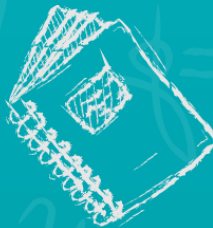


# El potencial de la RA para la Educación Primaria en México



ABC



# El potencial de la Realidad Aumentada para la Educación Primaria en México.

Marzo 2023

**Autoras:** Claudia May Del Pozo and Daniela Rojas Arroyo (C Minds)

**Contribuidores:** Constanza Gómez Mont (C Minds), Rodrigo Felix and Roberto Velez (Embajada Británica en México)

Agradecemos a las siguientes personas expertas por su valioso tiempo dedicado y las aportaciones compartidas desde sus diferentes perspectivas y experiencias:

**Ana Cecilia Perez**, Directora General y Cofundadora de Capa 8 y de los programas Familias y Escuelas Ciberseguras (Industria y Sociedad Civil), **Ana María Berruecos Vila**, Socia en CEL Working y Fundadora de idea.d2 (Academia), **César Loeza**, Director de Educación en UNETE México (Sociedad Civil), **César Parga**, Director de la Sección de Competitividad, Innovación y Tecnología en la Organización de los Estados Americanos (Organización multilateral), **Diana Alfaro Martínez**, Directora de Itera Inclusión (Sociedad Civil), **Diego Degetau**, a cargo de las estrategias y operaciones en Lumbria (Industria), **Edgar Tapia**, Director Regional de Caligrafix (Industria), **Elena Arias Ortiz**, Especialista Senior en Educación en el Banco Interamericano de Desarrollo (Organización multilateral), **Fernando Valenzuela**, Socio Fundador de Global Impact EdTech Alliance (Sociedad Civil), **Francisco Silva-Díaz**, Director de Tecnología Educativa y Cofundador de Tecduverso (Industria y academia), **Gilberto Guido Vazuquez**, Director de Experiencia en Kidzania (Industria), **Katty Beltrán**, Directora General de Dibujando un Mañana (Sociedad Civil), **Luis Medina Gual**, Coordinador del Doctorado Interinstitucional en Educación de la Universidad Iberoamericana en Ciudad de México (Academia), **Miguel Ángel Marín Orozco**, Director General y Fundador de Metaverse México Oficial (Sociedad Civil), **Nohemí Vilchis Treviño**, Especialista en Tecnología Educativa en el Observatorio del Instituto para el Futuro de la Educación (Academia), **Paola Cicero Arenas**, Directora General de la Oficina del Comisionado Javier Juárez del Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) (Gobierno), **Roberto Rogel**, Director General de Learny (Industria), **Sissi de la Peña**, Directora General de Operaciones de ImpactPlus.io (Industria), **Vania Bañuelos Astorga**, Directora de Comunidad Aprende (Sociedad Civil).

Las opiniones expresadas en esta publicación son de las autoras y no reflejan necesariamente los puntos de vista de C Minds, la Embajada Británica en México y el Ministerio de Asuntos Exteriores y Mancomunidad de Naciones del Reino Unido, su Consejo Directivo o de los países que representa.



## 1. Índice

<b>2. Introducción</b>	<b>4</b>
<b>3. Panorama de los desafíos de la educación primaria en México</b>	<b>6</b>
De acuerdo con la OCDE (2019), desde antes de la pandemia, México se enfrenta a dos principales retos en materia de educación:	<b>6</b>
<b>4. El potencial de las nuevas tecnologías para la educación primaria</b>	<b>9</b>
a. ¿Qué es la Realidad Aumentada?	10
b. Beneficios de la RA para la educación	10
c. Casos de uso actuales y tendencias de RA para la educación	14
<b>5. Desafíos de implementar soluciones de RA para la educación primaria</b>	<b>18</b>
<b>6. Oportunidades y recomendaciones para soluciones educativas basadas en RA en Mexico</b>	<b>26</b>
<b>7. Conclusión</b>	<b>30</b>
<b>8. Bibliografía</b>	<b>32</b>



## 2. Introducción

México ocupa el último lugar en materia de educación entre los 35 países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Como se muestra en los resultados de PISA en 2017, los niños y niñas mexicanas terminaron la escuela con las más bajas habilidades de alfabetización, matemáticas y ciencias de la OCDE, y aproximadamente el 50% no cumplió con los estándares más básicos. Con base en un análisis de los resultados de PISA (Lakhani, 2017), The Guardian incluso planteó que las infancias más pobres de Vietnam superan a aquellos más privilegiados en México. Estos retos se vieron agravados por la llegada de la pandemia en marzo de 2020, que llevó al país al cierre de escuelas y buscar vías alternativas para la educación durante el confinamiento, muchas de las cuales han sido calificadas como inadecuadas o insuficientes por personas expertas. La pandemia no solo provocó directa e indirectamente la deserción del 2% de los y las estudiantes de educación primaria durante el año escolar 2019-2020, y un posterior 5% al año siguiente, sino que también afectó gravemente a los niños y niñas que continuaron en la escuela, ya que se estima que algunos tuvieron un retraso educativo de hasta 3 años.

Bajo esta creciente crisis educativa, el potencial de la tecnología para el impacto educativo es un tema que el país no puede permitirse ignorar. En este sentido, el reciente aumento de interés por el Metaverso ha desencadenado una serie de preguntas respecto al potencial de la Realidad Extendida (RX), compuesta por la Realidad Aumentada (RA) y la Realidad Virtual (RV), para hacer frente a los retos más difíciles del mundo, incluida la educación. En el ámbito educativo se ha despertado un especial interés específicamente por el potencial de la RA, definida por el Diccionario Oxford como—"una tecnología que sobrepone una imagen generada por una computadora en la visión del mundo real que tiene la persona usuaria, proporcionando así una visión compuesta"— para la educación, dada su relativa facilidad de adopción. Las personas usuarias sólo necesitan un teléfono inteligente y una conexión a Internet para utilizar las aplicaciones basadas en la RA. Por otro lado, mientras que el impacto positivo de tecnologías como la Inteligencia Artificial para la educación está bien documentado, el potencial de la RA aún no se ha explorado por completo y que casi no existen aplicaciones para las aulas en la educación primaria.

A lo largo de este reporte, las autoras exploran el potencial de la RA para abordar los principales retos educativos de México, principalmente, "la calidad y la desigualdad", tal como lo plantea Sylvia Schmelkes, ex Directora del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación en México (Lakhani, 2017), enfocándose en la educación primaria. El informe se guía por dos preguntas concretas: ¿hasta qué punto puede la RA mejorar los resultados educativos al mejorar el compromiso y el interés de los niños y las niñas? ¿Hasta qué punto pueden escalarse soluciones educativas basadas en RA en México?

Para responder a estas preguntas, la Embajada Británica en México y el Eon Resilience Lab de C Minds llevaron a cabo una serie de conversaciones con 19 personas expertas y profesionales en el sector. Específicamente, las organizaciones llevaron a cabo a) cinco entrevistas, b) una mesa redonda virtual con cinco participantes, enfocada en los retos técnicos de escalabilidad



de una solución educativa de RA, y c) una mesa redonda presencial con diez participantes para discutir el potencial de impacto de la RA en la educación primaria.

El siguiente reporte se basa en lo aprendido en estas conversaciones y en investigación propia. Este análisis no es exhaustivo y está limitado por el alcance del mismo. Comienza proporcionando una visión general del sector de la educación primaria en México y los retos específicos a los que se enfrenta, después ahonda en la RA y su potencial para impactar positivamente en la educación primaria, incluyendo una descripción de aplicaciones locales, regionales e internacionales. Posteriormente, las autoras exploran los retos específicos que tendría una solución educativa basada en RA en México, antes de pasar a las oportunidades y recomendaciones que habría que seguir para diseñar e implementar una solución de este tipo de manera exitosa.

### 3. Panorama de los desafíos de la educación primaria en México

#### El sistema de educación primaria en México

La Ley General de Educación establece tres tipos de educación: primaria, media-superior y educación superior. El primero está compuesto por cuatro niveles: inicial, preescolar, primaria y secundaria y de acuerdo con la reforma al artículo 3 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, es obligatorio (SEP, 2022).

La educación primaria abarca desde los 6 a los 11 años de edad, donde se tienen los primeros acercamientos a conocimiento sobre ciencias y se crean los hábitos. De acuerdo con datos de la Secretaría de Educación Pública (SEP), la educación primaria es la que tiene mayor cobertura, alcanzando casi un 91% de la población (SEP, 2022). Aunque el sistema educativo mexicano incluye tanto a la educación pública como la privada, el 91% de los niños y las niñas asisten a escuelas administradas por el gobierno estatal o federal (SEP, 2022).

De acuerdo con la OCDE (2019), desde antes de la pandemia, México se enfrenta a dos principales retos en materia de educación:

- **Altas tasas de abandono escolar:** de 2015 a 2020, la tasa de abandono escolar en la población de 6 a 14 años de edad aumentó a un 6%, lo que representa un incremento del 74% (Animal Político, 2020).
- **Bajos resultados educativos:** los resultados de la prueba estandarizada “Planea” mostró que 80% de los y las estudiantes de educación primaria no alcanzaron el conocimiento esperado en matemáticas, lectura y redacción (Maldonado, 2021). Asimismo, según la OCDE, en 2018, la proporción de niños y niñas con desventaja socioeconómica que alcanzaron al menos el nivel 2 de Pisa en lectura fue 53% menor que la de estudiantes en una situación más favorecida. En contraste con el promedio de la OCDE del 29% (OCDE, 2021). Con la llegada del COVID-19 en 2020, estos desafíos aumentaron, principalmente por la transición tan abrupta a los medios digitales y por el cierre de las escuelas, que duró hasta 53 semanas. Este cierre resultó en un aumento en la tasa de abandono escolar. Según cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), alrededor del 2% de los y las estudiantes de primaria no regresaron al salón de clases durante el curso escolar 2019-2020, y 5% no se inscribió para el siguiente curso escolar (INEGI, 2020).

Según la Encuesta para la Medición del Impacto COVID-19 en la Educación del INEGI dentro de las razones principales de los 2.5 millones de abandonos en 2021 se debieron directamente o indirectamente vinculados a la pandemia. De las personas encuestadas, 27% señaló que *“las clases a distancia son poco funcionales para el aprendizaje”* y 22% señaló que la razón se debió a que no contaban con los medios para tomar las clases en línea (ya sea porque no contaban con acceso a una computadora, celular, u otros aparatos de forma individual, o a una



conexión de Internet efectiva) (Soto Espinosa, 2021). El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) demuestra en su reporte del 2022 *“COVID-19 y la Educación en México”* que el acceso a Internet, *smartphones*, tabletas o computadoras en el hogar reduce considerablemente la probabilidad de abandono escolar. Esto pone en desventaja a una gran parte de la población ya que, según lo reportado por el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) (antes de su desaparición) únicamente 4 de 10 escuelas estaban conectadas a Internet antes de la pandemia y 3 de 10 tenían computadoras (PNUD, 2022). A pesar de que es una realidad que los sistemas de las escuelas privadas se adaptaron con mayor agilidad a esta nueva realidad, tanto los sistemas públicos como los privados se enfrentaron a retos en su transición a la modalidad digital (PNUD, 2022).

Por otra parte, a pesar de que parte del cuerpo estudiantil tenía la posibilidad de continuar sus estudios de forma digital, una encuesta realizada por el INEGI (2021) mostró que 58% de las personas señaló que las clases en línea o el aprendizaje en casa no eran funcionales debido a que *“no aprendían o aprendían menos que de manera presencial”* y 27% señaló que sintió una falta de seguimiento.

Esto se vincula con otro desafío al que se enfrentó el sistema educativo durante la pandemia: la falta de habilidades digitales de parte del personal docente, lo que complicó la transición a las clases en línea. César Loeza, Director de Educación en UNETE, explicó que los bajos niveles de competencias digitales de las y los profesores antes de la pandemia se debían, en parte, a que se habían visto superados por la tecnología, lo que provocó una importante resistencia a acercarse y aprender competencias digitales. Esta realidad significó que mucho del personal docente no disponía de las herramientas necesarias para pasar rápidamente (y de forma segura) a la enseñanza en línea.

A pesar de estos desafíos, como lo mencionaron las personas expertas en la mesa redonda, mucho del personal docente trató de hacer frente a este escenario, para lo cual necesitaba el apoyo de sus escuelas y del gobierno para facilitar esta labor. La respuesta del gobierno fue la creación de unos manuales desarrollados por los profesores y profesoras para que los niños y las niñas pudieran aprender de forma independiente en sus hogares (IMCO, 2023). Sin embargo, este fue un desafío para los y las estudiantes, que tuvieron que adaptarse a las modalidades de aprendizaje independientes y autodidactas. Además, se exigía a los padres, madres y tutores que ayudaran a facilitar el proceso de enseñanza, lo que en muchos casos no se pudo lograr.

Con estos retos en mente, el gobierno mexicano impulsó la estrategia "Aprende en Casa", en alianza con las televisoras más importantes del país, para transmitir contenidos escolares a través de la televisión. Se eligió este medio al ser el de mayor alcance, ya que 91% de los hogares contaba con una televisión (INEGI e IFT, 2021). Dicho esto, Ana Cecilia Pérez, Cofundadora de Capa 8 (una consultora en ciberseguridad con programas especializados para escuelas y familias ciberseguras) reveló que la estrategia resultó ser una política insuficiente para las infancias, ya que no permitía la interacción, ni el involucramiento con el conocimiento, ni con el maestro o maestra. Ana Cecilia explicó que el enfoque unidireccional, a través de la



televisión o incluso de las computadoras, en algunos casos, llevó a muchos niños y niñas a desinteresarse o incluso a abandonar el sistema educativo.

Los retos presentados anteriormente reflejan parte de los efectos conocidos de la pandemia en el sistema educativo mexicano; sin embargo, el panorama de impacto completo aún no se conoce. Esto, por la falta de datos oficiales y de la aplicación de evaluaciones estandarizadas desde 2019, lo que impide conocer el estado actual de la educación mexicana (IMCO, 2023). Aun así, organizaciones internacionales y de la sociedad civil han realizado algunas estimaciones. El PNUD estima un rezago promedio de 1.3 años en la trayectoria escolar de los niños y niñas del país. En la región del sur del país, que suele ser la más pobre y la menos conectada, se estima que el impacto fue aún más severo, la cual podría traducirse en una pérdida de hasta tres años de aprendizaje (Monroy-Gómez-Franco, López Calva, et. al, 2021).

A pesar de la aparentemente interminable lista de retos antes mencionados, Elena Arias, Especialista Senior en Educación del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) resaltó dos cambios significativos para las escuelas y el profesorado que se lograron a partir de 2020:

- El fortalecimiento de las competencias digitales del personal docente a través de la digitalización y adopción masiva de tecnología;
- El cambio de perspectiva de las y los profesores, que ya no percibe los dispositivos digitales como su competencia, sino como aliado.

## Políticas enfocadas en mejorar el sistema educativo

Durante la última década se han impulsado estrategias para transformar el sistema educativo en México; sin embargo, para fines de este documento se revisarán únicamente las políticas impulsadas por la administración 2018-2024, ya que son las que definen el panorama actual:

- En 2019, se modificó la Ley General de Educación (LGE), creando la Nueva Escuela Mexicana (NEM), un proyecto pedagógico que busca *“el desarrollo humano integral del educando, reorientar el Sistema Educativo Nacional, incidir en la cultura educativa a través de la corresponsabilidad y promover transformaciones sociales al interior de la escuela y en la comunidad”* (LGE, 2019)
- Asimismo, se creó la Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación (Mejoredu) en sustitución del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE). Dicho esto, Mejoredu no cuenta con autonomía constitucional, ni puede realizar directamente evaluaciones, únicamente es responsable de generar los criterios y materiales de evaluación (IMCO, 2023). También es importante



mencionar que desde 2019 aún no existe una prueba estandarizada para medir los resultados de la educación primaria.

- En 2021 se promovió una iniciativa para proponer reformas a los artículos 18, 84 y 85 de la Ley General de Educación encaminadas a:
  - fortalecer el pensamiento crítico e informado en el consumo de contenidos e información digital,
  - garantizar la plena inserción de niñas, niños y jóvenes en la sociedad digital para reducir la brecha digital y las desigualdades en la población y,
  - sumar a la Agenda Digital Educativa el eje de atención y desarrollo de la Inteligencia Digital en el sistema educativo.
- En 2022, el gobierno mexicano presentó un nuevo plan de estudios para la educación primaria enfocado en cuatro ejes formativos: Lenguajes; Saberes y Pensamiento Científico; Ética, Naturaleza y Sociedades, y de lo Humano y lo Comunitario. Estas modificaciones buscan replantear la forma de aprender adaptando los conocimientos dependiendo del contexto de cada escuela, reconociendo así las diferencias sociales, culturales y económicas del país (Díaz-Barriga, 2022). Se planeó una prueba piloto para octubre de 2022 con 960 escuelas, pero se detuvo por falta de claridad en los contenidos, temas, material de evaluación y capacitación a docentes (IMCO, 2023).

#### 4. El potencial de las nuevas tecnologías para la educación primaria

El potencial de las herramientas digitales y tecnológicas para mejorar la educación primaria ha sido demostrado a través de numerosos estudios académicos, proyectos piloto y aplicaciones educativas. Varios estudios, incluido uno realizado en 2015, demuestran que el uso de la tecnología en las aulas fomenta el pensamiento vertical y lateral, lo que permite una mayor creatividad en la resolución de problemas y establecer una mayor conexión entre la materia escolar y la vida real. Además, promueve la retención de información y la autonomía de los niños y de las niñas. Según este informe la educación basada en tecnología impulsa a los y las estudiantes a adoptar prácticas más responsables y fortalece sus habilidades técnicas, lo que contribuye directamente a su futura educación y carrera profesional (Holt, 2015).

Dicho esto, gran parte de la investigación y los proyectos piloto que se han llevado a cabo se han centrado en el potencial de la Inteligencia Artificial<sup>1</sup> (IA) debido a su amplia adopción en los diferentes sectores. En vista de las crecientes conversaciones sobre el Metaverso, es cada vez más relevante plantear la pregunta sobre el potencial de la realidad extendida (compuesta por

---

<sup>1</sup> “Una tecnología de propósito general que tiene el potencial de mejorar el bienestar, contribuir a la actividad económica global sostenible positiva, aumentar la innovación y la productividad, y ayudar a responder a los principales desafíos globales” (OCDE, 2019).

Realidad Virtual (RV)<sup>2</sup> y Realidad Aumentada<sup>3</sup> (RA) en la educación, sin embargo, existen muy pocas aplicaciones desarrolladas hasta el momento. De hecho, entre las 187 startups de EdTech mapeadas en México por Traxcn en 2023, ninguna utiliza RA y solo una utiliza RV. Dado que los dispositivos de RV no se recomiendan para menores de 11 o 13 años, dependiendo del proveedor, y considerando que sus limitaciones de venta y distribución en México, este proyecto de investigación se ha centrado específicamente en RA. Aunque aún no se ha explorado su potencial específico para la educación primaria mediante aplicaciones en el aula, los impactos observados en su aplicación en la educación superior y en experiencias en museos resulta prometedor.

#### a. ¿Qué es la Realidad Aumentada?

La Realidad Aumentada (RA) es una tecnología que superpone elementos digitales en el mundo físico. Según Microsoft, *"la RA incorpora tres características: la combinación del mundo digital y físico, interacciones en tiempo real y una identificación precisa en 3D de los objetos virtuales y los reales"*. A menudo se confunde con la Realidad Virtual (RV), pero son tecnologías diferentes. La principal diferencia radica en que la RA se apoya en el mundo físico, mientras que la VR es completamente virtual y se requieren dispositivos como cascos o lentes para acceder a su contenido. Por el contrario, el contenido de RA también se puede visualizar a través de un teléfono móvil o *smartphone*. Como fue mencionado por una de las personas expertas, el principal ejemplo para entender la RA es a través del juego de Pokemon Go.

Como comentó Nohemí Vilchís, Especialista en Tecnología Educativa en el Observatorio del Instituto para el Futuro de la Educación, a pesar de que la RA nació en la década de 1990 (según la Interaction Design Foundation, 2021), se ha experimentado un incremento en sus aplicaciones en los diferentes sectores en los últimos años, y este incremento seguirá siendo impulsado debido al papel de la RA en el desarrollo y la implementación del Metaverso. De hecho, según estimaciones de Statista, se espera que el mercado de la RA crezca de \$3.5 mil millones de dólares a más de \$198 mil millones de dólares para el año 2025 (Garibay, 2019).

#### b. Beneficios de la RA para la educación

La mayoría de las aplicaciones de RA existen principalmente en el sector del entretenimiento y los videojuegos, así como en otros sectores específicos como la salud, el turismo, el comercio electrónico y la seguridad, utilizada principalmente para el desarrollo de capacidades. La RA también se está diseñando e implementando en entornos educativos, especialmente para un uso independiente en lugar de dentro de los salones de clase. Con cada nueva aplicación, al mostrar su potencial en el proceso de aprendizaje de los y las estudiantes, el número de aplicaciones en el sector educativo está en aumento. Durante las entrevistas y las mesas

---

<sup>2</sup> "Uso en tiempo real de información en forma de texto, gráficos, audio y otros elementos virtuales integrados con objetos del mundo real" (Gartner, 2022).

<sup>3</sup> "La realidad aumentada es una versión mejorada e interactiva de un entorno del mundo real que se logra mediante elementos visuales digitales, sonidos y otros estímulos sensoriales a través de la tecnología holográfica" (Microsoft, 2023).

redondas, las personas expertas mencionaron los beneficios que la RA podría aportar a la educación primaria. A continuación, se detallan estos beneficios:

- Aumento en el compromiso e interés de los y las estudiantes:

La integración de soluciones de RA en el proceso de aprendizaje en el aula promueve un enfoque práctico que genera mayor interés, compromiso e involucramiento por parte de los y las estudiantes (Maryville University, s.f.). Varios recursos y estudios también revelan que la RA puede aumentar la motivación, el compromiso y la satisfacción al realizar actividades formativas. Además, teniendo en cuenta que uno de los elementos esenciales para medir el compromiso de estudiantes es la dimensión de atención—refiriéndose a la capacidad mental para concentrarse en una sola acción (Herpich, Fabrício, et al., 2018)—se ha comprobado que la RA ayuda al estudiantado a mantener altos niveles de atención e interés en un tema concreto (Herpich, Fabrício, et al., 2018), mejorando así sus resultados en las evaluaciones de aprendizaje. Además, un metaanálisis de 10 años de investigación sobre estudios experimentales de RA y educación (Hsin-Yi, Theerapong, et al., 2022) concluyó lo siguiente: 1) los y las estudiantes que aprendieron a través de RA obtuvieron, en general, mejores resultados<sup>4</sup>; 2) la RA funciona como una herramienta de apoyo para fortalecer el conocimiento y otras habilidades, como la colaboración; y 3) impulsa más respuestas positivas en términos de motivación y actitud. Estos impactos generados por la integración de la RA en los procesos de aprendizaje fueron confirmados por todas las personas expertas consultadas para el proyecto, incluyendo a Roberto Rogel, Director General de Learny, una empresa mexicana que utiliza videojuegos y XR para crear herramientas de enseñanza. Además de sus propias observaciones, Rogel compartió que su empresa ha recopilado numerosos testimonios de profesores que destacan los beneficios de la tecnología de RA en el aula.

Además, las investigaciones han demostrado una mayor correlación entre el uso de RA, una mejora en el rendimiento educativo y las habilidades de aprendizaje de los y las estudiantes, en contraste con metodologías tradicionales. Entre los beneficios de este tipo de tecnología se destaca la capacidad para ayudar a los niños y las niñas a comprender conceptos y elementos complejos y abstractos a través de experiencias visuales e interactivas (Herpich, Fabrício, et al., 2018).

El potencial de la RA puede mejorar aún más el sector educativo mediante la integración de elementos de gamificación (que consiste en utilizar elementos y principios de los juegos para hacer que el proceso de aprendizaje sea más interactivo y divertido). Esto puede incluir recompensas, niveles, puntos, insignias y retroalimentación, los cuales se ha demostrado que favorecen la atención y la retención del aprendizaje (Galvin, 2021). Además, se ha comprobado que esto aumenta el interés de los y las estudiantes (Dinia, 2023). Varias personas expertas también señalaron a la gamificación como uno de los elementos clave para aprovechar al máximo el potencial de la RA en la educación, como mencionó Katty Beltrán, Directora General

---

<sup>4</sup> El rendimiento puede definirse como una medida del nivel de aprendizaje del alumnado en términos de desarrollo de conocimientos y habilidades (IGI, s.f.)

de Dibujando un mañana, quien está a cargo de un centro educativo para niños y niñas que viven y trabajan en un vertedero cerca de la Ciudad de México.

Como se ha encontrado en los estudios mencionados, el impacto del uso de la RA en entornos de aprendizaje infantil se resume en una serie de aspectos positivos: mejora de la actitud, el interés, la atención, el compromiso, la participación, la motivación, el conocimiento, las habilidades de colaboración, las habilidades generales, la satisfacción, el rendimiento y los logros educativos.

- Aprendizaje personalizado

El aprendizaje personalizado (que consiste en satisfacer las necesidades específicas de cada estudiante) se considera una de las formas más efectivas de impulsar el crecimiento académico y cognitivo. Según una encuesta de Microsoft (s.f.) realizada a 2,000 estudiantes y 2,000 docentes, el estudiantado percibe que aprende más cuando tiene una mayor participación y elección, así como retroalimentación individualizada. El mismo informe revela que el 98% de los y las estudiantes que recibieron un aprendizaje personalizado obtuvieron mejores resultados que aquellos que siguieron métodos de enseñanza tradicionales. Sin embargo, en la práctica, implementar el aprendizaje personalizado resulta muy complejo para el personal docente debido a la naturaleza de la tarea, que requiere identificar las necesidades individuales de cada alumno y alumna y, asumir una carga de trabajo adicional, como mencionó Francisco Silva, Cofundador y Director de Tecnología Educativa en Tecduverso. Esta complejidad se acentúa aún más cuando se enfrentan a salones de clases con hasta 45 estudiantes, lo cual es común en las escuelas públicas de México.

Elena Arias, Especialista Senior en Educación en el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y Nohemí Vilchis, Especialista en Tecnología Educativa en el Observatorio del Instituto para el Futuro de la Educación, destacaron que la combinación de la RA con otras tecnologías, como la IA, puede facilitar la identificación del estilo de aprendizaje de cada estudiante (visual, auditivo, kinestésico o verbal) y de sus áreas de oportunidad específicas. Esto permite que el personal docente enfoque sus esfuerzos donde más se necesita y adapten su enseñanza a las necesidades individuales de cada estudiante. Por ejemplo, si un estudiante aprende mejor de manera visual, pueden utilizar elementos en 3D, mientras que si una estudiante tiene un estilo de aprendizaje kinestésico, puede interactuar y descubrir elementos en RA. Francisco Silva también mencionó que estas herramientas facilitan la identificación de los intereses del estudiantado, lo que permite ofrecer recursos educativos adaptados. Esta idea también es compartida por Joseph South, ex-Director de la Oficina de Tecnología Educativa del Departamento de Educación de los Estados Unidos, en un artículo de 2017.

Siguiendo esta línea, Diana Alfaro, Directora de Itera Inclusión, mencionó que el uso de herramientas de IA+AR en los espacios de aprendizaje puede contribuir a promover la inclusión, al liberar tiempo para que el personal docente atienda las necesidades de los y las estudiantes con discapacidad, quienes suelen requerir una atención cinco veces mayor que un estudiante promedio.



- Fortalece el desarrollo de las habilidades blandas

Según el Banco Mundial (2021), se deberían de priorizar las competencias cognitivas, socioemocionales y técnicas para hacer frente a los cambios socioculturales actuales, la globalización, el cambio climático y el futuro mercado laboral. Dentro de las habilidades de pensamiento crítico, las más importantes son la resolución de problemas y la creatividad, y dentro de las socio-emocionales las más importantes se encuentran el liderazgo y el trabajo en equipo.

Entre estas capacidades, se considera que la RA puede fortalecer especialmente la creatividad, la resolución de problemas y la colaboración, a través de la gamificación de las experiencias. Concretamente, se pueden crear experiencias donde se proporcione retroalimentación del rendimiento en tiempo real, lo que ayuda a los niños y las niñas a aprender de sus errores y a mejorar su capacidad de resolución de problemas (Invelon, 2020). Además, la gamificación suele implicar la resolución de problemas de forma ingeniosa, lo que impulsa a la persona usuaria a pensar con creatividad y proponer soluciones innovadoras.

Sobre este mismo tema, Francisco Silva, Cofundador y Director de Tecnología Educativa de Tecduverso, comentó que, a través de la RA, se pueden crear actividades que fomenten el aprendizaje colaborativo y donde se desarrollen proyectos y actividades en las que cada estudiante cumplen con un rol en específico para resolver una situación. Esto impacta positivamente en las capacidades mencionadas anteriormente. Además, se ha demostrado cómo la colaboración se vincula fuertemente con el compromiso social, la creación de comunidades y la comprensión cultural, lo que a su vez puede favorecer el rendimiento académico (Hirsh-Pasek, M. Zosh et al. 2022).

- No requiere de una fuerte inversión:

Cuando se les preguntó por la conectividad de México, las personas participantes coincidieron en que esta varía mucho dependiendo de la región, y que no siempre se cuenta con una buena conectividad de banda ancha. Dicho esto, no consideraron que esto fuera un impedimento para el desarrollo y la adopción de soluciones basadas en RA en México, dado que la mayoría de la población mexicana ya cuenta con las herramientas necesarias para utilizarla.

Parte de la popularidad de la RA se debe a que no necesariamente requiere hardware o equipos sofisticados, a diferencia de la RV. Solo se necesita una buena conexión a internet, teléfonos inteligentes (*smartphones*) o tabletas. Según una encuesta del Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) (2022) realizada a personas que utilizan Internet fijo y telefonía móvil y que tienen hijos o hijas entre 6 y 17 años, 51% mencionó que sus menores contaban un teléfono celular con acceso a internet y redes sociales. La Unidad de Inteligencia Competitiva (Alamilla, 2022) también señaló que 26% de las personas de cinco años o más tienen un dispositivo activo. Además, cada vez más escuelas están implementando tabletas digitales.

Si bien la conexión a Internet puede parecer un obstáculo significativo para la adopción masiva de esta tecnología en la educación, este desafío se puede superar mediante la creación de soluciones que puedan utilizarse sin conexión, como mencionó Edgar Tapia, Gerente Regional de Caligrafix México. Edgar explicó que en el caso de su organización, cinco minutos de conexión a Internet son suficientes para descargar y almacenar nuevo contenido en el dispositivo. Naturalmente, la velocidad de descarga dependerá de la calidad de la conexión a Internet y del tamaño del contenido, el cual puede optimizarse para su uso sin conexión. Por su parte, Francisco Silva, Cofundador y Director de Tecnología Educativa en Tecduverso, destacó que los avances tecnológicos facilitan cada vez más el acceso al contenido basado en RA. Por otro lado, se estima que el contenido de RA es únicamente un 25% virtual, al solo aumentar elementos del mundo físico (TeamViewer, 2022), a diferencia de la RV, que crea un entorno virtual completamente inmersivo. Esto significa que la RA requiere niveles de conectividad más bajos y, por lo tanto, se adapta mejor al contexto mexicano.

- Otros:

Esta tecnología puede resultar muy útil para aquellas escuelas que no disponen de los recursos necesarios para realizar excursiones o carecen de la infraestructura adecuada para llevar a cabo experimentos o actividades prácticas, haciendo posible la adquisición de conocimientos a través de una experiencia virtual y auténtica, sin la necesidad de abandonar el aula, como destacaron varias personas expertas en la materia.

### **c. Casos de uso actuales y tendencias de RA para la educación**

#### **i. Casos de soluciones de RA para la educación primaria en el mundo**

A pesar de que las aplicaciones de RA para la educación se están implementando principalmente en la educación media superior, se han empezado a crear herramientas para facilitar y mejorar los resultados en el proceso de aprendizaje de las infancias. A continuación se presentan algunas de estas aplicaciones. El tipo de uso hace referencia a si están destinados a que los niños y las niñas aprendan en casa (de forma individual) o si se utilizan en la escuela (salón de clases).



## CoSpaces

**País:** Alemania

**Tipo de uso:** Individual

Empresa dedicada a crear herramientas interactivas con Realidad Aumentada (RA) para niños y niñas, donde se les permite crear sus propios mundos inmersivos, objetos en 3D y aprender a programar para dar vida a sus creaciones. Uno de sus recursos más destacados es el cubo MERGE, un cubo inteligente que permite crear experiencias interactivas sobre literatura, vocabulario, ciencia y crear hologramas. El cubo funciona como hardware y se sincroniza con una aplicación que permite visualizar los elementos en 3D creados a través de un teléfono inteligente o tableta.



## PleIQ

**País:** Chile, Mexico, y Colombia

**Tipo de uso:** Individual y en el salón de clases

Esta empresa chilena se enfoca en desarrollar experiencias educativas inmersivas de RA para niños y niñas en educación preescolar y primaria. Dentro de su oferta se incluyen libros infantiles inmersivos que apoyan al proceso de aprendizaje. Estas herramientas están alineadas a los planes de estudio donde se encuentran actualmente operando, buscando apoyar al fomento de la curiosidad y compromiso de las infancias. Además, cuenta con un algoritmo de IA para un acompañamiento guiado. La plataforma funciona a través de una app gratuita que permite la activación de funciones con RA en teléfonos inteligentes o tabletas.



## Orboot Earth

**País:** India

**Tipo de uso:** Individual

Es un globo terráqueo interactivo de aprendizaje para niños y niñas de 4 a 10 años que ofrece una experiencia inmersiva de RA. Su objetivo es apoyar el aprendizaje temprano, despertar la imaginación y la curiosidad, y fortalecer habilidades geográficas, científicas, medioambientales, sociales y culturales. Actualmente, las actividades se centran en animales, culturas, gastronomía, invenciones, mapas y monumentos y está disponible en 9 idiomas diferentes. Funciona con una aplicación para tabletas o teléfonos inteligentes que permite explorar todas las aplicaciones y actividades en el globo.



## Lanzamiento a la luna con RA

**País:** Estados Unidos

**Tipo de uso:** Individual

Esta aplicación de RA fue creada para conmemorar el 50 aniversario del aterrizaje a la luna. La aplicación permite a los niños y las niñas sumergirse en las misiones de la NASA de los años 60, como la llegada a la luna, lanzar su propio cohete Saturno V, sentarse en el interior del módulo de control del Apolo 11 y explorar el paisaje lunar a través de un portal impulsado por RA. El objetivo de esta aplicación es fomentar el interés en temas relacionados con el espacio. La aplicación se puede ver en un teléfono móvil y ofrece una simulación en tiempo real con fotografías y objetos en 3D.





## Bosques del WWF

**País:** Estados Unidos

**Tipo de uso:** Individual

Esta aplicación del Fondo Mundial para la Naturaleza utiliza la tecnología de realidad aumentada para ofrecer una experiencia inmersiva que permite explorar el ecosistema de los bosques. El objetivo de la aplicación es sensibilizar sobre la importancia del cuidado y la sostenibilidad de los bosques de forma interactiva. Además, la herramienta también informa sobre acciones para reparar y cuidar los bosques amenazados. La aplicación funciona a través de una interfaz que permite visualizar el bosque y observar cómo los diferentes animales reaccionan ante la presencia de personas.



### ii. Soluciones actuales de RA para la educación en México

En México, el mercado de la RA aún se encuentra en sus primeras etapas de desarrollo, pero ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, especialmente en los sectores de publicidad, comercio y entretenimiento. Varias startups y empresas están trabajando en proyectos para impulsar el desarrollo de la RA en el campo de la educación en el país. A continuación, se presentan los casos de uso mencionados por las personas expertas consultadas. Es importante destacar que actualmente existen muy pocas aplicaciones disponibles:

## RA en museos

El museo Regional de Cholula, en colaboración con la empresa Visualma, creó espacios impulsados por RA donde se puede visualizar el proceso de construcción de la pirámides y aprender sobre la cultura Azteca y figuras míticas, como Quetzalcoatl (León, 2022)



## RA en salones de clase

La empresa Leary, dentro de sus aplicaciones ha creado un laboratorio de química impulsado por RA, para que los y las estudiantes puedan poner en práctica sus conocimientos y hacer experimentos sin necesidad de invertir en la infraestructura de un laboratorio físico.

Además, trabajaron con los diccionarios Larousse para incluir contenido RA en su edición más reciente con el fin de apoyar la comprensión de las palabras, conceptos y frases (Larousse Editions, 2023)



## AR en escuelas públicas

La Secretaría de Educación de Aguascalientes diseñó un libro de textos para estudiantes de tercer grado de primaria en respuesta a los nuevos lineamientos (que requiere ajustar los materiales de enseñanza al contexto de cada estado). El libro de texto funciona con celulares, donde estudiantes pueden interactuar con imágenes y gráficos 3D presentando la cultura y las tradiciones de Aguascalientes.



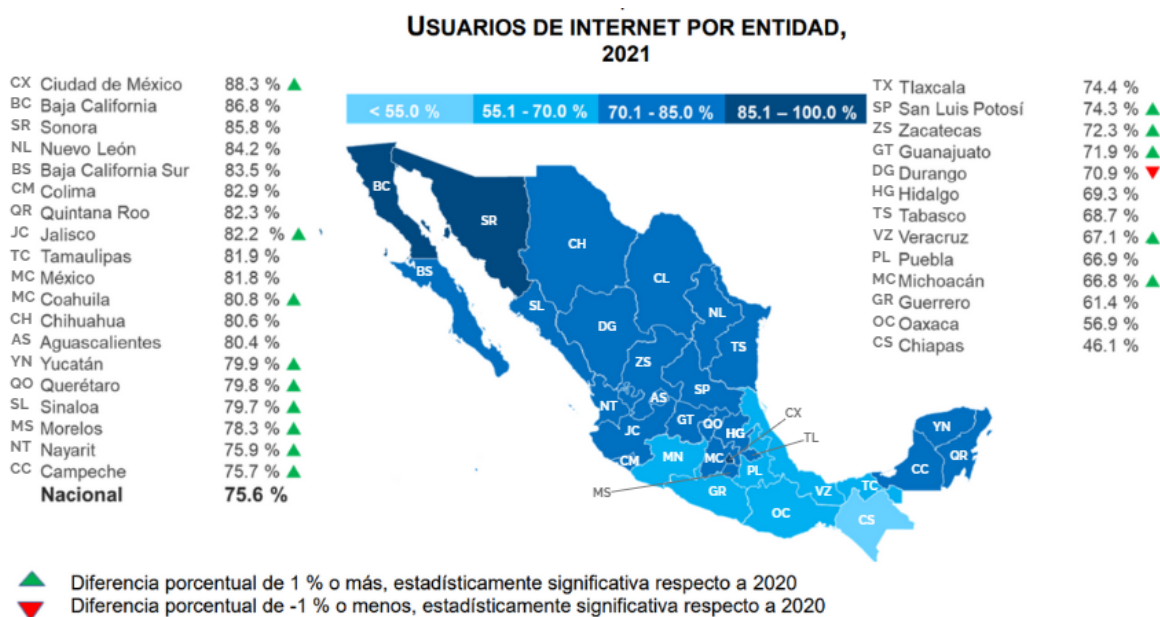
### 5. Desafíos de implementar soluciones de RA para la educación primaria

La implementación de la RA en la educación primaria en México presenta varios desafíos que deben tenerse en cuenta al crear experiencias y soluciones de RA para la educación primaria. Durante las entrevistas y las mesas redondas realizadas para esta investigación, se identificaron varios retos, como lo son la conectividad y la infraestructura, la brecha digital (vinculada al contexto socioeconómico del país), la falta de capacitación digital del personal docente y los recursos limitados disponibles. Cada uno de estos desafíos se discute con más detalle a continuación.

#### a. Conectividad e infraestructura

La cobertura universal en México ha sido un desafío, a pesar de los planes del gobierno. Las métricas estándar para representar la cobertura y disponibilidad de estos servicios

generalmente incluyen suscripciones o personas usuarias (The CIU, 2019). Desde la pandemia, ha habido un aumento en el número de personas usuarias de Internet en México. Según datos del INEGI, en 2021 había 88,6 millones de personas usuarias, equivalentes al 76% de la población, lo que representa un aumento de 4,1 puntos porcentuales en comparación al 2020 (INEGI, 2021). Se estima que 50% de los niños y niñas entre 6 y 11 años utilizan Internet (Montiel, 2022). Sin embargo, se estima que tres de cada diez personas aún no son usuarias de Internet (Calderón, 2022). Además, existen disparidades significativas en la cobertura según el estado, como se muestra en el gráfico 1 a continuación.

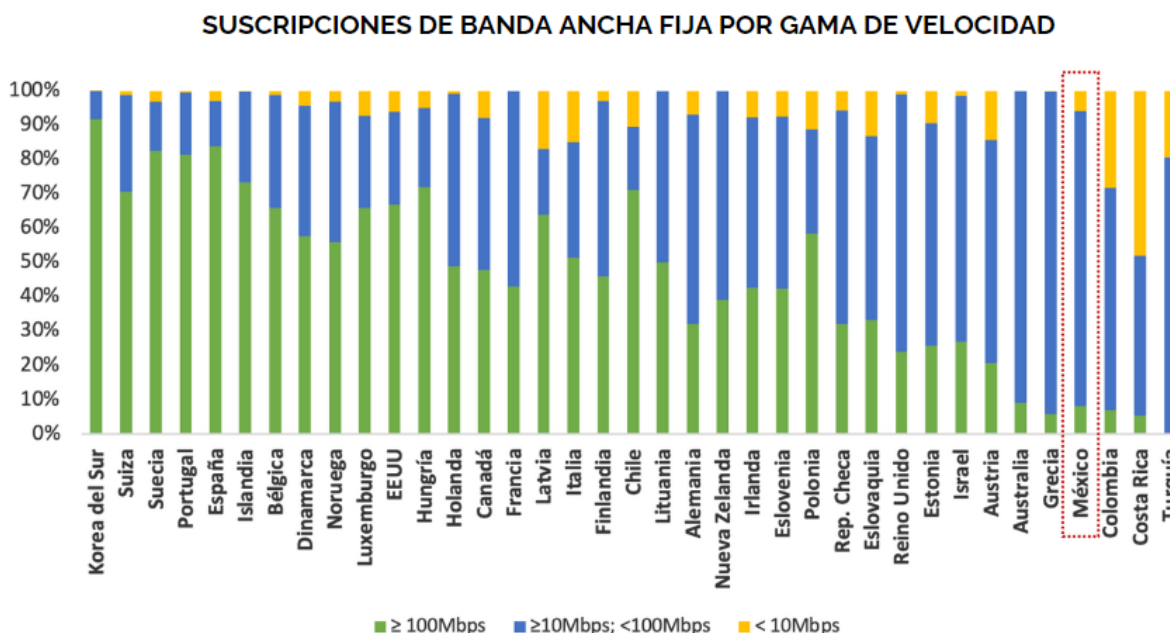


**Gráfico 1:** Personas usuarias de Internet por estado (INEGI, 2021)

Mientras que los estados de Ciudad de México, Sonora y Baja California tienen una cobertura de más del 85% de la población, Guerrero alcanza el 61%, Oaxaca el 57% y Chiapas el 46% (INEGI, 2021) - estos estados característicamente son los menos desarrollados.

Esta disparidad también está presente a nivel escolar. De las 154,580 escuelas identificadas en el país de los diferentes niveles educativos, únicamente 37% (equivalente a 57,675) cuenta con acceso a Internet con fines educativos en sus instalaciones (Solano, 2022). En realidad, César Loeza, Director de Educación en UNETE, menciona que *"estos datos son mucho más bajos. El 90% no tiene conectividad para uso académico. A pesar de las afirmaciones de la Secretaría de Educación Pública (SEP) de que el 70% de las escuelas tienen acceso a Internet, la mayoría de ellos reservan este acceso para la oficinas directivas y para procesos administrativos, no para el uso académico de los niños y las niñas"*.

Según información de la OECD de 2021, México tenía el menor número de suscriptores de banda ancha fija, con 18.2 por cada 100 habitantes, muy por debajo del promedio de los demás países de la OECD, que es de 33.8. Además, en cuanto a velocidad y calidad de internet, México ocupaba el puesto 33 de 35 en velocidad de descarga promedio con 44 Mbps, nuevamente muy por debajo del promedio de 119 Mbps (Vargas, 2022). Esto se muestra en el gráfico a continuación.



**Gráfico 2:** Suscripciones de banda ancha fija por rango de velocidad (Vargas, 2022)

Según el IFT, basándose en datos de la OCDE, México es el país miembro que experimentó el mayor crecimiento en la penetración del servicio de banda ancha de 2013 a 2020, pasando de 23 líneas por cada 100 habitantes a 77, lo que representa un crecimiento del 227%.

Si bien la situación actual puede parecer desalentadora, la conectividad es una de las principales prioridades del país. Forma parte de los planes del gobierno federal proporcionar acceso a Internet a los 4.8 millones de personas que actualmente no tienen acceso (Forbes, 2021), lo que demuestra interés del gobierno sobre el tema. En 2021, las principales compañías de telecomunicaciones en México anunciaron el lanzamiento de sus redes 5G. Estas redes de quinta generación serán fundamentales para el aprovechamiento de tecnologías como la RA y la RV. Entre los principales beneficios de esta nueva red se incluyen una mayor velocidad (con una navegación 10 veces más rápida), la posibilidad de conectar más dispositivos y una menor latencia (tiempo de respuesta de la red) (Santillán, 2022). La cobertura de esta red comenzó en 18 ciudades del país, con un enfoque en los estados del norte y centro, incluyendo la Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey y Querétaro.

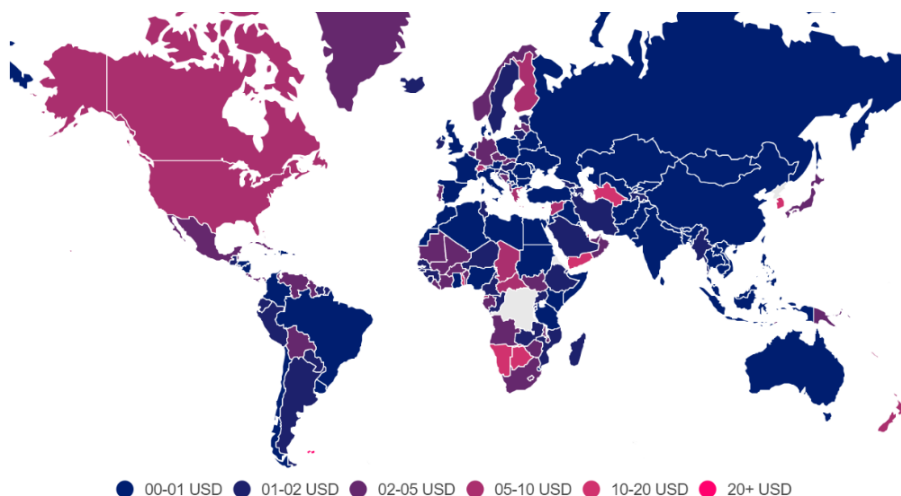
Si bien los niveles de conectividad en México pueden no ser los ideales, sin duda están mejorando, lo que facilitará la adopción masiva de soluciones de RA en un futuro cercano. Mientras tanto, las autoras de este informe consideran fundamental comenzar a explorar estas oportunidades.

### b. Brechas de accesibilidad

En la sección anterior, compartimos algunos de los desafíos relacionados con la conectividad y la infraestructura. Sin embargo, también existen desafíos en torno a la accesibilidad, que deben tenerse en cuenta al crear soluciones de RA para la educación en México. La accesibilidad se refiere a la capacidad de las personas para acceder y utilizar la tecnología, independientemente de su situación física, cognitiva o socioeconómica.

En México, existe una brecha significativa en cuanto a la accesibilidad, especialmente en zonas rurales y en comunidades de bajos recursos. Según el INEGI, 82% de la población de personas usuarias de Internet de seis años o más se concentra en zonas urbanas y 57% en zonas rurales (INEGI, 2021), lo que muestra una clara brecha de accesibilidad dependiendo del área geográfica donde se encuentre la población. Según la Asociación de Internet (2022), si bien el 95% de las personas usuarias de Internet tienen un teléfono inteligente, 22% de la población, especialmente aquellos que se encuentran en comunidades de bajos recursos, aún no tiene acceso a estos dispositivos.

Una de las razones de esta disparidad en la accesibilidad al Internet, son los costos de la conectividad en México, los cuales son relativamente más altos en comparación con otros países a nivel mundial y regional. Según un informe llamado "Precios mundiales de los datos móviles 2022" (Worldwide Mobile Data Pricing 2022), México cuenta con uno de los servicios de Internet móvil más caros de la región en comparación con otros países de América Latina, como se muestra en el gráfico 3 a continuación.



**Gráfico 3:** Precios mundiales de datos móviles (Cable, 2022)

Por ejemplo, el costo de 1GB es diez veces más alto que en Uruguay, y a nivel mundial, México ocupa el puesto 164 de 233.

A pesar de estos desafíos, México presenta varias oportunidades de acceso digital al contar con una población grande, y en crecimiento, que utiliza cada vez más Internet y teléfonos móviles. Según Statista (2023), en 2022, aproximadamente 75% de la población mexicana accedió a Internet desde su dispositivo móvil al menos una vez al mes, lo que representa un aumento de más de tres puntos porcentuales en comparación con el año anterior.

### c. Falta de capacitación y apoyo para el personal docente

La capacitación y el apoyo para maestros y maestras representa un desafío considerable para la implementación de la RA para el profesorado en México. Como se observó durante la pandemia, fue difícil para el personal docente trasladarse al mundo digital debido a la falta de habilidades técnicas y capacitación disponible. Esta falta de capacitación puede aumentar las brechas de conocimiento transmitidas a los y las estudiantes y dificultar la aplicación de tecnologías como la RA en los salones de clases.

El país también tiene una alfabetización digital extremadamente limitada, como lo compartió César Loeza, Director de Educación de UNETE. La UNESCO (s.f.) define a la alfabetización digital como la *“la capacidad para acceder, gestionar, comprender, integrar, comunicar, evaluar y crear información de forma segura y apropiada a través de tecnologías digitales”*.

Muchas de las personas expertas mencionaron la falta de formación y el analfabetismo digital como dos de los retos importantes a los que se enfrenta el sector educativo, sin embargo, las autoras de este informe no pudieron encontrar ningún dato que corroborara esta información. Cuando se les pidió informes, documentos y estadísticas al respecto, las personas expertas consultadas mencionaron que estos recursos no existen. Esto es un desafío importante, ya que el desconocer el estado actual de las competencias del personal docente dificulta la identificación y asignación de esfuerzos necesarios para abordar esta situación.

César Loeza, cuya organización UNETE ofrece capacitación digital a más de 115,000 profesores y profesoras en más del 50% de los municipios de México (UNETE, 2023), explicó que los bajos niveles de alfabetización digital en México eran uno de los principales desafíos para la adopción de soluciones digitales en las escuelas. Ya que si ni el profesorado, ni los padres y madres de familia pueden apoyar a los y las niñas en el uso de las nuevas tecnologías, estas soluciones están condenadas al fracaso. Por lo tanto, su diseño debe considerar el contexto a un nivel extremadamente local, y su adopción debe ir acompañada de programas de formación de alfabetización digital.

A pesar de esto, las personas expertas compartieron sus observaciones sobre cómo la generación más joven del profesorado contaba con una mayor alfabetización digital y, por lo tanto, estaba más capacitada y dispuesta a adoptar nuevas tecnologías en sus procesos de enseñanza.



#### d. Falta de recursos públicos, accesibles y contextualizados

En México, existe una falta de recursos públicos y accesibles de tecnología de RA, lo que dificulta comprender y aplicarlos en los salones de clase, especialmente en las escuelas públicas. Esta falta de recursos puede generar una brecha de conocimiento, una falta de sensibilización sobre los beneficios potenciales de la tecnología RA y puede incrementar la resistencia en adoptar nuevos métodos de enseñanza.

La falta de recursos contextualizados sobre tecnología RA también puede ser una barrera para que las escuelas implementen soluciones innovadoras que se alineen con las realidades culturales de la región. Como comentó Nohemí Vilchís, Especialista en Tecnología Educativa en el Observatorio del Instituto para el Futuro de la Educación, en 2015 ya existían más de 80.000 apps educativas; la gran mayoría de las cuales no tenían ninguna investigación detrás de su diseño o implementación vinculada al proceso de aprendizaje de las infancias.

Esto puede estar relacionado con la necesidad de contar con más talento local para lograr esto. Como mencionó César Parga, Director de la Sección de Competitividad, Innovación y Tecnología de la Organización de Estados Americanos (OEA) *"hay poco talento preparado para desarrollar aplicaciones de RA en la región, y por lo general, las personas que tienen experiencia en el uso de esta tecnología se encuentran en sectores diferentes al educativo."* Dicho esto, en México se están poniendo en marcha una serie de iniciativas para aumentar el número de desarrolladores y desarrolladoras de RA, como se explica en el siguiente recuadro, lo que muestra un futuro prometedor en este sector.

#### **Iniciativa de la Organización de los Estados Americanos**

En 2021, la OEA, en colaboración con Meta, lanzó una serie de programas de capacitaciones con el objetivo preparar a más de 10,000 personas de América Latina y el Caribe (incluyendo a México) en tecnologías de vanguardia (incluida la RA) para el año 2024. Ya se llevó a cabo una primera edición del programa. César Parga compartió que la respuesta en la primera edición fue muy positiva. Más de 25,000 personas se registraron en los primeros dos meses de su lanzamiento, superando las previsiones. Dentro de estos registros había personas de todas las edades (a pesar de que inicialmente el programa estaba destinado a centrarse en la población joven), y entre 60-65% de las personas registradas mostraron un interés particular en aprender sobre RA.

#### **Iniciativa de Meta**

En 2022, Meta anunció que brindaría cursos y certificaciones en Spark RA (la plataforma de la compañía para desarrollar contenido de RA) en los Puntos de Innovación, Libertad, Arte, Educación y Conocimiento (Pilares)<sup>5</sup> en la Ciudad de México (Zamarrón, 2022) para llevar

<sup>5</sup> Más información véase en:

<https://gobierno.cdmx.gob.mx/acciones/pilares/#:~:text=Los%20Puntos%20de%20Innovaci%C3%B3n%2C%20Libertad,econ%C3%B3mica%20o%20sus%20creencias%20culturales>.



este tipo de conocimiento y habilidades a las comunidades menos favorecidas. Los Pilares son centros educativos comunitarios e integrales donde cualquier persona puede iniciar o continuar sus estudios y acceder gratuitamente a talleres deportivos, culturales y educativos. Estos centros se encuentran en zonas preferenciales con el objetivo de reducir la violencia y las desigualdades.

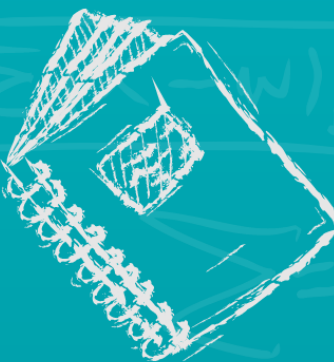




# Recomendaciones para el uso de RA en la educación primaria en México



ABC



## 6. Oportunidades y recomendaciones para soluciones educativas basadas en RA en Mexico

La tecnología de RA puede ser una herramienta valiosa para la educación en México. Sin embargo, es importante reconocer que no es una solución mágica que puede resolver todos los problemas del sistema educativo mexicano. Como cualquier otra herramienta dentro de las posibles soluciones que ya se están explorando para mejorar la educación en México, la RA puede contribuir a lograr este objetivo.

Varias personas expertas consideraron que el cambio de mentalidad entre el personal docente, impulsado por la pandemia, en el que ahora ven el uso de la tecnología como una oportunidad en lugar de una amenaza, ha creado un entorno mucho más apropiado para el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías digitales, incluida la RA.

Basándose en conversaciones con las personas expertas e investigación propia, las autoras de este informe hacen una serie de recomendaciones sobre cómo podrían adoptarse soluciones de RA en el sistema de educación primaria en México, ligadas a las siguientes preguntas: ¿hasta qué punto puede la RA mejorar los resultados educativos al mejorar el compromiso y el interés de los niños y las niñas? ¿Hasta qué punto pueden escalarse soluciones educativas basadas en RA en México?



### Crear soluciones digitales locales

La diversidad de contextos en México no permite una única solución para todo el sistema educativo. Se requieren el diseño de soluciones donde se considere el contexto local. En este sentido, analizar el contexto de las personas beneficiarias es crucial porque ayuda a garantizar que las soluciones se adapten a las necesidades y realidades específicas de los y las estudiantes, aprovechando las oportunidades disponibles y mitigando los riesgos correspondientes. El contexto incluye principalmente aspectos culturales, lingüísticos, socioeconómicos y el nivel educativo. No realizar estos análisis, según lo compartido por la académica Ana María Berruecos, fundadora de idea.d2in, puede resultar (como ya ha ocurrido en México) en soluciones educativas que no son relevantes y, por lo tanto, no generan el impacto positivo esperado.

Lograr este análisis implica trabajar con la comunidad local y las partes interesadas (especialmente personal docente, personal directivo de escuelas, padres y madres, y líderes comunitarios) a través de grupos focales, entrevistas, encuestas y métodos de co-diseño, para hacerlos parte de la solución y así asegurar su aceptación. Los maestros y maestras desempeñan un papel fundamental en la adaptación de estas soluciones educativas a las necesidades de sus estudiantes, para que puedan recibir una educación de alta calidad. Por lo tanto, es esencial incluirles durante todo el ciclo de diseño e implementación de la solución de

RA para que realmente sea una herramienta valiosa. César Loeza y Luis Medina compartieron que debido a lo micro contextuales que deben ser las soluciones, por ejemplo, al tener en cuenta el nivel de habilidades digitales del personal docente, a menudo estas soluciones solo son aplicables al lugar donde se desarrollan.



### Desarrollar soluciones offline

Cualquier solución digital desarrollada para su uso en el sector educativo de México debe tener en cuenta los diferentes niveles de conectividad, infraestructura y accesibilidad en el país. No solo deben funcionar en las zonas urbanas, sino que también deben poder ser utilizables en las áreas remotas.

Por lo tanto, es crucial diseñar y desarrollar soluciones que puedan ser utilizadas sin conexión a Internet, lo cual se puede lograr creando contenido que se pueda descargar rápidamente y almacenar fácilmente en un dispositivo móvil. De esta manera, las personas usuarias solo necesitan unos cuantos minutos de acceso a Internet para utilizar la solución. También es importante diseñar soluciones que funcionen en dispositivos de baja gama, ya que el acceso a dispositivos de alta gama es limitado. Esto se puede lograr desarrollando soluciones que requieran menos potencia de procesamiento y espacio de memoria. Por último, las soluciones deben diseñarse para ser compatibles con varios dispositivos (en el caso de la RA: teléfonos y tabletas) y con los diferentes sistemas operativos.



### Alinear las soluciones a estrategias pedagógicas

Diana Alfaro Martínez, Directora de Itera Solutions, comentó que, aunque actualmente existen y están en desarrollo varias soluciones tecnológicas digitales para la educación, rara vez estas tienen un enfoque pedagógico. Esto se refiere al método y las prácticas de enseñanza de los maestros y maestras. *"Es la forma en que abordan su estilo de enseñanza y se relaciona con las diferentes teorías que utilizan, cómo brindan retroalimentación y las evaluaciones que establecen. Cuando las personas se refieren a la pedagogía de la enseñanza, significa cómo el maestro o la maestra imparte el plan de estudios a la clase."* (Montclair State University, n.D.). Edgar Tapia, Gerente Regional de Caligrafix México (socios regionales de PleIQ presentado en la sección 4), señaló que *"la adopción de tecnologías para la educación primaria ha aumentado considerablemente en México. Sin embargo, no se han integrado en el proceso de enseñanza, dejando a los niños y las niñas como espectadores pasivos, por ejemplo: viendo un video, una presentación, escuchando canciones, por mencionar algunos ejemplos"*.

Según las personas expertas consultadas, el personal docente está constantemente buscando nuevas formas de aplicar recursos y estrategias de enseñanza para captar el interés de sus estudiantes, mantener su motivación y transmitir conocimientos de manera efectiva. Por ejemplo, las soluciones educativas pueden basarse en el sistema de clasificación de objetivos educativos desarrollado por Marzano y Kendall basado en la taxonomía de Bloom<sup>6</sup>, como mencionó Fernando Valenzuela, Socio Fundador de Global Impact EdTech Alliance. Si bien estos enfoques basados en los libros de texto ciertamente son útiles, las personas expertas consultadas recomendaron trabajar directamente con docentes, perfiles pedagógicos, y otros perfiles especialistas similares para asegurar que la solución considere los enfoques de aprendizaje de las infancias y sean el núcleo de la solución.



### Alinear la solución con las estrategias oficiales

Las personas expertas también resaltaron que las soluciones de RA deben alinearse no solo a las metodologías pedagógicas, sino también a las estrategias educativas del gobierno para que puedan ser adoptadas en los salones de clases y apoyar a los objetivos y metas oficiales educativas. La mayoría de los casos existentes (ver sección 4) se basan en herramientas independientes o adicionales. Por lo tanto, esta alineación garantiza que el uso de la tecnología esté en sintonía con el plan de trabajo oficial del personal docente y, por lo tanto, no constituye una carga adicional, sino que se ajusta a su agenda y a la de sus estudiantes. Para lograr esto, se deben seguir las estrategias, agendas y planes oficiales educativos. Además, podría ser útil además de contar con los documentos oficiales, también consultar con docentes o personal directivo escolar para asegurarse de que la solución esté alineada a la aplicación de dichos lineamientos y reglas.



### Apoyar la formación y capacitación de docentes

La tecnología de RA aún está emergiendo y evolucionando, y mucho del personal docente puede necesitar familiarizarse más con ella, su uso, sus oportunidades y riesgos en los salones de clase. Esto es especialmente cierto en México, donde el profesorado cuenta con un conocimiento limitado de habilidades digitales. Por lo tanto, es esencial apoyar la educación y capacitación del personal docente para garantizar la integración efectiva de las tecnologías digitales en el aula y se tengan los resultados esperados. Además, esta tecnología debe ser atractiva para los profesores y profesoras, prometiendo mejores resultados educativos, sin aumentar su carga de trabajo. En este sentido, las soluciones deben diseñarse para facilitar el trabajo del personal docente. Como mencionó Luis Medina Gual, Coordinador del Doctorado

<sup>6</sup> Esta taxonomía es un modelo de clasificación propuesto por el investigador Robert Marzano entre 1989 y 1992 que respalda la clasificación de objetivos educativos prácticos.

Interinstitucional en Educación de la Universidad Iberoamericana, *"las iniciativas que han logrado integrarse en el ADN del sistema educativo son aquellas que aluden a la descarga del trabajo docente o redefinen la labor del personal docente"*.

Además, es vital promover talleres, seminarios y conferencias para aprender sobre la tecnología de RA y cómo integrarla en las prácticas docentes. Estos espacios pueden llevarse a cabo en colaboración con universidades, organizaciones internacionales y la sociedad civil enfocadas en estos temas.



### Crear y implementar soluciones responsables

El uso de la tecnología de RA en las aulas puede plantear problemas éticos que aumentan al tratarse de niños y niñas, ya que estos pertenecen a un grupo vulnerable. Varias personas expertas señalaron que la creciente adopción de la tecnología para la educación se traduce en huellas digitales más tempranas para los y las estudiantes, lo cual puede tener diversas implicaciones, relacionadas con la privacidad y la seguridad, tanto para el corto plazo como para el largo plazo. Por lo tanto, es fundamental desarrollar soluciones de RA que sean éticas, responsables y transparentes, que no comprometan la privacidad ni la seguridad del estudiantado, alineándose con las mejores prácticas internacionales. Además, es necesario promover información al respecto, especialmente entre estudiantes, profesores, personal directivo de la escuela, padres, madres y tutores para que puedan fomentar la adopción y el uso responsable de estas soluciones. Como mencionó Ana Cecilia Pérez, Directora General y Cofundadora de Escuelas Ciberseguras: *"Existe una falta de concientización y capacitación generalizada para padres y madres de familia, docentes, personal administrativo y niños y niñas sobre los riesgos de privacidad de los datos personales y cómo estas plataformas pueden exponerles a otros tipos de riesgos"*.

Esto se puede lograr utilizando recursos creados por organizaciones internacionales, la sociedad civil o la academia. Por ejemplo, en 2021, C Minds publicó un documento junto con el BID llamado "Guía escolar para la protección de los datos de los estudiantes en América Latina" (Del Pozo, 2021) para brindar la información necesaria al personal directivo y docente que buscan fortalecer la protección de los datos de sus estudiantes en las plataformas en línea que utilizan en sus instituciones educativas.

## 7. Conclusión

Existen muchos retos en el sistema de educación primaria en México, en particular las altas tasas de deserción y los bajos resultados de aprendizaje. Los cuales ya existían antes del COVID-19, pero la pandemia acentuó muchos de estos desafíos, y los esfuerzos del gobierno para enfrentarlos han sido calificados como insuficientes e inadecuados.

La Realidad Aumentada (RA) se está posicionando como una herramienta para apoyar estos retos globales y mejorar los resultados educativos. Las investigaciones existentes y las consultas a las personas expertas, han demostrado que la RA fomenta el compromiso y el interés de los y las estudiantes, favorece el aprendizaje personalizado y refuerza las competencias interpersonales, entre otros beneficios. Además, requiere una inversión relativamente modesta, un factor importante en un país con una considerable disparidad en la riqueza. El impacto es aún más impresionante cuando la RA se combina con tecnologías como la IA o con estrategias como la gamificación. A pesar de esto, existen muy pocas aplicaciones de RA para su uso en aulas en la educación primaria en el mundo, y menos en México, sobre todo, debido a que su reciente adopción en los otros sectores.

Dado que toda oportunidad viene acompañada de retos, y la adopción de la RA en el sector de la educación primaria en México no está exenta de esta regla, este informe ofrece una serie de recomendaciones para lograr los beneficios de la RA para la educación primaria, mitigando los riesgos. En primer lugar, las autoras señalan la importancia de desarrollar soluciones hiper locales y específicas que respondan a las disparidades del país en términos de alfabetización digital. Teniendo en cuenta los niveles relativamente bajos de conocimiento digital y tecnológicos del personal docente. También recomiendan un enfoque holístico que no sólo incluya el desarrollo de una solución, sino que también tenga en cuenta la formación y la educación de las diferentes partes interesadas, incluido el personal docente y directivo de las escuelas, tutores y tutoras legales, y menores de edad. Cualquier solución también debe de ser accesible *offline*, con todas las consideraciones que esto implica, debido a los diversos niveles de conectividad, infraestructura y accesibilidad en México. Las otras recomendaciones están relacionadas con la adopción de un enfoque pedagógico y el seguimiento de las estrategias educativas oficiales a la hora de desarrollar la solución, para que ésta sea práctica y tenga sentido adoptarla para el profesorado, la escuela y el alumnado. Por último, dados los crecientes riesgos que plantea la presencia digital, especialmente para grupos vulnerables como menores de edad, las autoras recomiendan seguir las mejores prácticas internacionales para que las soluciones desarrolladas sean responsables, éticas, transparentes y centradas en los niños y las niñas.

A fin de cuentas, volviendo a las preguntas originales que guiaron esta investigación, las autoras encontraron que el uso de la RA en el aula para la educación primaria puede mejorar contundentemente los resultados educativos, atendiendo algunos de los principales retos de México. Dicho esto, esta tecnología debe entenderse como una herramienta más en la caja de



herramientas para atender los retos educativos en México y no como una fórmula mágica. En cuanto a la posibilidad de escalar la solución, el panorama altamente desigual de México en muchos campos significa que las soluciones deben ser locales. No existe una solución única.

Fue especialmente sorprendente el consenso de todas las voces expertas sobre los temas abordados, lo que apunta a un conocimiento ya profundo sobre las oportunidades y los problemas a los que se enfrenta el ámbito educativo en México. Para aprovechar plenamente los beneficios y oportunidades de la RA en el ámbito educativo de México, esta investigación inicial, no exhaustiva, debe ponerse en práctica y complementarse con más investigaciones y pilotos locales. Esto permitirá identificar los beneficios específicos para el alumnado de México y comprender cómo se pueden aplicar estas soluciones en el contexto local. Entre los consensos también se mencionó el hecho de que México no recibe suficiente inversión para explorar nuevas vías que puedan mejorar los resultados educativos y descubrir las soluciones que puedan contribuir a crear un futuro mejor para las nuevas generaciones.



## 8. Bibliografía

- Asociación de Internet. (May 2022). *18° Estudio sobre los Hábitos de Personas Usuarías de Internet en México 2022*. [Diapositiva de PowerPoint] Retrieved from <https://irp.cdn-website.com/81280eda/files/uploaded/18%C2%B0%20Estudio%20sobre%20los%20Habitoss%20de%20Personas%20Usuarías%20de%20Internet%20en%20Mexico%202022%20%28Publica%29%20v2.pdf>
- Alamilla, R. (2023). *Mercado de Tabletas en México al 2022*. The Competitive Intelligence Unit. Retrieved from <https://www.theciu.com/publicaciones-2/2023/2/20/mercado-de-tabletas-en-mxico-al-2022>
- Animal Político (Ed.). (2021, April 27). Entre 2015 y 2020 aumentó 74% el número de menores de edad que no asisten a la escuela. *Animal Político*. Retrieved from <https://www.animalpolitico.com/sociedad/ninos-no-va-a-la-escuela-rezago-educativo>
- Cable.co (2022). Worldwide mobile data pricing 2022. Retrieved from <https://www.cable.co.uk/mobiles/worldwide-data-pricing/>
- Calderón, E. (2022, July 4). 3 de cada 10 personas aún no tienen acceso a Internet en México: Inegi. *El Financiero*. Retrieved from <https://www.elfinanciero.com.mx/empresas/2022/07/04/3-de-cada-10-personas-aun-no-tienen-acceso-a-internet-en-mexico-inegi/>
- Catedra UNESCOAMIDI. (2022, April 22). ¿Por qué es necesario que niños, niñas y adolescentes accedan a la alfabetización digital?. *ZonaDocs*. Retrieved from [https://www.zonadocs.mx/2022/04/20/por-que-es-necesario-que-ninos-ninas-y-adolescentes-accedan-a-alfabetizacion-digital/#:~:text=Ni%C3%B1ez%20y%20alfabetizaci%C3%B3n%20digital&text=En%20M%C3%A9xico%2C%20el%2050%20por.%E2%80%932094%20%25%20\(UNICEF\).](https://www.zonadocs.mx/2022/04/20/por-que-es-necesario-que-ninos-ninas-y-adolescentes-accedan-a-alfabetizacion-digital/#:~:text=Ni%C3%B1ez%20y%20alfabetizaci%C3%B3n%20digital&text=En%20M%C3%A9xico%2C%20el%2050%20por.%E2%80%932094%20%25%20(UNICEF).)
- Centro de Investigación en Política Pública (IMCO) (2023). “Cambios en el tiempo que ponen en riesgo la educación en México”. IMCO. Retrieved from <https://imco.org.mx/cambios-en-el-tiempo-que-ponen-en-riesgo-la-educacion-de-mexico/>
- Chang, H., Binali, T. Liang J., Chiou G., Cheng, K., Wen-Yu Lee, S., Tsai, C. (2022). Ten years of augmented reality in education: A meta-analysis of (quasi-) experimental studies to investigate the impact, *Computers & Education*. Volume 191. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104641>.
- Del Pozo, C., Martín Del Campo Alcocer, V., & Roo Rubí, M.. (2021). Aprendizaje en línea seguro: guía escolar para la protección de datos de los estudiantes en América Latina. *Inter-American Development Bank*. Retrieved from: <https://publications.iadb.org/es/aprendizaje-en-linea-seguro-guia-escolar-para-la-proteccion-de-datos-de-los-estudiantes-en-america>
- Díaz-Barriga, A. (2022). La reforma a la educación en México busca dar otro sentido a la formación de estudiantes. *The Washington Post*. Retrieved from <https://www.washingtonpost.com/es/post-opinion/2022/08/31/nuevo-programa-educativo-2022-regreso-a-clases/>



Dinia, I. (2023). How To Use Gamification In eLearning For Maximum Engagement And Effectiveness. Elearning industry. Retrieved from.  
<https://elearningindustry.com/how-to-use-gamification-in-elearning-for-maximum-engagement-and-effectiveness>

Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa. (2022). *Principales cifras 2021-2022* (First Edition). From Sistema Educativo de los Estados Unidos Mexicanos website:  
[https://www.planeacion.sep.gob.mx/Doc/estadistica\\_e\\_indicadores/principales\\_cifras/principales\\_cifras\\_2021\\_2022.pdf](https://www.planeacion.sep.gob.mx/Doc/estadistica_e_indicadores/principales_cifras/principales_cifras_2021_2022.pdf)

Forbes Staff. (2021, December 23). El gobierno federal quiere llevar Internet a 4.8 millones de mexicanos sin cobertura. *Forbes*. Retrieved from  
<https://www.forbes.com.mx/gobierno-federal-llevar-internet-millones-mexicanos-sin-cobertura/>

Galvin, A. (2021). Using Gamification to Improve Student Engagement. Fierce Education. Retrieved from  
<https://www.fierceeducation.com/best-practices/using-gamification-to-improve-student-engagement>

Garibay, J. (2019). La realidad aumentada en 5 cifras actuales que puedes considerar en tus estrategias. *Merca2.0*. Retrieved from  
<https://www.merca20.com/la-realidad-aumentada-en-5-cifras-actuales-que-puedes-considerar-en-tus-estrategias/>

Herpich, F., Guarese, R., Cassola, A. & Tarouco, L. (2018). Mobile Augmented Reality Impact in Student Engagement: an Analysis of the Focused Attention Dimension. 562-567. 10.1109/CSCI46756.2018.00114.

Hirsh-Pasek, K., Zosh, J., Shwe Hadani, H. Michnick, R., Clark, K., Donohue, C. & Wartella, E. (2022). “A whole new world: Education meets the metaverse”. Bookings Edu. Retrieved from  
<https://www.brookings.edu/research/a-whole-new-world-education-meets-the-metaverse/>

Holt, K. (2015). *The Impact of Technology on Primary Education*. California State Univ California State University [Master’s Thesis] Retrieved from  
[https://digitalcommons.csumb.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1482&context=caps\\_thes](https://digitalcommons.csumb.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1482&context=caps_thes)

IGI Global. (n.d.). What is Learning Performance. Timely Knowledge. Retrieved from  
<https://www.igi-global.com/dictionary/gamified-learning/91338#:~:text=A%20measure%20of%20how%20well.of%20knowledge%20and%20skills%20development.>

Interaction Design Foundation. (2021). Augmented Reality – The Past, The Present and The Future. Retrieved from  
<https://www.interaction-design.org/literature/article/augmented-reality-the-past-the-present-and-the-future>

Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) (2022, September 2). *Seis de cada 10 personas con hijos que usan internet fijo y telefonía móvil implementan medidas de control parental*. [Press release 77/2022]. Retrieved from  
<https://www.ift.org.mx/comunicacion-y-medios/comunicados-ift/es/seis-de-cada-10-personas-con-hijos-qu>



[e-usan-internet-fijo-y-telefonía-movil-implementan-medidas-de#:~:text=Microsoft%20Family%20Safety-.S ervicio%20de%20telefon%C3%ADa%20m%C3%B3vil.internet%20y%20Fo%20redes%20sociales.](#)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021, March 23). *INEGI presenta resultados de la Encuesta para la Medición del Impacto COVID-19 en la Educación (ECOVIED-ED) 2020* [Press release]. Retrieved from <https://www.inegi.org.mx/app/saladeprensa/noticia.html?id=6427>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2022, July 4). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2021*. Retrieved from <https://www.inegi.org.mx/investigacion/ecovieded/2020/>.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021, March 23). *INEGI presenta resultados de la Encuesta para la Medición del Impacto COVID-19 en la Educación (ECOVIED-ED) 2020* [Press release]. Retrieved from <https://www.inegi.org.mx/app/saladeprensa/noticia.html?id=6427>

Invelon Technologies. (2020). *La Realidad Virtual y Aumentada inciden en la mejora de las soft skills de alumnos universitarios y de formación profesional*. Retrieved from <https://invelon.com/la-realidad-virtual-y-aumentada-inciden-en-la-mejora-de-las-soft-skills-de-alumnos-universitarios-y-de-formacion-profesional/>

Lakhani, N. (2017, August 15). "The help never lasts': Why has Mexico's education revolution failed?" *The Guardian*. Retrieved from <https://www.theguardian.com/inequality/2017/aug/15/the-help-never-lasts-why-has-mexicos-education-revolution-failed>

Larousse [Ediciones Larousse] (2023, March 24). *Nuevos diccionarios Larousse* [Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=licQT5nGQfo>

León, E. (2022, August 08). "Avanza aprendizaje inmersivo en México con RV y RA". *Reforma*. Retrieved from [https://www.reforma.com/aplicacioneslibre/preacceso/articulo/default.aspx?\\_rval=1&urlredirect=https://www.reforma.com/avanza-aprendizaje-inmersivo-en-mexico-con-rv-y-ra/ar2449984?referer=-7d616165662f3a3a6262623b727a7a7279703b767a783a-](https://www.reforma.com/aplicacioneslibre/preacceso/articulo/default.aspx?_rval=1&urlredirect=https://www.reforma.com/avanza-aprendizaje-inmersivo-en-mexico-con-rv-y-ra/ar2449984?referer=-7d616165662f3a3a6262623b727a7a7279703b767a783a-)

Ley General de Educación [LGE]. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de septiembre de 2019 (México). Retrieved from <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGE.pdf>

Maldonado, C. (2021, March 23). *La pandemia deja a cinco millones de estudiantes fuera de la escuela en México*. *El País*. Retrieved from [https://elpais.com/mexico/2021-03-23/la-pandemia-deja-a-cinco-millones-de-estudiantes-fuera-de-la-escuela-en-mexico.html?event\\_log=oklogin](https://elpais.com/mexico/2021-03-23/la-pandemia-deja-a-cinco-millones-de-estudiantes-fuera-de-la-escuela-en-mexico.html?event_log=oklogin)

Maryville University. (n.d.) *Augmented Reality in Education: Interactive Classrooms*. Retrieved from <https://online.maryville.edu/blog/augmented-reality-in-education/>

Microsoft (n.d.). *What is augmented reality or AR?*. Retrieved from <https://dynamics.microsoft.com/en-us/mixed-reality/guides/what-is-augmented-reality-ar/>



Microsoft Education (n.d.). Preparing the Class of 2030. Retrieved from [http://edudownloads.azureedge.net/msdownloads/Microsoft\\_Education\\_Classof2030.pdf](http://edudownloads.azureedge.net/msdownloads/Microsoft_Education_Classof2030.pdf)

Monroy-Gómez-Franco, L., Vélez-Grajales, R. Skin Tone Differences in Social Mobility in Mexico: *Are We Forgetting Regional Variance?*. *J Econ Race Policy* 4, 257–274 (2021). <https://doi.org/10.1007/s41996-020-00062-1>

Montclair State University. (n.D.). *Pedagogical Strategies and Practice*. Montclair State University Instructional Technology and Design Services. Retrieved from: <https://www.montclair.edu/itds/digital-pedagogy/pedagogical-strategies-and-practices/#:~:text=Generally%20defined%20as%20the%20theory,with%20specific%20goals%20in%20mind.>

Office of Education of the United States. (2017, Jan 19). Future Personalized Learning Systems at a Crossroads: Augmented Reality or Virtual Reality? *Medium*. Retrieved from <https://medium.com/personalizing-the-learning-experience-insights/future-personalized-learning-systems-at-a-crossroads-augmented-reality-or-virtual-reality-305b5f679711>

OECD. (2021). Education at a Glance 2021: OECD Indicators. Retrieved from <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/2a39f90d-en/index.html?itemId=%2Fcontent%2Fcomponent%2F2a39f90d-en>

Santillán, M. (2022, February 22). ¿Qué es la red 5G y qué beneficios traerá?. *Milenio*. Retrieved from <https://www.milenio.com/tecnologia/red-5g-en-mexico-que-es-y-cuales-son-su-ventajas-y-riesgos>

Solano, L. (2022). Sólo 37.3% de escuelas tienen Internet con fines pedagógicos: reporte. *La Jornada*. Retrieved from <https://www.jornada.com.mx/notas/2022/03/03/sociedad/solo-37-3-de-escuelas-tienen-internet-con-fines-pedagogicos-reporte/>

Soto, A. J. (2021, April 30). Deserción escolar de niñas, adolescentes y jóvenes por pandemia es de 2.5 millones. *Cimacnoticias*. Retrieved from <https://cimacnoticias.com.mx/2021/04/30/desercion-escolar-de-ninas-adolescentes-y-jovenes-por-pandemia-es-de-2-5-millones/#qsc.tab=0>

Statista Research Department. (2023). Adopción de usuarios de internet móvil en México de 2016 a 2027. Retrieved from <https://es.statista.com/estadisticas/1300388/mexico-penetracion-de-internet-movil/>

TeamViewer. (2022). Augmented Reality vs Virtual Reality. TeamViewer. Retrieved from <https://www.teamviewer.com/en/augmented-reality-ar-vs-virtual-reality-vr/>

The Competitive Intelligence Unit. (2019). Cobertura de Conectividad en México. Retrieved from <https://www.theciu.com/publicaciones-2/2019/3/31/cobertura-de-conectividad-en-mxico>

The World Bank. (2021). Skills Development. Retrieved from <https://www.worldbank.org/en/topic/skillsdevelopment#:~:text=Foundational%20literacy%20and%20numerate%20as,self%2Dcontrol%2C%20and%20grit.>



Tracxn (Last Updated: 2023, January 11). EdTech Startups in Mexico. Retrieved from <https://tracxn.com/explore/EdTech-Startups-in-Mexico>

United Nations Children's Fund (UNICEF). (2019). "Country Office Annual Report 2019". UNICEF. Retrieved from <https://www.unicef.org/media/90541/file/Mexico-2019-COAR.pdf>

United Nations Development Program (UNDP). (2022). "COVID-19 and Education in México: first approaches of a warned inequality". UNDP México. Retrieved from <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-07/COVID19%20y%20educaci%C3%B3n%20en%20M%C3%A9xico.pdf>

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (n.d). Digital Literacy. TVETipedia Glossary. Retrieved from <https://unevoc.unesco.org/home/TVETipedia+Glossary/show=term/term=Digital+literacy#start>

Vargas, F. (2022). *Banda Ancha Fija: Conectividad en la Métrica de la OCDE*. The Competitive Intelligence Unit. Retrieved from <https://www.theciu.com/publicaciones-2/2022/7/4/banda-ancha-fija-conectividad-en-la-metrica-de-la-ocde#:~:text=M%C3%A9xico%20se%20ubica%20en%20el,OCDE%20ubicado%20en%2011%20Mbps>.

Zamarrón, I. (2022, August 26). ¿De CDMX al metaverso? Meta dará cursos de realidad aumentada en los Pilares. *Forbes*. Retrieved from <https://www.forbes.com.mx/de-cdmx-al-metaverso-meta-dara-cursos-de-realidad-aumentada-en-los-pilares/>

