datos también permiten conocer a los competidores e identificar oportunidades y nichos de mercado, asimismo, administrar mejor los portafolios de productos y servicios en cada momento. Actualmente, los datos son la base de las mejores estrategias empresariales y de cualquier organización o actor social.

En nuestras actuales realidades más complejas, globales y competitivas, y de alta incertidumbre, el acceso, uso y monopolio de los datos y la información se constituye en la palanca central de los negocios y de todas las actividades. También de la política para identificar las cambiantes opiniones, miedos y deseos de los consumidores, clientes o afiliados. La sociedad de masas es además la sociedad de la necesidad de conocer y administrar la diversidad de intereses y realidades. Los datos son la palanca del éxito de todos. Y gracias a la inundación de datos, los profesionales pueden realizar mejores y más precisos diagnósticos de las tendencias más viables, así como de su propia probabilidad. Ello otorga el creciente valor a la información, más aún si está estructurada en bases de datos, si está depurada, si es monopólica o es acceso limitado.

Sin embargo, aunque el futuro será más seguro, mientras más democráticos y abiertos sean los datos, el presente será más eficiente para las organizaciones, si se apoya en el carácter privado y restringido de la información. Esa contradicción está en la base misma de las leyes de propiedad intelectual, que dan un monopolio limitado al conocimiento y la información, como fundamento para alcanzar ganancias extraordinarias durante un tiempo limitado. La economía de los datos alcanza al derecho de acceso a la información, que hoy satura demandas en los tribunales en todos los países.

El capitalismo de las redes, de la disrupción digital o de las plataformas, es el negocio de los datos, como materia prima, herramienta competitiva, palanca de la eficiencia y resguardo de

posiciones monopólicas y secretas para los diversos actores. En este escenario de beneficios, los datos son el impulsor más importante para la nueva etapa de expansión de la inteligencia artificial, en la cual hemos ingresado, son tantos los mecanismos informáticos para procesar y gestionar la multiplicidad de datos, que se recopilan en forma automática y sin nosotros tener conciencia.

Los datos son hoy la palanca estratégica de las organizaciones, además de la base de su propia existencia y supervivencia. Sin ellos son esclavos de sus competidores, sujetos a la alta volatilidad de los mercados, dependientes de sus tradiciones como refugio y sin duda presos de las dudas e incertidumbre por sus acciones. La inteligencia artificial será fundamentalmente la herramienta de procesamiento, análisis y respuesta base, de todas las organizaciones, a las demandas de información pertinente. Igualmente, las personas serán esclavas de las *fake news*, de las mentiras o medias verdades que hoy nos inundan.

Sin datos y sin sistemas eficientes de su manejo tales como la IA, todas las organizaciones estarán en fuerte desventaja en sus diversos mercados, en el actual capitalismo de los datos. Sin embargo, no es este un problema focalizado de personas u organizaciones, sino que estamos frente a un riesgo sistémico, por ende, en todos los sectores, incluyendo también en el nivel educativo.

En este sentido, la existencia de datos y de bases de datos, es uno de los prerequisites, y a la vez soporte fundamental, para la existencia y funcionamiento de la IA. Ella no existe sin datos y estructuras de datos. En tal sentido, podríamos decir que la IA es un resultado de la expansión del conocimiento y la información en el mundo que crea datos, con tal dimensión que es la IA la única que los puede gestionar. Los datos son también la materia prima de estas máquinas-herramientas que aprenden y que los utiliza para mejorar su eficiencia, generando mayor precisión es sus prevenciones.

Los datos como insumos son la base de la creación de nuevos conocimientos, como claramente identifica el método científico de Descartes. Finalmente, las bases de datos son recursos para que la IA pueda entrenar la eficiencia de sus algoritmos y mejorar sus capacidades de análisis. Así, la IA se apoya en el *dataísmo*, que no existiría sin esas bases de datos sobre las cuales realiza las minerías de datos, las cuales constituyen el centro de su función. En tal sentido, la IA es la herramienta de transformación de los datos en información a partir de agregar valor (ordenamiento y procesamiento) a esos datos. El *dataísmo*, como práctica y funcionamiento de un sistema de valorización, preservación y organización de los datos, se constituye en uno de los prerequisites para permitir la creación de valor a partir de la minería de datos por los sistemas de IA. Cuatro elementos destacan en su existencia y funcionamiento.

En primer lugar, las bases de datos no refieren a cualquier conjunto de datos inconexos, sino relativamente depurados y organizados con estructuras específicas que las soporten y les den capacidad de uso, como por ejemplo *software* de planillas electrónicas como Excel o de bases de datos del estilo de Dbase. Sin embargo, más allá de que existen algoritmos con IA que pueden realizar minería profunda con datos no depurados y organizados, estos deberán tener un conjunto de parámetros mínimos de definiciones para poder ser utilizados, tales como metadatos, identificaciones o clasificaciones. Pero, siempre el resultado de la eficiencia de la IA dependerá de la fiabilidad de esas bases de datos

En segundo lugar, el *dataísmo* para constituirse en un insumo para la IA requiere de una amplia capacidad de memoria para su archivo, así como estructuras de costos que lo faciliten. El crecimiento de la cantidad de información y su complejidad, impone mayor capacidad de almacenamiento, abaratamiento de sus costos y un acceso en red a la nube, obviamente a través de internet. Esto ha viabilizado la

existencia de miles de bancos de datos alrededor del mundo, especialmente de las mayores empresas dedicadas al *cloud computy*. Así, la IA dependerá de la nube como ámbito de los *big data*.

En tercer lugar, el *dataísmo* requiere de potentes y múltiples redes que permitan conectar y soportar las diversas bases de datos, facilitando su acceso múltiple, incluso permitiendo redundancia y trasladando repositorios a lugares más eficientes. El *dataísmo* implica conectar y vincular los datos en arquitecturas particulares, con ello busca aumentar la capacidad de análisis y comparación para generar nuevos datos, informaciones o conocimientos. Los sistemas de creación de conocimiento son más precisos y eficientes, cuantos más datos utilicen como insumos, más rápido se actualizarán dichos datos, de tal forma que contribuyan a formular, testear hipótesis o realizar análisis con mayor eficiencia. Sin importar su cercanía entre ellos y de la velocidad de conexión. En tal sentido, el *dataísmo* solo es posible con la expansión de internet y miles de millones de personas agregando informaciones, fotos, referencias o directamente respuestas a pedidos concretos a las bases de datos que alimenten el complejo proceso de entrenamiento y adiestramiento de la IA. El 5G y la mayor capacidad de procesamiento son requisitos igualmente.

Más aún, en cuarto lugar, el *dataísmo* requiere mucha data diversa y abierta. Todo conocimiento se basa en el acceso a datos previos. Este acceso libre a la información tiene muy diversas miradas. Para algunos debe existir una reserva de la información ante la intimidad personal, con pago o consentimiento previo. Para otros, se requiere relativo acceso libre, dado que existen múltiples externalidades positivas derivadas del uso de datos para la vida social, al permitir mejores respuestas y soluciones a los problemas. Por ejemplo, los beneficios de poder observar las caras de personas y con ello encontrar delincuentes o revisar miles de placas de pulmón para

identificar enfermedades de cáncer tempranamente. El *dataísmo*, como una nueva religión de la ciencia y que reduce la subjetividad, tiene múltiples requisitos y restricciones. En educación, impulsar la IA, requiere crear BID data educativa, datos de estudiantes, docentes, resultados, deserciones, notas y otros cientos que hoy están metidos en cajones y en papeles polvorientos, pero no en data dura.

La nueva agenda de la IA en educación

El campo de la inteligencia artificial nació en 1956, cuando un pequeño grupo de científicos y especialistas en computación debatieron la posibilidad de que las máquinas pudieran imitar inteligentemente a los humanos. Partiendo de la existencia del conocido desde hace varios siglos método científico de Descartes, como la base de la creación de los conocimientos, la respuesta fue que la creación como acto de una IA requería basarse en los procesos de dicho método. Para concebir la creación de conocimiento bajo sistemas artificiales informáticos, proyectaron un modelo de programación centrado en realizar observaciones a través de analizar datos, formular preguntas, identificar hipótesis, diseñar y ejecutar experimentos para testear dichas predicciones o hipótesis, analizar y validar las respuestas, buscando parámetros comunes, para luego probar o negar dichas hipótesis, pero a partir de allí formular teorías mediante el suministro de respuestas acertadas a los problemas o preguntas. Todo ello, se constituía en el basamento de la inteligencia artificial como etapas de una programación. Así, la programación formuló tareas modeladas matemáticamente, que por ende pudieron ser reaplicadas por las máquinas. Con la disrupción digital y la informática, los sensores, internet, las redes y especialmente las bases de

datos dieron viabilidad y sustentación práctica a estos paradigmas de IA, junto con parámetros de ajuste y corrección.

Así, los procesos de observación científica realizados por los sistemas informáticos sobre grandes bases de datos, plantearon automáticamente la posibilidad de crear hipótesis con basamento estadístico y científico, es decir, una IA. Derivado de este enfoque, la inteligencia artificial analiza situaciones sobre grandes cantidades de datos y parámetros que las personas no estamos en capacidad de hacer, incluso por no ajustarse a nuestros paradigmas o estándares tradicionalmente aceptados. Lo cual permite que las máquinas casi actúen sin sesgos, de tal forma como si tuvieran intuiciones humanas. Para los hombres, constituye formular una hipótesis a partir de un hecho aislado, incluso descontextualizado, pero que con base en algún dato pasado casi o del todo olvidado, nos lleva a formular una pregunta.

Mientras que los sistemas de procesamiento anteriores se basaban en mecanismos de automatización en la selección y manejo de la información a través de *software* que sigue *reglas* preprogramadas, la inteligencia artificial es un nivel superior de clasificación, ordenamiento, depuración y selección de los contenidos pertinentes, no sólo está diseñada para organizar el pensamiento humano sobre la base de millones de parámetros, sino que su sistema no es cerrado porque se basa en el reaprendizaje por las interacciones. Es una máquina de aprender que mejorará con el intercambio e interacción, al tiempo que requerirá de mayor capacidad de cómputo, redes y procesadores más potentes, mayor consumo energético, *big data* (bases de datos) y nuevas arquitecturas de programación, no exentas de la utilización de inteligencia artificial, para acelerar la eficiencia de esos procesos de mejoramiento de la propia IA. Constituye una nueva tecnología de información y comunicación, sujeta a derechos intelectuales de sus creadores, de acceso en red, resultado de una amplia

inversión en equipamientos y en trabajo intelectual, que cambia la forma en la cual accedemos a la información y el conocimiento.

Siendo el conocimiento y la información la base de la creación de valor, en el actual contexto socioeconómico de la innovación, el impacto de la IA será en todos los sectores: como factor que contribuye a una recomposición competitiva de los grandes productores y gestores de información de la sociedad digital, como expresión de una segunda fase del ciclo digital previamente marcada por la irrupción de computadoras, programación, internet, redes digitales y *big data*, con enormes impactos en la organización de los negocios y su productividad, con un cambio sustancial del trabajo humano por estas nuevas *máquinas de pensar*. La IA constituye una herramienta más eficiente de impulso a la disrupción digital en curso, asimismo, funciona como un nuevo insumo tecnológico, con mayor eficiencia y ahorro de costos en los procesos de trabajo y de gestión de las empresas. Al tiempo, no solo crea nuevas tareas de aquellos que manejan estas *máquinas-herramientas* sino que cambiará las competencias de los profesionales, ya que modificará radicalmente las tareas que realizan actualmente una enorme cantidad de profesionales, al reorganizar la articulación en el trabajo entre humanos y máquinas.

Sin lugar a duda, la robótica, la informática y la automatización de muchos procesos mecánicos, de cálculo, de almacenamiento de datos, así como de procesamiento, han creado herramientas de cómputo, eficientes y capaces de auxiliar en forma directa a los trabajos. Esto constituyó la palanca de la transformación de las sociedades y de los incrementos de la productividad más importantes desde los años 90. La inteligencia artificial profundiza la disrupción y constituye un cambio sustancial con una superación de los procesos de organización del trabajo y de la automatización previa. Mientras que, anteriormente, la automatización mecánica que impulsaba

la programación digital impactaba fundamentalmente en las actividades mecánicas y de baja densidad cognitiva, con la inteligencia artificial, el impulso automatizador será en casi todas las actividades, y también en las que tienen mayores componentes creativos. Conocimientos simples diversos en tareas serán impactadas, pero de igual manera en las actividades y tareas que se apoyan en el procesamiento y análisis de la información, que mejoran sustancialmente al apoyarse en esos procesos. Estos, eran sectores que tradicionalmente se consideraban que no serían sustituidos o impactados por el avance de los procesos digitales, por lo que las resistencias son muy intensas. En este sentido, estamos frente a un impacto novedoso, ya no incide en la sustitución de trabajadores con tareas repetitivas y seriadas, sino que la inteligencia artificial impactará en los trabajos profesionales que realizan tareas de análisis y respuesta con base en información de diagnóstico, experiencia documentada y marcos conceptuales organizadores. Lo digital y la inteligencia artificial, al ir transformando las relaciones de producción, cambian las relaciones sociales, especialmente las educativas. Esto incide tanto en las formas de enseñanza como en los perfiles de egreso y las competencias necesarias de los recursos humanos, impulsando un reciclaje de competencias. Este nuevo momento reafirma el avance hacia lo que se ha llamado la gestión científica, la educación adaptativa y los procesos de enseñanza automatizada. No obstante, coloca el desafío a los sistemas educativos de una mayor formación en las ramas especializadas de la inteligencia artificial y a todo el sistema educativo en crear mayores competencias informáticas.

Aún es difícil evaluar los impactos, pero se visualiza su alta eficacia en los diagnósticos de salud, en el procesamiento de noticias, en la verificación de las líneas de programación, en el diseño artístico y en el acceso a la información. En este escenario, la IA tendrá

un fuerte impacto en la educación, especialmente en la entrega de contenidos y en la evaluación automatizada, con más intensidad que bajo un modelo meramente digital. Es así que estamos frente a un cambio significativo que derivará de la generalización de los *softwares* de IA.

La colocación en acceso abierto del *soft*, bajo un mecanismo de *chat* con inteligencia artificial, basado en un modelo de lenguaje predictivo de OpenAI, abrió un debate público con relación a los usos, riesgos y potencialidades de este nuevo escenario tecnológico. La discusión ha sido particularmente intensa en el mundo educativo, dado el impacto de esta aplicación que entre otras funciones puede crear artículos académicos y trabajos estudiantiles, sin ser detectado su origen informático por los actuales sistemas de verificación de originalidad. Estos obviamente no detectan que sea un plagio, porque simplemente cotejan el texto creado contra las bases de textos de internet y no encuentran coincidencias al ser un texto nuevo, a partir de *token* y de un nuevo diccionario semántico en términos de red neuronal. Más allá de la discusión sobre derechos intelectuales o de establecer cuál es el efectivo creador, la polémica se ha desarrollado, con miradas contrapuestas. Para algunos radicales como Noam Chomsky esta tecnología es un plagio y una manera de evadir la educación, que constituye un mecanismo de tipo de *polizante (free rider)*, al permitir acceder a certificaciones o reconocimientos sin los esfuerzos o el conocimiento requerido. Para otros, la IA impondrá cambios en la educación, como siempre ha acontecido con los desarrollos tecnológicos en información y comunicación que redundarán en nuevas dinámicas, tanto en el aula como en las formas del trabajo docente y estudiantil. Sin lugar a dudas, aunque recién estamos en los inicios de esta innovación —y por ende donde se ven más los impactos como *creación destructiva*—, se coincide

que la expansión de la inteligencia artificial era algo que se preveía, sin embargo, transformará los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación, más allá de cambios en las formas del trabajo en general.

La rápida utilización pública de algunas de las expresiones del avance de la IA, ha sido este *soft* que en apenas unos meses alcanzó a millones de usuarios, con especial impacto en las formas de la competencia entre los grandes actores de la economía digital, como Google y Microsoft. Representa otra forma de búsqueda y procesamiento de la información, central en el contexto de sobrecarga informativa, como el sistema de chat Open AI, o también para Siri u otros, resulta más eficiente que los sistemas de selección de información de los buscadores tradicionales. Claude Shannon, Premio Nobel por sus estudios de la información, planteó hace años la creciente importancia, complejidad y profesionalidad de la selección, depuración y procesamiento de la información. La aparición y el uso de sistemas informáticos de inteligencia artificial constituyen una herramienta más eficiente en la selección y de ahí su valor.

La educación programada y la IA

La IA contribuirá a instrumentalizar la enseñanza programada, planteada por el psicólogo Skinner a fines de los años 50, como un método de aprendizaje estructurado y reglado por condiciones controladas, basado en el suministro de unidades muy diferenciadas de conocimientos a través de recursos de aprendizajes, evaluaciones precisas y una retroalimentación continua. Planteó un modelo de enseñanza centrado en el acompañamiento de evaluaciones objetivas de los aprendizajes, que generaran evidencias científicas capaces de facilitar una retroalimentación educativa como parte del ciclo de

la enseñanza y la superación. Bajo este enfoque conceptual, propuso la creación de *máquinas de aprendizaje*, que pudieran guiar a los estudiantes con reducida intervención humana directa externa. Así inició un camino de creación de múltiples equipos mecánicos, los cuales, sin embargo, fracasaron porque no lograban ajustarse y responder a los infinitos componentes cognitivos, además, a procesos muy individualizados y diferenciados de aprendizaje. No obstante, este enfoque contribuyó a desarrollar estructuras curriculares más diferenciadas, acompañadas de una evaluación continua que propendía a ser más científica, a través de sistemas de escogencia múltiple de preguntas y respuestas *tabulables (multiple choice)* bajo control docente.

Con la aparición de lo digital y el desarrollo de la informática —que es más flexible que la mecánica al separar el *hardware* del *software*—, se reconsideró el enfoque del autoaprendizaje guiado, ahora mediante aplicaciones informáticas. El eje se focalizó en evaluar aprendizajes, separadamente e individualizados, asociados a determinados recursos y competencias, posteriormente suministrar unidades de refuerzo para volver a realizar las evaluaciones sobre la base de cumplimientos mínimos obligatorios, de esta manera, continuar las trayectorias educativas hacia las distintas unidades curriculares. En esta línea, la informática ha tenido múltiples desarrollos experimentales. Microsoft, por ejemplo, desarrolló *Reading Coach*, es una herramienta de práctica de lectura para estudiantes, que genera automáticamente ejercicios individualizados en función de las dificultades y necesidades específicas de cada estudiante. Todos estos enfoques se basan en diagnosticar los conocimientos previos, fragmentar las unidades de aprendizaje, evaluar su aprendizaje en forma delimitada y complementarlo mediante recursos específicos. Todo sobre la base de la autonomía de los estudiantes de

guiar su autoaprendizaje. Muchos de estos experimentos educativos se focalizan en los niveles más básicos de la enseñanza y se apoya en dinámicas lúdicas, asimilándose al concepto de los videojuegos, pero signado por objetivos de aprendizaje. Será con la *máquina herramienta* de la IA que se alcanzará el sueño de la *máquina de aprendizaje*, en consecuencia, viabilizar el aprendizaje automático. Sin embargo, actualmente la programación tradicional está limitada en su desarrollo educativo, al estar estructurada con base en la existencia de respuestas preestablecidas. A diferencia, la inteligencia artificial, que permite y aprende ella misma de la interacción, gracias a que está diseñada para aprender, buscando nueva información y escudriñando patrones (como los humanos), aprendiendo de la experiencia (como los humanos) y autoseleccionando las respuestas apropiadas basadas en nuevos resultados (como los humanos). Es una máquina de aprender, se viabiliza que sea una máquina de enseñar. Es su flexibilidad y su capacidad de interactuar y, en consecuencia, aprender sin estar programado explícitamente para ello, además, cambiar sus propios parámetros, lo que le aporta su capacidad para facilitar un autoaprendizaje mediado.

La inteligencia artificial como máquina impone una nueva articulación entre las personas y en lo educativo con los conocimientos, las técnicas y los docentes en la tarea de enseñar. Además, facilita y cambia los autoaprendizajes, por ende, la eficiencia de la enseñanza. Los docentes de ser los únicos protagonistas con la enseñanza 1.0, o dominantes en la enseñanza 2.0 —apoyada por el libro—, o en la enseñanza 3.0 —apoyada además por componentes analógicos y las industrias apoyadas en las ondas hertzianas o videos— pasan, en la enseñanza 4.0, a actuar articulados a la *máquina de enseñar* de la IA, los cuales serán tutores, mentores o *coaches* de los estudiantes de una enseñanza de entornos digitales de recursos aprendizaje,

con apoyo en inteligencia artificial. Con multimedia, plataformas digitales y programación informática educativa, a través de componentes interactivos y *bot* (aféresis de robot), los docentes cambian sus funciones y tareas hacia unas más creativas, de planificación de los aprendizajes, de asistencia individualizada tutorial, de especialistas en evaluación o de curadores e integradores de los recursos de aprendizaje. Este cambio también implicará que seguramente se alterará la proporción de docentes, sin embargo, dependerá del *input* de los procesos de enseñanza dado el mayor peso de los componentes tecnológicos en los resultados de los aprendizajes.

De los primeros *bots* como programas informáticos que automáticamente realizaban tareas mecánicas de respuesta, a través de internet o de redes cerradas, por medio de buscadores o rastreadores web, gracias a motores de búsqueda que recorren los diversos sitios automáticamente, recopilando información de manera mucho más rápida y efectiva de lo que lo harían las personas; con la IA hay un cambio al pasar a sistemas que además interpretan, organizan y producen información y que además aprenden constantemente. De los *bots* iniciales como Siri de Apple o Alexa de Amazon, la inclusión de la IA mejora esos algoritmos de respuesta y análisis, conformándose como mejores interlocutores disponibles *on demand* para seleccionar y entregar contenidos de información y aprendizaje adaptados a las personas. Cada estudiante tenderá a tener su propio *robot* que lo acompañará en su carrera, incluso corrigiéndole las 24 horas del día, todos los días y que no se cansará de marcarle los errores o precisarle la información, sin tener que ir a los libros en red a buscarla. Además, ese propio *robot de enseñanza*, mejorará en su intercambio con su usuario.

Estos mecanismos informáticos de *machine learning* o de inteligencia artificial serán las herramientas de la enseñanza del futuro, al

aportar mayores capacidades de selección, depuración, jerarquización y organización de la información, especialmente de redacción o corrección de textos, como de evaluación de los aprendizajes. Estas iniciativas y desarrollos, aún en fases preliminares, serán a futuro más operativas, eficientes y precisas en el suministro de respuestas, a estudiantes, docentes y profesionales con diversos niveles de complejidad sobre la base de sus necesidades, a medida que interactúan con usuarios y bases de datos como resultado de sus sistemas propios de *machine learning* o autoaprendizaje.

El impacto de la IA no se refiere solo a la enseñanza, sino a cambios derivados de los mercados de trabajo, en los cuales el uso de la inteligencia artificial será determinante para la realización del trabajo profesional, mientras que sus tareas se caracterizan fundamentalmente por diagnosticar y responder, esto podrá ser realizado eficientemente por máquinas guiadas por IA, como razón técnica pura, incluso agregándole ponderaciones por política, ética, medio ambiente, etc., en los parámetros de sus procesos decisionales. Separadamente a la interpretación, las máquinas pueden hacer diagnósticos más eficientes que las personas, lo cual impondrá cambios en las estructuras curriculares y en los perfiles de las competencias de egreso profesionales.

Con la IA, los docentes podrán recibir información y datos con mayor profundidad, especialización y detalle de los aprendizajes estudiantiles, que les permitirán consolidarse como efectivos tutores, capaces de orientar, motivar e inspirar, en función de los intereses y las aspiraciones individuales o colectivas de los estudiantes. Igualmente, el análisis de los datos permitirá construir escenarios prospectivos de resultados de aprendizaje para las personas y, por ende, políticas preventivas de deserción.

En tal sentido, no habrá una sustitución de IA de los docentes, sino una dupla integrada de trabajo de docentes e IA, que harán más

eficaz la capacidad de contribuir al aprendizaje de los estudiantes. Si en otros tiempos, la articulación de tareas fue resultado de una división social y técnica entre docentes y estudiantes, con el aula y sus componentes, con los libros de texto o guías didácticas, bibliotecas y laboratorios, con recursos planos de aprendizaje o con las plataformas o los simuladores, hoy la división del trabajo debe integrar a la inteligencia artificial incluyendo *bots* y plataformas interactivas adaptativas u otros para el aprendizaje.

Los docentes empoderados por la IA

Con la irrupción de diversidad de recursos de aprendizaje, de las plataformas, las *apps* de gestión, la programación informática educativa, los simuladores digitales, los *bots* (aféresis de robots) y ahora la inteligencia artificial o *máquinas de enseñar* y aprender, los docentes tendrán que pasar a cumplir distintas funciones, probablemente más de asistencia individual tutorial, creativas, de planificación de los aprendizajes, de curadores e integradores de los recursos de aprendizaje o de análisis de las estructuras curriculares y la pertinencia. Es una nueva realidad donde comienzan a ser tercerizadas a escala global con apoyo en las redes. Los docentes ya han ido cambiando sus tareas con el ingreso de las TIC. Uno de esos impactos en estos años, ha sido derivado de la aparición de buscadores a través de internet o de redes cerradas que recorren los diversos sitios automáticamente recopilando información y brindando un servicio selectivo. Ahora, el impacto será mayor con el uso de IA, en forma de *chatbots*, con capacidad de aprender de la interacción con las personas. Antes de la irrupción de la IA, Google o Wikipedia se habían transformado en apoyos fundamentales en las tareas docentes,

al permitir a los estudiantes acceder a toda la información. Google Academics incluso se constituyó en un eficiente mecanismo de evaluación de la producción académica y de los impactos de sus citas.

La programación ha tomado el protagonismo en la enseñanza, creando pedagogías informáticas ahora, con la IA, se profundiza con potentes algoritmos de respuesta y análisis, con diversidad de interfaces e interlocutores disponibles *on demand* para entregar contenidos más pertinentes. Con ellos, la educación se asocia con más intensidad a las formas de la articulación y complementación entre los docentes y estas tecnologías. La enseñanza con IA será la herramienta más importante de los docentes en la organización de tareas, entrega de la información y evaluación. No es solo un recurso de aprendizaje, sino un organizador de tareas educativas más operativas, eficientes y precisas en el suministro de respuestas, tanto a estudiantes y docentes como a profesionales, creando lógicas organizacionales que estarán más apoyadas en estos sistemas de información. Implicará una ruptura con los modelos de gestión y de negocios, con un cambio de los roles docentes en la tarea de orientar, motivar e inspirar a los estudiantes.

No estamos frente a una sustitución de los docentes por la IA, sino una nueva simbiosis entre hombres y máquinas; docentes y recursos de aprendizaje; ciencia y personas, que permitirá gestionar mejor el enorme y creciente volumen de conocimientos, de diversidad de demandas de aprendizajes y de complejidad de las tareas. El trabajo de enseñar estará más articulado a los diversos aportes que permita la inteligencia artificial con *bots*, plataformas interactivas adaptativas, simuladores o convergencia y articulación de recursos de aprendizaje.

La IA está rápidamente transformando muchos trabajos, asimismo, el tipo de tarea de casi todos los profesionales y con ello los contenidos de educar, además de la propia tarea de enseñar. El

avance de las nuevas líneas de la programación permitirá correlacionar mejor los recursos de aprendizaje, los aprendizajes y las competencias, también con la IA. Todos los profesionales —dominantemente— realizan diagnósticos sobre los cuales dan respuestas, diseños o soluciones, los que se realizan gracias a sistemas de información digitales, que permiten procesar altos niveles de datos y así realizar diagnósticos más precisos, en consecuencia, dar mejores respuestas a los problemas. El análisis de un médico de datos suministrados, o la respuesta de un arquitecto respecto a un diseño o un ingeniero sobre una obra, tiene mayor precisión y calidad asociado al uso de *hardware* y *software* cada vez más complejos, que generan y procesan los datos e informaciones necesarias. La inteligencia artificial cambiará la forma de los diagnósticos con mayores datos, imponiendo cambios en las tareas profesionales de diagnóstico que siempre han sido impactadas por las máquinas de procesamiento de información. Tal vez la IA sea el eje de los diagnósticos, mientras que las personas se focalizarán en aportar respuestas, agregando otros insumos y miradas clínicas. Más allá de desaparecer y cambiar muchas de las tareas y profesiones, estamos ante una complejidad de las competencias requeridas para trabajar con la IA. Esto introduce cambios en la enseñanza en todos los campos profesionales, incluyendo a los docentes, especialmente en los entornos laborales con uso intensivo de mecanismos de *machine learning* o inteligencia artificial.

Con una educación apoyada en IA se podrá alcanzar una educación de masas con dinámicas de atención personalizadas y automatizadas, que permitan complementar la acción docente. Actualmente, los docentes no tienen información de las trayectorias estudiantiles, ni los tiempos o posibilidades de brindar acciones de reforzamiento académico, identificación anticipatoria de los niveles de riesgo de abandono o de bajos aprendizajes, así como un seguimiento de los

aprendizajes completos de sus estudiantes. La falta de una educación personalizada deriva en un goteo permanente de abandono y menores niveles de aprendizaje. Las tutorías personalizadas solo se pueden realizar con instituciones y docentes apoyados en IA, que se nutran de los cambiantes resultados a condiciones individuales, a través de sistemas de información que recolectan amplitud de datos sociales y de aprendizaje de los estudiantes, e interactúen con estos las 24 horas en función de sus necesidades.

La educación personalizada y la IA

La construcción de una educación personalizada que responda y se ajuste a las características de los estudiantes, tanto en sus formas de aprendizaje como en sus ritmos y necesidades, constituye uno de los objetivos pedagógicos centrales de las políticas educativas y es una de las derivaciones de la incorporación de la IA a la educación. En parte, los problemas de calidad de la educación son derivados de la desigualdad estructural entre una enseñanza masiva y un aprendizaje individual, lo cual crea más amplitud y desfase entre la enseñanza y el aprendizaje. Las políticas, tecnologías y pedagogías constituyen mecanismos para reducir esos desequilibrios entre el enseñar y el aprender. Tal desequilibrio se ha ampliado con la expansión y renovación del conocimiento, además de las diferenciaciones del mercado de trabajo. La respuesta educativa para reducir el desequilibrio se ha centrado en la actualización de los programas, la mayor formación docente, la flexibilización curricular, un enfoque por competencias o la acreditación de los programas, pero ellos no logran resolver la tensión entre sistemas de enseñanza masivos y poco diferenciados, aunado a los aprendizajes totalmente individuales. Esta

educación masiva —y sin personalización—, es parte importante del problema que ya se está resolviendo con sistemas automatizados de atención, cuya eficiencia será superior con una atención más particularizada con la IA.

La personalización y diferenciación de la enseñanza es el mecanismo idóneo para responder a este problema estructural —y profundo— de los sistemas de enseñanza de masas. Sin embargo, será con la programación informática adaptativa de la inteligencia artificial que se conforme como herramienta idónea, para articular la enseñanza con los ritmos, formas y dinámicas de los aprendizajes mediante sistemas personalizados de enseñanza, que se apoyen en un conocimiento de los estudiantes, de sus contextos, sus aprendizajes reales y que, a la vez, generen una retroalimentación con un seguimiento y análisis de sus trayectorias escolares.

La inteligencia artificial permite a nivel colectivo e individual, identificar distintos niveles de riesgo de deserción estudiantil en función de sus resultados, origen social, geográfico, cultural y de las dinámicas de vida, para alcanzar una atención educativa preventiva y personalizada con acciones pedagógicas de compensación, a través de docencia tutorial, recursos de aprendizaje personalizados o simuladores de prácticas individuales en red. En tal sentido, la IA será una herramienta fundamental de apoyo a los docentes, identificando debilidades en el curso de los aprendizajes en forma preventiva, gracias a manejo de mucha información y dedicación personalizada que ni los docentes, ni las instituciones están en posibilidad. La IA tiene la capacidad de estar 24 horas al día atendiendo respuestas a preguntas y consultas o corrigiendo acciones, cosas que los docentes no pueden. Hoy, además, mucha de la información histórica de los resultados de los estudiantes y de sus características, si bien está en las instituciones educativas guardadas en papeles y registros, no están para su uso como componentes de la política académica.

Por su parte, la educación nació como una formación para elites con una relación entre un estudiante y su maestro, que brindaba un servicio educativo individual —con una atención que facilitaba reforzamientos pedagógicos— en función de las dificultades que identificaba. Era la educación 1.0. Posteriormente, se inició la democratización de la educación con las escuelas, trajo consigo la dinámica de un docente que enseñaba a muchos estudiantes en unos tiempos dados y sobre un currículo normalizado. Ello, comenzó a limitar la capacidad de una interacción individualizada en estos actos educativos crecientemente estandarizados, mientras que se iniciaba una pedagogía más catedrática. El apoyo del libro con la educación 2.0, contribuyó a reforzar ese carácter masivo de la *fábrica educativa* y la construcción de una educación de masas. Este se conformó en el paradigma educativo dominante, pero al tiempo implicó una estandarización y baja flexibilidad para una atención particular del docente a sus estudiantes. Muchos estudiantes tuvieron que buscar profesores particulares de apoyo, para poder mantener el ritmo y no desertar o quedar muy relegados. A medida que estos modelos se masificaron, con el acceso de estudiantes de muy diferentes grupos sociales y capitales culturales, aumentó la equidad con la educación 3.0. Sin embargo, también aumentó la desigualdad de localidad. La enseñanza colectiva presencial de grandes grupos, evidenció exceso de estandarización y fuerte diferencias, especialmente sociales, en los aprendizajes entre los estudiantes. La dificultad de respuestas personalizadas en grandes grupos, facilitó el retraso, la deserción y el abandono escolar de los sectores con menos capital cultural. El aula dificultaba la atención diferenciada por parte del docente, cada vez más cargado de horas de docencia

Con la disrupción de una educación digital, la creación de aulas virtuales y dinámicas más personalizadas y flexibles, se constituyó una enorme oportunidad para una enseñanza a la vez masiva e

individualizada, que es la base del desarrollo en la construcción de la enseñanza 4.0. El incremento, con la masificación de la diversidad y la necesidad de políticas de inclusión —junto al reconocimiento de las diferencias—, incentiva la necesidad de una educación personalizada, diferenciada y flexible. Esta con la IA tiene más capacidad tecnológica de ser organizada. Actualmente, hay un mayor reconocimiento sobre cómo los estudiantes aprenden a su propio ritmo, con las limitaciones de sus propias actividades y tiempo libres, es decir, la educación digital —con su flexibilidad y personalización— permite concebir la construcción de modelos con interacción educativa programada y personalizada través de los sistemas informáticos. La inteligencia artificial, permitirá encarar un mayor avance en este camino de flexibilidades, gracias a bases de datos e interacciones individuales con los estudiantes. La educación, apoyada en sistemas informáticos con IA, permitirá tanto mantener y expandir una educación de masas como desarrollar una educación personalizada con una atención automática e individual, en lo administrativo y en lo académico.

Los *chatbots* como requisito para el aprendizaje

Desde la aparición del concepto y sistemas de *chatbot*, se abrió una enorme puerta de cambios en todos los sectores, incluida la educación, en lo referido a la interacción con los usuarios. Ellos son instrumentos de comunicación estructurados como *software*, que mantienen una interacción y comunicación hombre-máquina sobre una base de datos, que le permite dar un conjunto de respuestas automáticas preestablecidas por los programadores y dentro de dicha *big data*. Inicialmente funcionando en forma escrita, los *chatbot*

han comenzado a comunicarse por sistemas de voz, incluso con la inteligencia artificial, cada vez más similares a la voz humana. Actualmente, están avanzando hacia expresarse con imágenes visuales de personas, también creadas digitalmente y que tienen los mismos movimientos que las personas. Estos *bots*, en sus inicios estructurados como sistemas cerrados con escasa capacidad de respuesta, se han ido expandiendo y mejorando al conectarse con bases de bases más amplias y en red, que permiten mayor cantidad y calidad de sus respuestas. En este momento, están incorporando IA y ampliando su capacidad de precisión al interactuar con los usuarios.

El *bot* ha sido concebido como un instrumento de interacción y de respuesta a los clientes y forman parte de los CRM (*Custom Relation Management*), es decir, son sistemas informáticos de relación entre las empresas con sus clientes o usuarios. Los CRM constituyen una de las herramientas básicas de funcionamiento de las organizaciones, expresan formas de despersonalización, masificación y segmentación de las interacciones. La tarea tradicional de atención pasó a desarrollarse en red, que impulsó el uso de *call center* para apoyar los sistemas de venta y mantener el relacionamiento hacia los usuarios, con la atención requerida. Sin embargo, el carácter masivo de los consumos y clientes o usuarios, así como la escala de las organizaciones, ha impulsado la sustitución de personas de los viejos *call center* por estos sistemas informáticos. Hoy, los bots y los CRM son los ejes, junto a las redes sociales, del marketing y la atención de pre y posventa, para buscar atender y responder problemas. Se están generalizando a todos los sectores, interactuando con usuarios o proveedores, brindando la información necesaria al tiempo que reciben *feed back* y mejoran su eficiencia. Son palancas de la automatización de las comunicaciones, con los usuarios por las organizaciones, permitiendo incrementar las escalas de sus servicios

sin perder eficiencia o incrementar costos. Los ahorros de costo de personal, la velocidad de respuestas, su alcance, así como la flexibilidad, la capacidad de aprender o el acceso permanente, los hace más pertinentes para proveer información directamente desde las páginas web o las bases de datos —y sin duda para las personas—, al estar funcionando 24 horas, 7 días a la semana, 52 semanas al año. La masificación de los celulares permitió incluso una respuesta móvil y a toda hora.

Las universidades utilizan los CRM en el marketing y la atención administrativa. Algunas iniciaron su uso educativo brindando información de notas, inscripción, fechas de entrega, pagos, etc. Actualmente, múltiples universidades exploran su uso en el apoyo directo a la enseñanza, con información académica, bibliografías ampliatorias, respuestas a consultas y resolviendo dudas. El acceso en línea, los enfoques por competencia y la sobreabundancia de datos, han llevado enfoques educativos no centrados a la mera transferencia de información, mientras que, por otro lado, facilita el uso de *chatbots* como herramientas y acción tutorial, liberando al docente del mero rol de dar información —que está mejor en internet—, apoyado en comunicaciones vía *chatbot*. Ellos tienen más información actualizada, especializada y detallada que los docentes, es un proceso que será más intenso en el futuro al mejorar sus tiempos de respuesta, la calidad de la información, el tamaño de las bases de datos y la conectividad. Con la incorporación la inteligencia artificial, bases de datos y mayor interacción estudiante-máquina, se mejoran las respuestas a los estudiantes, al superar la lógica de un árbol limitado de respuestas preestablecidas. En tal sentido, los *chatbots* contribuyen a la calidad de la educación, ya que favorecen la interacción. Incluso, muchas de las dudas son el eje del aprendizaje con la formalización

misma de las preguntas. Más allá de la respuesta misma para el aprendizaje, la formulación de las preguntas contribuye a la sinapsis, a ordenar los razonamientos y aprendizajes de los estudiantes. Por ello, se ha considerado la existencia de una enseñanza basada en la formulación de preguntas, es decir, sistematizar y ordenar los conocimientos al verbalizarlos. Con la IA se supera su funcionamiento, de un set de preguntas posibles y limitado, como apoyo a los aprendizajes, más allá de sus márgenes de error. Los nuevos *chatbots*, con información de contenidos procedentes de bases de datos académicos y del propio historial de los estudiantes —así como de la interacción con ellos—, tienen una capacidad superior de responder con eficiencia a preguntas y de favorecer los aprendizajes. Su acceso será parte de los derechos educativos digitales para una enseñanza de calidad.

De las bibliotecas a los sistemas de IA

La gestión de la información fue una actividad centrada principalmente en la adquisición, catalogación, ordenamiento y suministro de libros a los usuarios en una sede, en consecuencia, dio lugar a la creación de bibliotecas, las cuales han sido un soporte de las aulas y de la enseñanza. Con la expansión de la producción editorial —en cantidad de libros y en diversidad de títulos asociado a la expansión y diferenciación del conocimiento y de los sistemas educativos—, la función de las bibliotecas se fue complejizando y especializando. Las bibliotecas y los libros se volvieron el centro físico y pedagógico de la enseñanza, e impulsaron sistemas más eficientes y rápidos de clasificación, por autor y tema, con tesauros más completos y focalizados, incluso llevaron a sistemas de clasificación

en la fuente (en las editoriales) para acelerar y reducir los cuellos de botella, que se producían entre la producción de libros y el ingreso a los sistemas bibliotecarios, en beneficio del uso en los sistemas educativos. Ese camino avanzó para la creación de sistemas de clasificación estandarizados y globales como el ISBN (para libros) y el ISSN (para revistas) para facilitar el registro, archivo y la diseminación de dichos productos intelectuales a escala global. Se inventó también el código de barras, para establecer sistemas estandarizados de gestión de los productos en general, además de los libros, que permitieron su identificación y reconocimiento —rápido y único—. Creado el 1952 el código de barras, fue recién en los años 80 que se generalizó con la expansión de lo digital aunado a los interfaces y periféricos de lectores y escáner. Posteriormente, ha derivado en la aparición de códigos matriciales como el código QR, que está suplantando al código de barras por su mayor capacidad y eficiencia. La revolución digital llevó el sistema de gestión de la información a otra fase, tanto en el acceso al conocimiento como en su producción, archivo y clasificación. No sólo los repositorios pasaron a ser crecientemente digitales, incluso el libro fue abandonando su lugar como centro referencial único del conocimiento universitario, con la transformación de las revistas académicas en digital, globales, de acceso en red, profesionalizadas, estandarizadas e indizadas.

El archivo tradicional que se basaba en técnicas y procedimientos estructurados y normalizados, para permitir una ordenada organización de los documentos, paso a un entorno digital con múltiples metadatos que orientaban mejores sistemas de búsqueda. Con internet y la proliferación de documentos en red, irrumpieron los buscadores para permitir buscar y acceder a ellos, así como a millones de datos e informaciones. La administración, organización, selección y conservación de los documentos y la información, se

localizaron en forma descentralizada en múltiples servidores alrededor del mundo, enlazados por redes digitales y *software* de gestión de nuevas grandes empresas. Google fue la expresión de esta transformación y se conformó en una de las estrellas de las nuevas empresas en red. Pronto la *nube* pasó a ser la gran biblioteca, en este sentido, los servidores locales dieron el paso a grandes centros de datos interconectados y redundantes alrededor del mundo. Estas granjas digitales con miles de servidores y con altísimos consumos energéticos y de agua, se conformaron como las nuevas bibliotecas de los millones de repositorios de contenidos enlazados, a través de buscadores soportados y financiados en una publicidad segmentada de acuerdo a nuestras búsquedas. Pronto, la sobreoferta de información fue anulando la eficiencia de los buscadores, en consecuencia, llevó a la necesidad de una mayor articulación de las búsquedas con la publicidad, que condujo a la incorporación de sistemas de inteligencia artificial para mejorar la información, asimismo, mejorar y depurar las búsquedas. Es decir, dentro de los algoritmos tradicionales, irrumpió una programación más articulada a las demandas y que interactuaba gracias a la información de los usuarios.

Sin embargo, a la vez apareció otro modelo de seleccionar y ordenar la información como ha sido el GPT de OpenAI. Con ellas y otras, la búsqueda de información se basa en desarmar y desestructurar los contenidos en red, al mismo tiempo que agrupándolos en estructuras semánticas y *token* para su más eficiente búsqueda y selección. Con estos modelos se comenzó a conformar un nuevo mecanismo de búsqueda de información y de suministro de respuestas sintetizadas. Más que permitirnos llegar a una información, con el riesgo de sesgos asociados a la publicidad, la inteligencia artificial, nos consintió ingresar a un nuevo paradigma de organización del conocimiento en una nueva fase de la disrupción digital, ya no sólo

de acceso sino de procesamiento y de redacción, pertinente a nuestras demandas. De una Wikipedia producida por personas con sus propios sesgos y luego con potenciales revisiones, ingresamos a sistemas automatizados de gestión de la información, cuyos modelos y algoritmos sobre la base de millones de parámetros, nos dan una superior fiabilidad de la información, finalmente creada por máquinas específicamente para nuestras necesidades y demandas.

Los bibliotecólogos, como los docentes, ya se han ido transformando en especialistas en gestión de la información con el avance de la digitalización. Sin embargo, ahora en la nueva fase con la irrupción de la IA, se deberán transformar para articularse a esta nueva forma eficiente de búsqueda, procesamientos y selección de la información, impulsada por la IA y bajo sistemas de *chat* con base en *prompt* como propuestas semánticas de descriptores de búsqueda. Sin duda ésta es esta otra de las profesiones que cambiará, pero que seguirá existiendo, dada la necesidad de intermediaciones entre los conocimientos, los recursos de aprendizaje, las demandas de información, además de las nuevas técnicas digitales de búsqueda y ordenamiento. Irán muriendo y quedando en el desuso las fichas bibliotecarias en instituciones bibliotecarias con ficheros de papel y accesos presenciales, o los buscadores simples de contenidos asociados a la publicidad, pero siempre se necesitarán en un mundo de expansión del conocimiento, procesos de gestión, selección, búsqueda y síntesis de la información. Así como sostenía, hace muchos años, Claude Shannon —el padre fundador de las teorías de la información— que dio el soporte a la articulación entre las matemáticas y las transferencias de contenidos. Ahora, sin embargo, los empezamos a llamar *ingenieros prompt* y reclamamos que los artículos y trabajos digan su origen real, ayudándonos a separar las nuevas realidades.

Educación global e IA

La IA acelerará la internacionalización de la educación, apoyada e impulsada en redes globales. La educación nació como un sector totalmente nacional, por ser un servicio de prestación presencial, por su rol político y cultural en la construcción de la identidad de las naciones, sus normativas y estándares locales, así como su perfil de egreso, centrado en demandas laborales locales de empresas orientadas a los mercados internos. Esto ha cambiado radicalmente y múltiples autores, desde hace años, sostienen que asistimos a una transformación educativa dada por la rápida conformación de una educación global, especialmente en el nivel universitario. De esta forma, la educación está inserta en el pasaje desde lógicas y pertinencias nacionales a internacionales, además, que es acompañado por el pasaje, desde modalidades presenciales a híbridas y digitales, como de modelos homogéneos a dinámicas diversificadas, las cuales forman parte de la construcción de un sistema educativo global. Ello es parte de la dinámica expansiva de los conocimientos, así como de una demanda de internacionalización para reducir las asimetrías de calidad. Ha sido también uno de los mayores impulsores de la globalización, las tecnologías de comunicación e información. La IA incrementará la digitalización de las tareas en múltiples sectores con mayores escalas y favorecerá mayores dimensiones de la globalización.

Esta internacionalización no es un camino lineal, sino está marcado por múltiples procesos de divergencia y convergencia, pero que se acelera con la economía digital y en red global. La IA incentiva ese proceso, en tanto lo digital facilita la movilidad de los intangibles, entre los cuales está la educación. Es parte de economías de exportación más globalizadas con amplias cadenas logísticas,

mercados laborales con alta movilidad y teletrabajo en red y sistemas educativos globales virtualizados, asociados al tipo de inserción de los países en la división internacional del trabajo. La IA ayudará a gestionar la economía global colaborativa de plataformas, además, facilitará el acceso a recursos, simuladores, ofertas, certificaciones, docentes e instituciones. Su expresión será por medio de sistemas en red con escalas globales, incluyendo prestación de servicios educativos. Los crecientes niveles de conocimientos, altamente transables, facilitan estas transformaciones. La tendencia estructural a una educación global es incentivada por las enormes asimetrías entre los sistemas educativos en términos de calidad, cantidad y pertinencia. Este escenario promueve el actual movimiento hacia la conformación de un sistema educativo global, también del pasaje desde sistemas nacionales hacia una educación global, con muchas articulaciones locales e híbridas. La internacionalización ayuda a mitigar las enormes desigualdades educativas y sociales. Sin embargo, está limitado políticamente y aún la movilidad de instituciones es escasa. No obstante, ha facilitado que la movilidad transfronteriza esté aumentando y cada vez existan más estudiantes globales. Si antes la educación era la argamasa de la identidad y del nacionalismo, ahora cumple crecientemente la función de impulsar el globalismo y la movilidad, directa a indirecta, de los factores. Es que lo local ya no existe en igual dimensión que en el pasado analógico y nacional, lo cual se constata en los proteccionismos o defensas de identidades que promueven muchas veces ineficiencias o ideologismos corporativistas, que atentan contra la democratización del conocimiento, el mejoramiento de la calidad y una mejor inserción de los países en la economía global. Actualmente los países se diferencian por su rol en la división del trabajo educativo, sin embargo, la pobreza o riqueza de las naciones está asociada al diferenciado

peso de los posgrados, de la investigación básica —especialmente aplicada—, del grado de apertura y de movilidad académica —docente y estudiantil—, del nivel de internacionalización y rigurosidad de sus sistemas de aseguramientos de la calidad, al uso de recursos de aprendizaje más complejo, a sus tasas de titulación frente a la población económicamente activa o a los perfiles por competencias de sus egresados en contraste a las enormes demandas en las áreas de ciencia y tecnología así como a una gobernanza eficiente de sus sistemas o el volumen de recursos públicos y privados, entre otros. En estos indicadores y la articulación universidad–empresas, es donde finalmente descansa el nivel del producto interno bruto, de la productividad y de los ingresos per cápita.

La internacionalización es una de las palancas para pasar de una educación local, homogénea, presencial, con bajo peso de tecnologías digitales, aunado a una baja calidad, hacia una mayor educación global, flexible, diversa e híbrida, para responder con pertinencia. Esta educación global es diversa y se expresa en múltiples formas educativas presenciales, virtuales o híbridas, en el marco digital, con multicurrículo, multipedagogías y multimodalidades. Ella no refiere a formatos presenciales o no presenciales, sino a diversidad de modalidades, ambientes de aprendizaje y pedagogías en un contexto digital con creciente utilización de información en la gestión y la enseñanza con IA. Es este el formato más eficiente para promover una articulación universitaria en el contexto global. Antes, la globalización educativa se centraba en la movilidad estudiantil y en la movilidad docente. Luego incorporó la internacionalización de los currículos, las bibliografías y los recursos de aprendizaje.

Desde los años 2000, con la primera oleada digital de la educación virtual de tipo asincrónica apoyada en LMS y MOOCs, la Organización Mundial del Comercio (OMC) agregó la educación transfronteriza digital desde los países centrales como movilidad, así

como el traslado y radicación de universidades internacionales fuera de sus países de origen. La enseñanza del inglés y las competencias internacionales, se conformaron como requisitos para construir la educación global. Con el desarrollo de internet y las redes digitales, irrumpió en la post pandemia una nueva oleada digital con la educación virtual sincrónica (Zoom), apoyada en plataformas y empresas globales. Ahora, los superiores niveles de programación y ancho de banda que requieren la IA, los *chatbots* y los simuladores, serán donde veremos lógicas educativas más globales en red y automatizadas, a medida que demandan más calidad y prestaciones, tanto sincrónicas como asincrónicas. Así, con lo digital, las plataformas y los *softwares*, más allá de la educación transfronteriza, son palancas de una mayor internacionalización. El carácter global de la IA y su soporte en redes de plataformas, impulsarán nuevas formas de conformación de un sistema educativo global y lógicas de estandarización globales.

La región está, sin embargo, lejos de ese estadio de desarrollo y los indicadores muestran el reducido nivel de digitalización y de internacionalización, ya que los enfoques presenciales y el proteccionismo educativo son dominantes. No llegan al 1% los estudiantes internacionales que vienen a estudiar a la región, aun menos los que salen a estudiar. El manejo de otros idiomas es bajo, la mayor parte de los países han impuesto limitaciones a la instalación de universidades extranjeras y a la presencia de una oferta universitaria transfronteriza. Correlativamente, el grado de digitalización de los procesos educativos es también reducido. Como contracara, las universidades de la región no actúan casi fuera de la misma y no compiten en el mundo. Los rankings muestran la debilidad y las asimetrías de nuestros sistemas más allá de escasas excepciones. También, la tercerización, como en la logística global, ha sido un

componente que ayuda no solo a la digitalización e internacionalización de los procesos educativos.

La realidad es la resistencia a la educación global y a la competencia internacional, lo cual impacta negativamente en los aprendizajes, en la calidad de los profesionales y la cobertura. Muchos gobiernos reclaman la apertura al comercio internacional, además de bajar las barreras arancelarias a nuestros productos, pero limitan el derecho de las personas a la inserción en la educación global y digital. De hecho, casi exclusivamente, las personas de los quintiles de ingresos muy altos pueden acceder a una educación global. Sin embargo, son las dos caras de una misma moneda y no se podrá acceder al mundo en los aspectos comerciales e insertarnos en economías de exportación, si no se abren las fronteras a los servicios educativos, asimismo, se impulse una educación global y digital, que beneficie la competencia y contribuya a mejorar la calidad de los aprendizajes y la productividad de las personas, así como, los sistemas educativos, que se apoyará crecientemente en la inteligencia artificial. El contexto de una disrupción digital apoyada en IA colocará nuevos desafíos e impulsos a la internacionalización educativa.

Epílogo

La investigación y la IA como ejes del sector cuaternario de la economía

a) Las tecnologías de comunicación y la transformación de la educación

Las tecnologías de comunicación e información y sus innovaciones son uno de los ejes de las transformaciones educativas desde su génesis. Sin duda que los paradigmas y concepciones pedagógicas, las articulaciones curriculares a las demandas sociales o los objetivos políticos e ideológicos han marcado también los cambios educativos, pero el rol de las tecnologías de comunicación e información es determinante, porque el fenómeno educativo es también un hecho comunicacional. Las teorías de comunicación, la complejidad de la codificación y decodificación de los mensajes, su articulación a las capacidades de los actores, o la tendencia a la dispersión de los mensajes con creciente niveles de entropía, además de las propias narrativas que impone cada medio y las configuraciones de los discursos, constituyen componentes muy importantes en la comunicación. Sin embargo, un componente vital del proceso de comunicación y educación refiere a los envases o plataformas sobre las cuales distribuyen los contenidos educativos. En tal sentido las estructuras de soporte y envase de los contenidos al exterior

de nuestros cuerpos, son determinantes de la comunicación y la educación. Además, por cuanto la comunicación oral es de escasa retención, aunado a que los procesos neuronales de aprendizaje requieren tiempos superiores de apropiación cognitivos, la necesidad de repetición y análisis en los propios ritmos personales y de concentración. Para aprender se requieren muchas veces tiempos, velocidades o formas de abstracción de los contenidos simbólicos de la comunicación educativa especiales y pertinentes.

Bajo un enfoque histórico hemos tenido tres grandes revoluciones en la articulación entre la educación y las tecnologías de comunicación, como resultado de las transformaciones de las tecnologías. La primera gran innovación en la comunicación, y por ende también en la educación, ha sido la creación del alfabeto y la escritura. Ello permitió transferir y diferir la comunicación y la información entre las personas, además de poder formular conceptos e ideas con mayor profundidad. El alfabeto fue la base de las primeras estructuras educativas, entre ellas las universidades. El uso de los textos religiosos fue el centro de la enseñanza como aún se da en las escuelas coránicas o en las universidades chinas milenarias, como preparación para los exámenes imperiales.

La segunda gran transformación fue la creación de tecnologías de soporte físico de la escritura —y por ende de la información y el conocimiento— que permite una comunicación entre las personas más allá del tiempo y el lugar. Ello se produjo durante varios siglos desde los pergaminos, en los cuales fueron registrados textos y alcanzó su cenit con la creación de los libros, primero de pergaminos integrados en las bibliotecas, finalmente con el invento de la imprenta de tipos móviles de Gutenberg que permitió registrar, transportar y preservar el conocimiento en envases mecánicos y externos de las personas. Gracias a lo cual se produjo la expansión de los sistemas educativos, y el pasaje desde una enseñanza de uno a pocos, se

transformó a una enseñanza de uno a muchos, al poder apoyarse la enseñanza en una tecnología de comunicación e información de envase de los contenidos de escritura, de esta manera, crear recursos independientes de tiempo y lugar para permitir el aprendizaje.

La tercera transformación en la articulación, entre tecnologías de comunicación y educación, fue la creación de soportes analógicos para registrar y transportar los conocimientos a través de ondas hertzianas. Requirió el invento de la electricidad y de sistemas de codificación y de decodificación de la comunicación inalámbrica, gracias a lo cual se alcanzaron escalas y coberturas muy superiores.

Finalmente, la cuarta gran transformación —en la relación entre educación y tecnologías de comunicación— es la tecnología digital, que además de registrar y transportar datos e información, permite preservarlos en un código de ceros y unos, y que permitió una convergencia en lo digital de todos los contenidos analógicos o mecánicos de imagen, sonido o movimiento. Esta tecnología impulsó la virtualización y la irrupción de herramientas informáticas, así como, su uso en las aulas, la enseñanza en red, sistemas de simulación digitales y dinámicas sincrónicas y asincrónicas digitales.

Hoy irrumpe un nuevo ciclo tecnológico de innovación digital con la IA, ya que *creación destructiva* abre una nueva fase en la relación entre educación y tecnologías de la comunicación e información, que constituirá un jalón de primera dimensión en la reconfiguración de las características de la oferta educativa y de la investigación.

b) El método científico y las tecnologías de la información

Las tecnologías de comunicación e información han sido un factor de transformación, tanto en los modelos educativos como en las

dinámicas de creación de conocimiento. El método científico constituyó una enorme innovación, creó de hecho el campo de la ciencia, llevando las teorías del conocimiento —la epistemología— a un nivel superior como resultado de la creación de una metodología de investigación y de formas de captación, ordenamiento y procesamiento de la información y los datos. A su vez, implicó, como modelo conceptual, la realización de análisis o cálculos. Descartes, en el siglo XVII, fundador de la filosofía de la objetividad científica, sostuvo por primera vez que solo la razón podía ser el fundamento de la verdad, en tal sentido, propuso un método de investigación. Al colocar la sentencia *pienso, luego existo*, abrió el camino, no solo al reconocimiento del pensamiento, sino a avanzar en la formulación de hipótesis y del apoyo en fórmulas matemáticas, a través de la creación de un método para develar esas estructuras lógicas de la verdad y, con ello, al desarrollo de la ciencia para explicar las leyes de la naturaleza

El método científico formulado por Descartes —y a partir de allí los múltiples métodos de investigación con sus especificidades y sus enfoques—, constituye un conjunto ordenado de realización de procesos y de técnicas para poder crear conocimiento. Es un método, pero se apoya en tecnologías de información para el manejo de los datos y de la información, que se estructura en función de marcos interpretativos o hipótesis. Por su parte, la ciencia es conocimiento y busca leyes generales a partir de hechos particulares. Einstein sostenía que es el intento de hacer que la diversidad caótica de las sensaciones corresponda a sistemas lógicamente unificados de pensamiento. Popper, por su lado, complementaba que la ciencia más que un cuerpo de conocimiento es un sistema de hipótesis. Bunge, definió a la ciencia como un conocimiento, racional, exacto, verificable y por consiguiente falible. Este conjunto de saberes, hoy también en forma paradigmas científicos, es la base para descubrir

verdades sobre la base de leyes objetivas del funcionamiento del mundo y, por ende, permiten explicar y prever acontecimientos. En este enfoque la ciencia es no sólo una explicación al presente, sino del futuro —o al menos de los futuros posibles—, dada la existencia también de lagunas de información y de conocimiento. Todo es resultado de metodologías que requieren niveles de manejo de la información cada vez más sofisticados y veloces.

Son metodológicas a través de las cuales se formulan procesos de creación de conocimientos, que siempre implican la realización de cálculos y análisis. Así, el proceso de creación de conocimientos y de la ciencia, implica un grado de generalización, experimentación, contrastación y análisis, que fue impulsando el avance de las matemáticas y la estadística como base para la instrumentación del método científico de creación de conocimiento. Pero también han sido determinantes, para el apoyo en las tecnologías de comunicación e información como los libros, que han permitido el análisis de los conceptos y el conocimiento de los procesos. La expansión del conocimiento gracias al método de Descartes, tuvo eficacia en tanto se apoyó, no sólo en los desarrollos de las matemáticas y las estadísticas, sino en los libros como repositorios del conocimiento.

c) La computación y el cálculo como rupturas en la investigación

El método científico requiere de las tecnologías de información, ya que su basamento es el tratamiento de la información, incluyendo la recopilación, el almacenamiento, la transmisión, el procesamiento y la presentación de la información. La creación de sistemas informáticos como resultado de la disrupción digital, ha permitido avanzar a un nivel superior en la tarea de organizar las bases de

datos y permitir un mayor nivel de eficiencia en la tarea de almacenar datos, así como en el uso de herramientas informáticas de *software* de análisis estadístico para procesar dichos datos, incluso de *software* de presentación para comunicar sus resultados. Ellos han constituido algunos de los elementos que han permitido la expansión del conocimiento en las últimas décadas, gracias a que el método científico requiere obligatoriamente el apoyo en las TIC para manejar cantidades superiores de datos con eficiencia y eficacia. Pero, además de la existencia de herramientas informáticas como las bases de datos, el gran aporte de la disrupción digital a la investigación ha sido por su capacidad cálculo. La realización de operaciones matemáticas a gran escala, con alta velocidad y bajos costos, ha sido el eje de la revolución digital. Reducir los procesos a ceros y unos, permitió aumentar la eficiencia de los cálculos y acelerar esos procesos, así como reducir los niveles de errores. De esta forma, el método científico se tornó más preciso y confiable, con capacidad de manejar a mayor velocidad grandes operaciones de cálculos con muchos datos y variables. Ha sido la alianza del método científico, más las computadoras —tanto con el *software* como con la capacidad de cálculo—, lo que ha redimensionado y expandido la investigación. El método, a manera de conocimiento, se expresa en un conjunto de pasos, tareas y procesos para alcanzar resultados, entre los cuales está la realización de determinados procesos de cálculo, sin embargo, esos procesos son transformables en instrucciones en un sistema informático. En tal sentido, aunque el método no sea una tecnología de comunicación, estas lo integran y automatizan en sus procesos y dinámicas informáticas

d) La IA como máquina de investigar

La inteligencia artificial se constituye en otro avance de enorme dimensión en relación a los procesos de investigación, que permitirá un aumento notable en los procesos de creación de conocimiento. La IA no es meramente un *software* como se dio en la primera disrupción digital del PC, sino un ecosistema, como una articulación de potentes procesadores, un nuevo concepto de *software* abierto articulado, apoyado en interacciones con personas, bases de datos o sensores y redes de banda ancha, incluyendo conexiones 5G, por donde circulan datos y análisis a alta velocidad. Todo permite que se conforme integralmente como una máquina de predicción, de aprender y de enseñar, así como de comunicar información. Ella se constituye en una máquina de investigar, en este sentido, diariamente asistimos a noticias referidas a descubrimientos realizados gracias a la inteligencia artificial. Este ecosistema constituye una herramienta de apoyo a las personas en la realización de sus trabajos e investigaciones, y mientras es casi ella misma una máquina-herramienta de investigación, está ampliando las fronteras del conocimiento en todos los temas donde se focaliza su análisis. La IA no es meramente un *software* de análisis, sino que constituye una máquina-herramienta que pone en funcionamiento y articula un conjunto de sistemas y procesos que caracterizan a la investigación, de esta forma permiten crear conocimientos con un mayor nivel de consistencia y fiabilidad.

Esta función *descubridora* está en el centro mismo de su conformación, dada por la estructuración de su programación con base en el método científico de investigación y, por el cual, desarrolla sus acciones mediante procesos y parámetros estructurados, similares a los de la investigación tradicional. Si bien existen diversos métodos científicos, ellos son agrupables en procesos comunes de formulación de hipótesis, testeo contra datos, generación de interpretaciones

o teorías pertinentes y procesos de verificación ampliada. Así, los modelos de investigación tradicionales como la inteligencia artificial se basan en estructuras similares de formulación de hipótesis, por lo tanto, a partir de allí preguntas de investigación que se apoyan en una metodología científica, en función de la cual se realizan diversos pasos tales como análisis de muestras, población o base de datos con las cuales se contrasta, un conjunto de criterios, variables y parámetros respecto a los cuales se realizan los análisis y finalmente formulación de conclusiones o resultados. Igualmente, ambas implican un nivel de error o riesgo en sus análisis y conclusiones, asociadas a criterios con procedimientos, datos o sus paradigmas teóricos. Ambos procesos también incluyen múltiples intentos de refutación por medio de diversos mecanismos de prueba y ensayo, con miras a la eliminación de errores o la comprobación, o no, de las hipótesis presentadas. Todos estos pasos y procesos constituyen el centro de la inteligencia artificial desde su propia génesis conceptual a partir de los años 50, así como de la necesidad de la existencia de bases de datos o interacciones que permitan contrastar —contra datos— las hipótesis formuladas. Indudablemente, la investigación tiene profundas diferencias según el campo científico objeto de estudio y la posibilidad de experimentar o repetir el experimento, no siempre es posible en muchos fenómenos, ni mucho menos en los campos sociales donde el carácter de los resultados no será el mismo como en las ciencias exactas.

El método científico se constituye en el centro del desarrollo de nuestras sociedades y de la búsqueda de la verdad. Nuestra sociedad actual es el resultado en muchos sentidos de la existencia del método científico, como basamento de la creación de nuevos conocimientos, cuyos primeros componentes fueron formulados por Descartes hace varios siglos y que se mantienen más allá de múltiples enfoques epistemológicos adicionales, por lo que, la

incorporación de procesos de automatización aumentará la calidad y cantidad de las investigaciones. Por su capacidad de cálculo y procesamiento y la dimensión de las bases de datos que le alimentan, la mayor parte de las veces solas, con sensores o con interacciones, la IA está implicando un cambio radical en la investigación científica. Esta ya se ha transformado en las últimas décadas con su nuevo rol en el desarrollo, a través de la *creación destructiva* y la innovación. En este camino, se identificó el nuevo modelo de la triple hélice, donde el impulso está centrado en la alianza entre el mercado, el Estado y la académica, además se reafirmó su carácter colectivo y de grupos de investigación frente a lo individual o se concibió su financiamiento compartido a través de fondos concursables competitivos, capitales de riesgo o *crowdfunding*, entre otros. También se estructuró la necesidad de carreras de investigador especializadas y separadas de la docencia, el apoyo determinante en sistemas de la evaluación externa y de resultados, por medio de artículos en revistas académicas indexadas y patentes.

Ahora bien, en el marco digital, la investigación se apalancó en el aumento de la capacidad de cálculo y en aplicaciones informáticas de gestión, y ahora se expande con la IA que permite conformarla casi como una máquina de investigar.

e) ¿La IA como la fábrica de investigación?

La irrupción de la IA como máquina de investigar y cambiar la relación en la tarea de creación de conocimientos entre los hombres y las máquinas, está también derivando en la creación de verdaderas fábricas de investigación. Estas son ámbitos de trabajo, además articulados en red, donde un conjunto de profesionales investigadores y técnicos llevan adelante procesos de transformación de datos en

conocimientos, a partir de trabajar con las máquinas-herramientas de IA. Estas nuevas fábricas de conocimiento, en la actual sociedad de la información, son un paralelo presente de la historia de las fábricas industriales de tipo mecánicas, centradas en la transformación de materias primas en productos que caracterizaron a una parte importante del siglo XIX y del siglo XX. Allí se produjo la agrupación de artesanos independientes en ámbitos de trabajo con máquinas-herramientas mecánicas que permitieron un aumento de la división del trabajo entre hombres y máquinas, con nuevas tareas y funciones articuladas. Las nuevas fábricas de creación de conocimientos, se apoyan en la expansión del uso del método científico, creado hace siglos, que constituye la metodología central para la realización de procesos de investigación y de creación de conocimiento, gracias al uso de la IA como máquinas. El método científico fue el mayor avance del hombre en la historia de la humanidad, porque se estableció un mecanismo y un camino para crear conocimiento, de esta forma, superar los mitos y concepciones sin basamento científico. Este método formulado por Descartes se constituyó en el camino hacia la verdad, en un contexto de discusión con las religiones, el cual no solo dio impulso al mundo de la *razón*, sino que permitió un salto en la humanidad al expandir el conocimiento científico y con ello poner a la ciencia como motor del mundo del trabajo y con ello en vertiginoso aumento de la productividad de las máquinas.

Ahora, la inteligencia artificial permite automatizar los procesos de creación de conocimiento no como un *soft* meramente, sino como un amplio ecosistema de bases de datos, mejores procesadores, ingenieros *prompt*, plataformas en red y tecnologías inalámbricas de 5G, entre otros componentes, con ello permite conformar fábricas y conglomerados de conocimiento. La IA es una tecnología que automatiza parte de las tareas de la investigación y del método científico, a través del manejo de sus procesos y de altos volúmenes

de información en red. Lleva el *método científico* como conjunto de pasos metodológicos a una dimensión superior, con la elevada capacidad de procesamiento en el manejo de datos, así como en la realización de los procedimientos requeridos. La formulación de hipótesis, la contraste de ellas, el cotejo de la información, el cálculo y la experimentación y la formulación de resultados primarios —y nuevamente su cotejamiento—, se estructuran como procesos serializados, articulados y continuos.

Si la revolución digital trajo el cálculo automatizado que permitió la expansión de la creación de nuevos conocimientos en las últimas décadas, la IA traerá una investigación automatizada al interior de grandes organizaciones como Apple, *Alphabet*, IBM, Amazon, Oracle, etc. Es el sector cuaternario que refiere a un ámbito de la economía que integran organizaciones dedicadas, centradas en la generación, gestión y aplicación del conocimiento. Con la conformación de estas fábricas de creación de conocimiento, estamos frente a las puertas de un enorme salto cuantitativo y cualitativo en la innovación, por ende, en los procesos de *creación destructiva*, correlacionado demandas de educación y actualización de competencias en una dimensión muy superior. Esta nueva organización institucional, en el contexto de una economía que se alimenta de nuevos conocimientos —tanto rupturistas como incrementales para aumentar la producción y el valor agregado—, será la base de un salto importante de la productividad del trabajo. Estamos pasando a un nuevo estadio en el desarrollo de la ciencia y en el conocimiento de las leyes del universo. La formulación del método científico fue la puerta al inicio de la primera fase al imponer el mundo de la razón, que dio lugar al renacimiento y la expansión de los conocimientos. Posteriormente, en la segunda mitad del siglo XX, la irrupción del cálculo y el procesamiento masivo de datos —con la disrupción digital y las computadoras— permitieron iniciar una segunda fase que

aceleró la creación de conocimientos. Ahora, con la aparición de máquinas como inteligencia artificial, entramos en una nueva etapa en el desarrollo de la ciencia con la automatización del trabajo científico, concomitantemente de grandes emporios creadores de propiedad intelectual y enormes lugares de beneficios de los ingresos extraordinarios, que implica el monopolio de los conocimientos.

f) La IA y los derechos de propiedad intelectual

La irrupción de la IA ha planteado un debate en todas las áreas de la sociedad, con mayor intensidad en las referidas a la propiedad de sus productos, por ende en los aspectos derivados de los derechos de propiedad intelectual (DPI) como creación. Una primera discusión derivó de algunas apreciaciones que creyeron entender que las creaciones —resultado del uso de herramientas de IA— eran un tipo de copia de creaciones humanas previas, por ende una forma de plagio. En tal sentido la visualizaban sujeta a los derechos de propiedad intelectual, que requería autorización y pago al basarse en otras obras intelectuales como insumos de sus creaciones. Esta mirada fue rápidamente descartada, ya que todos los sistemas de verificación demostraron que los productos de la IA no eran copia de obras existentes en ninguna dimensión ni porcentaje, constatando con ello su rol de máquina de creación original, gracias a sus algoritmos y características. Establecer alguna limitación, hubiera sido como si los creadores intelectuales tuvieran que pagar por el uso del alfabeto, los diccionarios o las reglas gramaticales o sintácticas que soportan su lenguaje creativo y el nuestro obviamente.

Un segundo debate se asoció al planteo de que la IA producía creaciones intelectuales y que ellas eran propiedad de los respectivos dueños de dichos sistemas informáticos. Se consideró que el

software de IA elaboraban creaciones intelectuales que derivaban en la existencia de derechos intelectuales y que implicaban beneficios derivativos a sus propietarios. Por analogía se podía llegar a pensar que otras máquinas como una de escribir, la imprenta, proyector de cine y sin duda una computadora o una calculadora, pudieran ser consideradas como máquinas creadoras, en consecuencia, que sus propietarios podrían tener derechos sobre sus producciones asociadas. Si bien, en algunos pocos países, la normativa ha introducido un polémico gravamen a las máquinas de copia y reproducción, ello se da en tanto se presume que pudieran ser utilizadas para realizar copias de obras intelectuales, pero no se les asigna el rol de máquina creadoras de obras intelectuales, sino potenciales instrumentos del plagio.

En este debate, recientemente la justicia de Estados Unidos laudó y reafirmó que el arte creado por IA, por ser producido por una máquina o sistema informático, no tiene derechos de autor, ya que la autoría humana es el requisito para la existencia de los derechos intelectuales. Esto mantuvo el criterio de la Oficina de Derechos de Autor de dicho país, que previamente había dictaminado, que los humanos son fundamentales en los procesos de creación y que las obras creadas con IA no pueden acogerse, por sí mismas, a la protección de los derechos de autor. Sin embargo, los DPI reconocen que las creaciones asistidas por IA, así como por cualquier máquina, sí pudieran optar por la protección intelectual, sí y solo sí, una persona *humana* contribuyó a definir su producto y si este trabajo además fue de una *manera suficientemente creativa*. Ello reafirmó que más allá de las características que impone cada herramienta técnica, es únicamente el rol humano y su nivel de trabajo creativo, el determinante de la creación y, por ende, el requisito para su propiedad y protección pública.

Hoy estamos en una transición de los DPI desde el mundo mecánico y analógico, al entorno digital, en todos los procesos de creación, distribución, intercambio y consumo, que implica nuevos componentes, herramientas, canales y procesos también de creación intelectual. El *software* ha irrumpido como producto creativo, sujeto al amparo de los derechos de propiedad intelectual. Siempre durante un tiempo limitado como todas las obras intelectuales, a diferencia de los derechos de propiedad de bienes físicos que son permanentes. También en esta transición global de los DPI, se han incorporado a otros actores como participantes de la creación, como los productores fonográficos o cinematográficos u otros productores en tanto agregan valor en la creación y son parte de la propiedad intelectual derivada. También, los procesos de *copyright* han superado los paradigmas tradicionales y han separado la dicotomía de derechos morales y patrimoniales, por lo que finalmente son los contratos los que definen la titularidad de los derechos intelectuales. En este contexto, no existen productores en los procesos de creación de la IA, sino que son quienes trabajan sobre ella y que comienzan a ser llamados *ingenieros prompt*. Solo estos, en tanto aporten niveles creativos significativos como valor agregado —que es altamente subjetivo a su vez—, detentarían los derechos de la creación intelectual, así como los que comprenden esos derechos o que esos *creadores de prompt* estén en régimen de dependencia. La altura creativa y el grado de aporte en los procesos de creación de las máquinas de IA será el escenario definitorio de los DPI, en confusos y difíciles de delimitar aportes creativos.

g) La IA y la transición en el mundo del trabajo y la educación

Todos estos cambios tecnológicos rupturistas impulsan cambios en la distribución de tareas —entre lo que hacen las máquinas y lo que hacen las personas— y abren nuevas configuraciones de los mercados de trabajo y las formas de creación de valor y de riqueza. Ello se ha producido en todas las revoluciones tecnológicas, por ejemplo con la irrupción del telar, los ferrocarriles, la cadena de montaje o la computadora. Ahora lo ha comenzado a gestar con intensidad creciente gracias a la introducción de la máquina-herramienta del amplio ecosistema de la inteligencia artificial (IA). Esto implicará un cambio en la distribución de las tareas que se realizan y donde algunas desaparecerán mientras que otras tareas irrumpen, tanto las que son asumidas por las personas como las que acometerán crecientemente las máquinas.

Un reciente estudio de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) analiza estos cambios y plantea que los trabajos administrativos serán los más afectados, al menos derivado del tipo particular de IA generativa que caracteriza a las aplicaciones de GPT de OpenAI. El informe apunta que los efectos serán más intensos en el sector de mujeres por su mayor rol en el sector de servicios, pero que, a la vez, habrá un aumento superior de la cantidad de puestos de trabajo que se crearán frente a los que desaparecerán. El informe apunta a que el eje de dichas transformaciones será una mayor complementación y simbiosis o articulación en el mundo del trabajo entre personas y máquinas, lo cual permitirá aumentar la productividad gracias a la IA, tareas con mayores requisitos de competencias laborales y puestos de trabajo más complejos. El informe plantea que serán los puestos administrativos los más impactados, mientras que las tareas de los profesionales, si bien tendrán impactos,

ellos serán de menor intensidad relativa, y será menor la reducción de su nivel de empleo. Incluso sugiere que los impactos serán mayores en los países de mayores ingresos, mientras que sus economías tienen un mayor sector del servicio formal en su producto bruto. A partir de allí, el informe deriva que la mayor afectación por la IA será en el sector femenino. Sin embargo, el estudio concluye que los niveles de los impactos finalmente dependerán de la articulación entre la velocidad del cambio y la introducción de políticas de protección, especialmente de formación y reciclaje de competencias. La transición se constituye en el eje de un escenario complejo de tiempos de cambio entre los distintos componentes —incorporación tecnológica versus actualización de competencias— que requiere una mirada integral de los cambios tecnológicos y de la transformación de las estructuras educativas con miras a permitir una recomposición ordenada del terremoto, que la expansión de este ecosistema tecnológico y las demandas de eficiencia laborales se están produciendo en los mercados de trabajo. En este contexto, estamos frente a nuevas oportunidades de desarrollo —para muchas naciones— que se introduzcan en el ciclo tecnológico que impulsa la IA. Ello determina que finalmente serán los sistemas de innovación al interior de las empresas, los sindicatos en la búsqueda de soluciones de transición y los sistemas educativos en capacidad de introducir cambios, los actores centrales en la inserción eficiente de las naciones en la nueva división internacional del trabajo, en rápida construcción.

La educación tiene un papel central dado su rol como puente entre los conocimientos actuales y los mercados de trabajo futuros. Es un puente intemporal ya que articula el presente con los escenarios de incertidumbre del futuro. Su desafío está dado por su pertinencia a ese futuro, por su capacidad de previsión y de articulación, incluso entre los escenarios nacionales y los contextos globales de los conocimientos y del mundo del trabajo, tanto directa como

indirectamente. Ese rol de la educación se acelera y complejiza en la actual transición hacia la inteligencia artificial, porque si bien los trabajos del presente no están incididos por la inteligencia artificial, sí lo estarán en el futuro cercano y muchas de las actuales profesiones y tareas tenderán a transformarse, incluso desaparecer en los tiempos próximos de la IA. El rol de las instituciones educativas, especialmente de las políticas públicas de regulación, se torna altamente problemático. Las lentas respuestas burocráticas, los procedimientos de exigencias documentales, los enfoques tradicionales, la rigidez de los plazos, dificultan las capacidades de respuestas de las instituciones que requieren de autonomía y flexibilidad para introducir rápidos cambios.

h) La economía de la IA

La inteligencia artificial (IA) es la máquina-herramienta que está impulsando un nuevo ciclo económico y de disrupción digital, por constituir una innovación del tipo de *creación destructiva* shumpeteriana. Ella no es solo una nueva forma de programación informática o de *software* y algoritmos, sino que es parte integral de un amplio ecosistema marcado por sus interacciones con bases de datos y sensores, con una enorme capacidad de comunicación a través de rápidas redes inalámbricas 5G y de fibra óptica submarina, junto con procesadores potentes articulados por la mecatrónica a internet de las cosas. Es ese amplio sistema integral lo que permite que la IA se constituya en el *iceberg* de un mecanismo más eficiente de incorporación de conocimientos y datos en los procesos de trabajo en red, de esta manera, facilitar niveles superiores de eficiencia en todas las actividades. Pero, además, en tanto impulsa el incremento de la densidad tecnológica de los procesos de trabajo, promoverá una

nueva articulación hombre-máquina, tanto dinámicas de sustitución y cambio de la mano de obra, como una diferenciada exigencia de formación y de competencias laborales en el mundo del trabajo. Tendrá un tal impacto en la historia como lo han significado otras innovaciones rupturistas, por ejemplo la electricidad, la cadena de montaje o la computadora.

Gracias a estas configuraciones, la IA impactará en todas las dimensiones, pero su mayor incidencia es en lo económico porque reducirá los costos y mejorará los niveles de la producción. Esto permite que se conforme como una palanca que reconfigurará casi todos los sectores y áreas de la sociedad, en consecuencia, sea un motor de impulso a un enorme salto en la productividad. El eje central de la disrupción de la IA refiere a incorporar conocimiento actualizado y en forma permanente para, de esta forma, aportar mayor certidumbre a los procesos de trabajo, al tiempo que contribuir a reducir los propios tiempos de trabajo, las ineficiencias de mano de obra o las pérdidas en la utilización de los insumos. Al agregarse información y reducir las incertidumbres y los riesgos, también disminuyen los costos relativos y aumenta la productividad.

Este tipo de impacto estructural no es una novedad. Todas las grandes disrupciones rupturistas en la historia han incidido sobre las estructuras de costos e insumos, facilitando nuevas etapas de crecimiento. El pasaje de la manufactura a la gran industria con la cadena de montaje, permitió la mecanización y la sustitución de obreros-artesanos, reduciendo costos laborales en su tiempo. También, el computador personal y el *software* de la revolución digital, al aportar mayor capacidad de procesamiento, redujeron el costo de hacer cálculos. Asimismo, los buscadores de Google bajaron los costos de búsqueda de información.

Como máquina predictiva y de investigación, la IA, al agregar tanto nueva información y perspectivas, reduce la incertidumbre de

las actividades económicas, y con ella la producción y la demanda tendrán menores niveles de incertidumbre, logrando mayor eficiencia y menos costos. Al dar mejor precisión en la identificación de las cantidades demandadas, viabiliza una producción casi a pedido. El riesgo, como incertidumbre impone un costo elevado, que solo la información permite minimizar. La información tiene siempre como función reducir la incertidumbre, en tal sentido, la IA permitirá reducir los riesgos de malos diagnósticos con mejores respuestas o previsiones, aumentando las oportunidades de inversiones, y maximizando utilidades. Esto no será un hecho puntual, sino permanente y automático, porque produce información en dinámicas de interacción continuas con personas, sensores o bases de datos. Al producir información más fiable, incidirá en menores riesgos en todos los negocios, permitiendo decisiones más precisas. En un mundo global de altas incertidumbres por la proliferación de actores y cambios, contribuirá a minimizar dichos problemas, gracias a su capacidad anticipatoria y previsor. Sus mecanismos superan ampliamente a las técnicas de regresión, los análisis con base en escenarios prospectivos o los modelos econométricos que dan respuestas limitadas. Prever con mayor probabilidad de acierto y menos margen de error —y con bajos costos relativos al ser sistemas automatizados—, facilitará determinar —con más precisión— los niveles de consumo, problemas de logística, acciones de consumidores o las infinitas decisiones de las personas en la vida social y laboral, haciendo más eficiente el funcionamiento de los mercados. La IA constituye una tecnología que logra un abaratamiento relativo del costo de la información y un aumento de su calidad, precisión, pertinencia y fiabilidad, con un menor riesgo de error en todas las actividades. Algo simple, pero que moverá la economía global, que será la herramienta de uso de los profesionales, las empresas y hasta las familias.

Conclusiones: el nuevo sector económico cuaternario

En el marco del avance hacia la sociedad del conocimiento, se está conformando un nuevo sector de la economía, que se dedica a la producción de conocimiento y que brinda servicios a los otros sectores. Se centra en actividades de investigación y desarrollo y se lo ha comenzado a llamar sector cuaternario. Este sector en lento desarrollo —y que implica que además de los factores de producción, tierra, trabajo o capital—, el conocimiento se comienza a perfilar como factor de producción diferenciado. Este sector se está desarrollando a partir de la investigación y el desarrollo que al interior de los sectores primario (agropecuario), secundario (industrial) y terciario (servicios) está actualmente sufriendo amplias transformaciones con la IA, ya que esta tecnología está expandiendo la investigación y el incremento a través de la automatización por parte de las tareas de investigación. Con esto acelera los procesos y permite aumentar las escalas, en consecuencia, aumentar el volumen de conocimientos creados. La IA, al poder analizar grandes cantidades de datos, permite identificar patrones y tendencias que sin estos sistemas imposible o muy costoso de detectar.

Este es el sector cuaternario, que corresponde a un área no dinámica de creación de valor a partir del uso del conocimiento, de procesos mismos de creación de conocimiento. Los laboratorios, la creación de patentes, la venta de conocimiento, son componentes de este sector. Sin embargo, se proyecta su expansión con el uso de la inteligencia artificial. Este será un sector en crecimiento significativo. De hecho, ya lo es desde las últimas décadas. La expansión de la IA recién se está iniciando. Actualmente, el mayor impacto son las tecnologías de IA generativas, pero existen también IA conversacional, IA de aprendizaje automático, IA de procesamiento del lenguaje natural o generativo, que permiten

a las máquinas entender y generar lenguaje humano, que se utiliza en una amplia gama de aplicaciones, como la búsqueda de información y el análisis. Esto permite a las máquinas aprender de los datos sin ser explícitamente programadas, se utiliza en una amplia gama de aplicaciones, como reconocimiento de imágenes, traducción automática y diagnóstico médico o de cualquier tipo donde existan datos. En el ámbito de la investigación, la IA conversacional se utiliza como sistemas de asistencia para ayudar a encontrar información y colaborar con otros.

Referencias

Agrawall, A., Gans, J., Golfard, A. (2019). *Máquinas predictivas*. Reverté, Barcelona.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). *Informe anual del Índice de Desarrollo de la Banda Ancha*, BID, Washington DC.

Bates, T. (2012). *What's right and what's wrong about Coursera-style MOOCs?*. <<<http://www.tonybates.ca/2012/08/05/whats-right-and-whats-wrong-about-coursera-style-moocs/>>>.

Bauman, Z. (2007). *Los retos de la educación en la modernidad líquida*. Gedisa, Barcelona.

_____ (2013). *Sobre la educación en un mundo líquido: Conversaciones con Ricardo Mazzeo*. Paidós, Buenos Aires.

Burgos, J., Ramírez M. (2012). *Movimiento educativo abierto: acceso, colaboración y movilización de recursos educativos abiertos*. CLARICE, México.

Byug-Chun H. (2022), *Infocracia. La digitalización y la crisis de la democracia*. Taurus, Barcelona.

- Castells, M. (2001). *La Galaxia Internet. Reflexiones sobre internet, empresa y sociedad*. ARETE, Madrid.
- _____ (2006). “Informacionalismo, redes y sociedad en red: una propuesta teórica”, en Manuel Castells (ed.), *La sociedad red: una visión global*. Alianza, Madrid.
- Crawford, K. (2022). *Atlas de inteligencia artificial. Poder política y costos planetarios*. FCE, Buenos Aires.
- Daniel, J. (2012). *Making sense of MOOCs. Musings in a maze of myth, paradox and possibility*. Academic Partnership.
- Daniel, J., Vázquez, E. y Gisbert, C. (2015), The Future of MOOCs: Adaptive Learning or Business Model?. 12(1). RUSC. *Universities and Knowledge Society Journal*, <<<http://rusc.uoc.edu/rusc/es/index.php/rusc/article/view/v12n1-daniel-vazquez-gisbert/2456.html>>>.
- Daugherty, P. y Wilson, J. (2018). *Human + Machine. Reimagining work in the Age of IA*. Harvard Business Review Press, Boston.
- Durand, C. (2021). *Tecnofeudalismo, crítica de la economía digital*. Adrogué, La Cebra, Donostia, España.
- EDUTIC (2012). Los 10 hitos tecnológicos que marcarán la educación en Chile. Desafíos para el desarrollo de la educación superior. *Tecnología e innovación. Review* (4) Marzo. <<www.edutic.cl>>, consultado en: 20-04-2013.

Fuller, B. (1963) *Education automation*. Doubleday & Company, Nueva York.

Fundación Telefónica (2021). *Sociedad Digital en Latinoamérica*. Taurus, Madrid.

Gates, B. (1999). *Los negocios en la era digital. Cómo adaptar la tecnología informática para obtener el mayor beneficio*. Sudamericana, Buenos Aires.

Harari, Y. (2018). *21 lecciones para el siglo XXI*. Debate, Buenos Aires.

Horizonte Report (2012). << <http://www.nmc.org/horizon-projec>>>.

Kissinger, H., Eric S. y Huttenlocher, D. (2021). *The Age of AI: And Our Human Future*. John Murray Press, USA.

Kronratief, N. (1972). *Los ciclos económicos largos*, Akal, Madrid.

Mochi, A. y Prudencia, O. (2005). La producción de *software*, paradigma de la revolución tecnológica, en D. Crovi, (coord.) *Sociedad de la información y el conocimiento (entre lo falaz y lo posible)*, La Crujía Ediciones, Buenos Aires.

Naím, M. (2013) *El fin del Poder*. Debate. Barcelona.

Negroponte, N. (1995). *Being digital*. Alfred A. Knopf, New York.

Oppenheimer, A. (2018). *¡Sálvese quien pueda! El futuro del trabajo en la era de la automatización*. Debate, México.

Pérez, C. (2004). *Revoluciones tecnológicas y capital financiero*. Siglo XXI, México.

Poushter, J., C. Bishop, et al. (2018). *Social Media Use Continues to Rise in Developing Countries but Plateaus Across Developed Ones. Digital divides remain, both within and across countries*. Washington, Pew Research Center.

Rama, C. (2003). *Las industrias culturales en la globalización digital*. EUDEBA, Buenos Aires.

_____ (2014) *Las innovaciones digitales en educación y la irrupción de una pedagogía informática*, <<<http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/HAMUT/article/view/573>>>.

_____ (2017). *Políticas, tensiones y tendencias de la educación a distancia y virtual en América Latina*, EUCASA, Salta, Argentina. <<<https://ebookseucasa publica.la/library/publication/politicas-tensiones-y-tendencias-de-la-educacion-a-distancia-y-virtual-en-america-latina>>>.

_____ (2018). *La reforma de la virtualización. El nacimiento de la educación digital*. Universidad Católica de Salta, EUCASA, Salta, Argentina.

_____ (2021). El contexto digital de las nuevas reformas universitarias, en *Cuadernos Universitarios*, Publicaciones Académicas de la Universidad Católica de Salta, Argentina, (14) <<https://revistas.ucasal.edu.ar/index.php/CU/article/view/444/413>>.

Rifkin, J. (1993). *El trabajo de las naciones. Hacia el capitalismo del siglo XXI*. Vergara, Buenos Aires .

_____ (2005). *La era del acceso. La revolución de la nueva economía*. Paidós, Buenos Aires.

_____ (2014). *La sociedad de coste marginal cero. El Internet de las cosas, el procomún colaborativo y el eclipse del capitalismo*. Paidós, México.

Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia artificial. 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro*. Alienta, Barcelona.

Schwab, O. y Buehler, M. M. (2018). *Future Scenarios and Implications for the Industry*. World Economic Forum, <<<https://es.weforum.org/reports/future-scenarios-and-implications-for-the-industry>>>.

Skinner. (1970). *B.-F. Tecnología de la enseñanza*. Labor, Barcelona.

Srnick, N. (2021). *Capitalismo de plataformas*. Caja Negra, Buenos Aires.

Stiglitz, J. y Greenwald, B. (2014). *La creación de una sociedad del aprendizaje*.

Tapscott, D. y Williams, A. D. (2008). *Wikinomics. La nueva economía de las multitudes inteligentes*, Paidós, Madrid.

_____ (2011). *Macrowikinomics. Nuevas fórmulas para impulsar la economía mundial*. Planeta, Madrid.

- Toffler, A. (1990). *El cambio del poder*. Plaza y Janés. España.
- _____ (1998). *The third wave*. Bantam, New York.
- Toffler, A. y Heidi. (2006). *Revolutionary Wealth*. Alfred Knopf, New York.
- UNESCO (2021). *Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial*. UNESCO, París.
- UNESCO (2022). *El derecho a la educación*. <<<https://es.unesco.org/themes/derecho-a-educacion>>>.
- Vilaseca I. Requena, J. (2005). *Principios de economía del conocimiento*. Pirámide, Barcelona.
- Vilches, L. (2001). *La migración digital*. Gedisa Editores, Barcelona.

En este lúcido libro se identifican las causas y características de la nueva fase digital, impulsada por la inteligencia artificial, y cómo ello reestructura las relaciones entre los hombres, conforma una nueva universidad, la 4.0, y sienta las bases de transformaciones en la enseñanza, el aprendizaje y la investigación. En suma, se presenta una lectura muy intensa del enorme umbral que se constituye en un nuevo ciclo económico desde el cual entender nuestra historia.

Este libro se subió a la plataforma web el 20 de noviembre de 2023.

En su composición se utilizó el tipo Horley Old

UDUALC



Iván Edeza