

# LA DISRUPCIÓN A LOS PARADIGMAS EDUCATIVOS DESDE LA PROTOPÍA DIGITAL

Ríos Gómez Javier<sup>1</sup>, González Torres Arturo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doctor en Desarrollo Humano. Universidad Centro Panamericano de Estudios Superiores. riosgomezjavier@gmail.com, teléfono: 4431853505, Avenida Las Cañadas 501, Ciudad Tres Marías, Morelia, Michoacán, México.

<sup>2</sup>Doctor Arturo González Torres <sup>2</sup>. Asesor Posdoctorado en Ciencias en UNICEPES. Tecnológico Nacional de México/Campus Milpa Alta. [Cann.azteca13@gmail.com](mailto:Cann.azteca13@gmail.com), Independencia Sur No. 36, Colonia San Salvador Cuauhtenco, Delegación Milpa Alta, C.P. 12300, Ciudad de México, México.

## Resumen

Los paradigmas educativos, que hasta el momento han servido como modelos para comprender y analizar los métodos de enseñanza aprendizaje, en el siglo XXI, están recibiendo una influencia de forma radical, debido al comportamiento exponencial que tienen las tecnologías. En las últimas décadas, hemos presenciado el nacimiento, el desarrollo y el impacto de la Inteligencia artificial, la Impresión 3D, la Robótica, la Nanotecnología, La Realidad Virtual y Aumentada, el Blockchain, entre otras, que han reconfigurado la forma en que se vive, se trabaja, se relacionan los unos con los otros, y la manera en que se enseña y se aprende. Esto sucede a una velocidad, amplitud y hondura que se expande repetidamente, multiplicándose por una constante. Los alcances de este ritmo han impulsado la fusión de los sistemas físicos, biológicos, y digitales, estimulando a la sociedad, hacia la Cuarta revolución industrial. En la denominada Industria 4.0, se generan grandes disrupciones a diferentes sectores, transitando hacia un camino Protópico. Por tal motivo, el propósito de esta investigación, es mostrar, el cómo la Protopía digital causa la ruptura de los paradigmas educativos. Esto se hizo en dos etapas con un enfoque cualitativo de manera documental y mediante la utilización del método de criterio de expertos conocido como Delphi. En la primera etapa, se desarrolló la fundamentación teórica. En la segunda, se abarcó la validez a través de un grupo de expertos usando la técnica Delphi. Los resultados muestran un acuerdo significativo entre la literatura seleccionada y los expertos sobre los cambios de paradigmas educativos que son disrumpidos por el avance de la tecnología, mostrando cómo la multimedia inmersiva y aumentada, los Sistemas inteligentes, y otras tecnologías que confluyen entre sí, transforman los modelos educativos, e incluso los sustituyen.

**Palabras Clave:** Tecnología Disruptiva, Innovación Exponencial, Protopía Digital, Convergencia, Singularidad, Sistema Educativo.

**Abstract** -- Educational paradigms, which until now have served as models to understand and analyze teaching-learning methods in the 21st century, are receiving a radical

influence, due to the exponential behavior of technologies. In recent decades, we have witnessed the birth, development and impact of Artificial Intelligence, 3D Printing, Robotics, Nanotechnology, Virtual and Augmented Reality, Blockchain, among others, which have reconfigured the way in which live, work, relate to each other, and the way in which you teach and learn. This happens at a speed, breadth, and depth that repeatedly expands, multiplying by a constant. The scope of this rhythm has promoted the fusion of physical, biological, and digital systems, stimulating society towards the Fourth Industrial Revolution. In the so-called Industry 4.0, great disruptions are generated in different sectors, moving towards a Protopic path. For this reason, the purpose of this research is to show how digital Protopia causes the rupture of educational paradigms. This was done in two stages with a qualitative approach in a documentary manner and through the use of the expert criteria method known as Delphi. In the first stage, the theoretical foundation was developed. In the second, validity was covered through a group of experts using the Delphi technique. The results show a significant agreement between the selected literature and the experts on the changes in educational paradigms that are disrupted by the advancement of technology, showing how immersive and augmented multimedia, intelligent systems, and other technologies that converge with each other, transform educational models, and even replace them.

**Key words** – Disruptive Technology, Exponential Innovation, Digital Protopia, Convergence, Singularity, Educational System.

## INTRODUCCIÓN

La historia de la vida y la cultura humana, han tenido una particularidad, la exploración gradual e incansable del inmutable cambio.

La existencia, anterior a la tierra como hoy se conoce, en un principio estaba dominada por unas moléculas básicas: amoníaco, metano, agua, dióxido de carbono, algunos aminoácidos, y simples compuestos orgánicos. La primera alteración fue, que esas moléculas iniciales, a partir de una serie de evoluciones y combinaciones, consiguieron crear

vidas complejas. El científico Stuart Kauffman se refería a estas mezcolanzas creativas, como lo posible adyacente, es decir, el potencial creativo del cambio, que de momento no tiene límite conocido. Desde esos instantes, cada combinación, ha dado pie a consecutivas composiciones nuevas (1). Cambios contundentes han existido a lo largo de la historia, pero no de la forma impactante con que se está dando en los años recientes. El motor de este adelanto es la Tecnología Exponencial.

Cuando una tecnología, se introduce en la vida humana, ya sea el fuego, la rueda, la Inteligencia artificial, la cibernética, el automóvil, o el ciberespacio, la cambia hasta extremos que no se logran comprender (2). La posible adyacencia, explica, el por qué es inevitable la disrupción en esta época de aceleración incansante que conduce a la sociedad a la Protopía digital. La Protopía es una forma de transformación de procesos de mejora paulatina, o de un pequeño progreso (3), el ritmo de esta prosperidad está teniendo una influencia trascendental en las variaciones de paradigmas, debido a que el comportamiento de la tecnología es exponencial. Pasa de un ritmo capciosamente lento, a uno disruptivamente rápido. Esta celeridad, según John Von Neumann, da la sensación de acercarse a una singularidad esencial en los anales de la humanidad, involucrando los principios de la simetría de cambio de los paradigmas, por la potencia de relación del precio, la velocidad, la capacidad, entre otras (4). A medida que una tecnología se vuelve más eficiente con respecto a sus costes, más inversión se emplea a su desarrollo, de manera que el ritmo de incremento exponencial aumenta con el tiempo. Pero nuestra forma de pensar es lineal. Es por ello, que muchas predicciones en la sociedad se han malentendido por tener una visión rectilínea irreflexiva de la historia.

Algunos sectores intentan mantenerse vigentes sin tener en cuenta los avances reveladores y sus implicaciones, como lo es, por ejemplo, el sistema educativo. Los pedagogos enfrentan el desafío de vislumbrar el impacto que genera la tecnología disruptiva en la educación (5).

El compás de desarrollo sin precedentes que ha figurado en el siglo veintiuno, ha permitido que las vidas sean muy distintas a lo que eran a comienzos de este. No se observa que exista ninguna desaceleración de momento (6). Durante el siglo pasado, el progreso se apresuró hasta la actualidad; sus logros equivalieron a unos veinte años de ascenso al ritmo del año 2000 (4), y ahora, se observa una reacción en cadena con esa particularidad; digitalizando, desmaterializando, desmonetizando y/o democratizando los productos y servicios (7), mostrando así, el declive de muchas profesiones, reconfigurando la actividad económica, la laboral y, hasta los límites de la condición humana (8).

En la Cuarta Revolución Industrial, el sistema educativo no es la excepción a la metamorfosis de la inquebrantable exponencialidad. Las mismas tecnologías que convergen

en la industria del entretenimiento, se aplican en las aulas de clases (5).

Desde un análisis predictivo de las escuelas del futuro, se argumenta que se tendrán conserjes de aprendizaje impulsados por Sistemas Expertos, acreditación en Bases de datos distribuidas, múltiples vías de aprendizaje, microcursos, entornos inmersivos basados en Realidad virtual y aumentada, el uso de nootrópicos para el aprendizaje, y listas de reproducción centradas en intereses individuales (9), dando otro giro, al rol tradicional del docente.

Por lo anterior, el objetivo general de esta investigación es mostrar, el cómo la protopía digital disrumpe a los paradigmas educativos, reemplazándolos por nuevas opciones, y como objetivos específicos, es conocer el impacto de las Tecnologías Exponenciales a dichos paradigmas.

## DESARROLLO

### • Fundamentos teóricos

Se recurrió a los repositorios de Google académico, Redalyc, Scielo, y fuentes bibliográficas de fundadores de Singularity University; de lo cual se ha observado un consenso en la literatura revisada en lo que se refiere a la velocidad continua del perfeccionamiento tecnológico, que da el sentimiento de aproximarse a alguna singularidad fundamental en la historia de la humanidad (4), y por ende una modificación radical en la forma en que se enseña y se aprende.

Si el sistema educativo cuenta con la dificultad del arquetipo único para todos, que sigue la mayoría de los currículos, pero muchos estudiantes son diferentes tipos de aprendices, como visuales, experimentales, espaciales o cinestésicos; por lo cual, los modelos tradicionales de aprendizaje no son suficientes. Pero la creciente movilidad de la educación, y la explosión de las velocidades de conectividad, continuarán incitando un modelo educativo que permite el aprendizaje en cualquier momento y en cualquier lugar, sin restricciones de acceso a la web, o limitaciones de tiempo rígidas (10).

Autómatas inteligentes, la Cibernética y la Biología digital, concurren con la Manufactura agregada, y con el Blockchain, entre otras más; además de que la rapidez de conexión global ha mejorado su rendimiento. Es evidente que estas correlaciones transfigurarán la imagen del profesor y, el sistema escolarizado tendrá que replantearse. Seleccionando diferentes fuentes, se encontró que con las oportunidades que brindan los entornos simulados, se podrán realizar exámenes con una guía personal que se adapte al estilo de aprendizaje de cada alumno (11).

Peter H. Diamandis, hizo un análisis sobre el futuro de los denominados expertos humanos, mediante una indagación cuantitativa sobre el impacto de las tecnologías exponenciales, de acuerdo con la reacción en cadena que causa la teoría de las 6D de la tecnología. Sus aportes han derivado en la conclusión, de que el sistema educativo está

cambiando rápidamente y de forma radical, por lo tanto, los programas de posgrados no están siendo relevantes para la industria 4.0 (12).

Raya Bidshahri realizó un estudio sobre las tendencias tecnológicas y su impacto en la forma de aprender. Basado en la experiencia educativa y de principios propuestos por otros autores. Al resultado que llegó es que están emergiendo empresas que ofrecen soluciones tecnológicas a la educación, y que se están expandiendo muy rápido (13).

En otro estudio de Peter H. Diamandis sobre la educación para personas de escasos recursos y grupos vulnerables. Efectúa un análisis sobre la aplicación e implementación de 5 tecnologías que cambiarán el aprendizaje en los próximos años. A la consecuencia que llega, es que las tecnologías exponenciales están provocando que las herramientas de aprendizaje desmonetizadas sean más accesibles que nunca, mediante la democratización (14).

Jason Ganz, presentó una investigación sobre una reacción que puede causar la Realidad Virtual, mediante un experimento recolectando las aplicaciones al respecto. A la consumación que llega, es que se potencializará el Metaverso y por ende las estrategias de educación en dicha plataforma (15).

Felipe García Vallejo, Martha C. Domínguez y Raúl Prada Núñez, realizan un análisis cuantitativo sobre las revoluciones tecnológicas para este siglo. Examinan el impacto de la Ley de Moore en lo que denominan la sexta revolución tecnológica, con el fin de tener información de las actividades desarrolladas en la implementación de la educación mediada por las TIC, para asegurar la continuidad en las actividades educativas (16). Pero esta tesis, se puede contrarrestar con los hallazgos de Sugatra Mitra y Nicolás Negroponte como los primeros resultados de disrupción a los paradigmas de enseñanza aprendizaje. Se estudian en primer lugar los experimentos de Mitra, quien desarrolló una propuesta basada en el autoaprendizaje aplicándolo en niños de barrios marginales, mediante el siguiente procedimiento:

- Instaló una computadora con un ratón, internet, y con un navegador.
- Todo ello apuntando hacia un barrio marginal. El grupo de control tenía las siguientes características:
  - Niños que no hablaban inglés
  - No sabían utilizar la computadora, ni el internet.

Los resultados que obtuvieron fueron los siguientes:

- Los infantes en cinco minutos averiguaron como señalar y hacer clic.
- A las pocas horas, los niños navegaron por internet
- Se empezaron a apoyar en grupo para el manejo de la máquina.
- Aprendieron a utilizar la tecnología de forma avanzada.

Se replicó el experimento en más lugares, y desde entonces se ha implementado en diversas porciones de la India, y en varias partes del mundo observando un patrón regular:

- Infantes colaborando en pequeños grupos sin supervisión alguna y sin ninguna formación aprenden a utilizar la tecnología muy rápido y a niveles avanzados.

Los primeros resultados, permitieron abrir más líneas de investigación sobre qué otras cosas podían aprender por su cuenta los niños; para ello se aplican nuevas pruebas en Kalikkuppam, en el sur de la India, con otras características como grupo de control:

- Niños de doce años, en pobreza y que hablaban tamil.
- Podían aprender a usar Internet.

El objetivo de esta segunda etapa del experimento fue:

- Enseñar a sí mismos biotecnología.
- Dar lección a sí mismos, de una materia de la que no hayan escuchado hablar.
- La asignatura para instruir fue en inglés.

Los resultados de esta nueva etapa fueron:

- Aprendizaje significativo
- Aumento de notas en equivalencia a los mejores institutos de Nueva Delhi, con la asignación de una nueva figura de profesor.

En base a estos experimentos, se inició el plan de infraestructura, y se instalaron terminales de computadoras en las escuelas. Los efectos fueron:

- Aprendizajes en profundidad.

La teoría que se desprende de estos experimentos fue el aprendizaje mínimamente invasivo (17).

Nicholas Negroponte, con el objetivo de llevar educación al 23 por ciento de los niños del mundo mediante computadoras Apple II, inicia su aplicación en Dakar en Senegal, donde los primeros resultados fueron:

- Los infantes de zonas rurales pobres se aficianan a la computadora tan rápido como otros niños.

A partir de los primeros hallazgos, propusieron la denominada Escuela del futuro, con el objetivo de contar con un banco de pruebas, extendiéndolo a más países; como por ejemplo en Camboya el resultado fue:

- Los alumnos con una portátil y conexión a Internet aprendieron su primera palabra en inglés: Google.

En el año 2005 se crea el proyecto: Una portátil para cada Niño. Con el objetivo de proporcionar a todos los niños del planeta una portátil, para cumplir, en el año 2012, se envía un conjunto de tabletas Motorola Zoom, con cargadores solares, a un par de aldeas perdidas en Etiopía. Tenían el contenido siguiente:

- Juegos educativos sencillos.
- Películas.
- Libros
- Entre otros materiales.

La estrategia que se usó fue:

- Se las entregan directamente a los niños y no a los adultos

- Se seleccionaron a niños que no sabían leer ni escribir y que nunca habían visto una tecnología parecida.

Los resultados que obtuvieron:

- Que, a los 4 minutos, un niño abrió la caja y encontró el botón de encendido y encendió la tableta.
- Al paso de cinco días cada chico usaba cuarenta y siete aplicaciones al día.
- En dos semanas ya cantaban en la aldea el abecedario.
- En cinco meses habían hackeado el sistema operativo Android.
- Las tabletas abrieron la puerta a la creatividad y al aprendizaje autónomos.
- Los niños se convirtieron en usuarios avanzados.

El trabajo de Mitra y Negroponte, abrieron la posibilidad de seguir disrumiendo los paradigmas de enseñanza aprendizaje; para ello se analiza el desafío lanzado en el año 2017, conocido como Global Learning Xprize, con el objetivo de desarrollar un software basado en Android, para aplicarse a 263 millones de niños que carecían de educación en el mundo, que les permitiera aprender por sí mismos usando como herramienta una tableta. Se aplicaron pruebas en Tanzania a grupos de control con las siguientes características:

- 24 mil niños analfabetos en 167 aldeas.
- No había escuelas.
- No había adultos alfabetizados.

Los mejores resultados los obtuvieron los softwares con los siguientes detalles:

- Con solo una hora por día los niños desarrollaban sus competencias equivalentes al asistir al colegio en Tanzania de tiempo completo.

Al final al proyecto le denominaron: Dona un profesor (5). J. D. Anacona, E. E. Millán y C. A. Gómez, efectúan una investigación documental sobre la aplicación del Metaverso en la educación. El estudio se realizó con un método exploratorio de enfoque descriptivo, con el que se formalizó una búsqueda en las bases de datos de “Science Direct”, “Web of Science” y “Scopus”, de las experiencias significativas relacionadas con el uso del metaverso, la Realidad Virtual y la enseñanza. A la conclusión que llegaron es, que se puede aplicar la Realidad Virtual y los videojuegos en el Metaverso para mejorar la experiencia del alumno y docente (18).

Iván Quesada Bonilla, realizó pruebas para la educación, con el dispositivo para Realidad Virtual conocido como Oculus. Desde un enfoque cuantitativo, explicativo y cuasiexperimental, observó el desarrollo de las habilidades creativas. Se comprobó que, con la mediación de la virtualidad apalancada en el equipo para simular entornos, las habilidades creativas pueden ser influidas positivamente, de tal modo que los indicadores con que la creatividad es medida: fluidez, flexibilidad, Originalidad,

elaboración y recursividad, tienen un mejor desempeño en relación con la aplicación de otras pruebas de creatividad tradicionales (19).

El 1 de noviembre, del 2018, Aaron Franco, presenta un análisis filosófico sobre la condición humana a través de las tecnologías de realidad virtual y aumentada. La conclusión a la que se llega es que la condición humana, tal y como se conoce, no significa que es permanente, se han tenido muchas revoluciones como especie, y la tecnología está acelerando otra revolución (20).

Shivali Mejor, llevó a cabo un estudio experimental, donde mostró, el cómo los Mundos Virtuales pueden tratar a personas agresivas poniéndolos en el lugar de sus víctimas. Se analizó el impacto de la Realidad Virtual inmersiva en 20 abusivos, así como en 19 participantes como grupos de control. Los participantes ejecutaron una prueba de reconocimiento emocional para determinar si la experiencia cambiaría su percepción y empatía. Los resultados mostraron que, antes de pasar por la experiencia con los Momentos Virtuales, los delincuentes tenían una baja capacidad para reconocer emociones como el miedo en el semblante de sus mártires. Los resultados a los que se llegaron mostraron que las aplicaciones de la Realidad Virtual con simulaciones tienen un impacto en el ser humano al alterar las percepciones, actitudes y comportamientos, porque al experimentarse a sí mismos como víctimas en la sesión de realidad mejoró la capacidad de reconocer las emociones (21).

La empresa Nvidia, en el año 2022 mostró sus avances en Gemelos digitales del clima de la Tierra. Son una réplica simulada de la realidad, como por ejemplo un objeto físico como una turbina eólica o un edificio, un proceso como la línea de ensamblaje para obrar un vehículo, o un sistema como el financiero o el clima. La idea es que, al crear una copia basada en software de la cosa real, los gemelos digitales pueden proporcionar una forma conexas de interactuar, hacer preguntas, o hacer predicciones sobre ese objeto, proceso, o sistema (22). En asignaturas donde los alumnos requieren dichas experiencias, es una forma distinta de hacer inmersión en la esencia de la materia.

Tha European Space Agency, ha desarrollado el proyecto: Tierra destino. Donde despliega copias digitales del complejo sistema terrestre. Se construyen bajo clasificaciones temáticas de los diferentes dominios de las ciencias de la Tierra, como lo son los desastres naturales extremos, adaptación al cambio climático, océanos y biodiversidad. Su objetivo es integrar estas réplicas para formar un gemelo digital integral del sistema terrestre completo (23).

G Villarrubia González, JF Paz Santana, realizaron Pruebas con el Oculus para la educación, con el objetivo de estudiar la figura del tutor. Lo hicieron mediante un estudio cuantitativo, explicativo y cuasiexperimental, para ver la forma en la que se aplica la tutorización. A la conclusión que llegaron es que el dispositivo Oculus tiene una gran oportunidad para mejorar el contenido de los objetos de

aprendizaje en convergencia con otras tecnologías en la tutorización (24).

**Método de criterio de expertos**

Después de los fundamentos teóricos, con base a las fuentes revisadas, y el objetivo de la investigación, se utiliza la técnica Delphi para conocer las tendencias, desde el criterio de varios expertos en el tema, el cual se realizó de la siguiente manera:

- Paso 1. Búsqueda de información de candidatos.
  - Objetivo. Analizar la información necesaria de los candidatos a expertos.
  - Se inició con la selección de los expertos en base a su curriculum, y en una escala de Likert del 1 al 10, en relación con los siguientes criterios:
    - C1.- Formación académica.
    - C2.- Trabajo actual.
    - C3.- Activismo científico y técnico
    - C4.- Años de experiencia en el tema:
      - C4.1.- Menos de 5 años
      - C4.2.- De 5 a 10 años
      - C4.3.- De 11 a 15 años
    - C5.- Certificaciones

Tabla 1.- 13 expertos enviaron por mail la información

Experto	C1	C2	C3	C4	C5	Promedio de experto
1	10	10	10	10	8	8
2	10	10	10	10	8	8
3	8	10	10	10	6	8
4	8	10	8	10	10	8
5	10	9	10	8	7	8
6	10	10	10	7	7	8
7	10	10	10	10	7	9
8	8	10	7	10	10	9
9	10	8	7	8	7	8
10	8	10	8	10	10	9
11	10	8	8	10	7	9
12	9	10	10	10	10	10
13	9	9	9	9	9	9
<b>Promedio de criterios</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>9</b>

Con lo cual según la norma cubana (NC 49:1981), se mantiene el nivel de confianza porque se sugiere estar entre 7 y 15 expertos (25)

Se procede a obtener el coeficiente del conocimiento de los expertos de acuerdo con la fuente de información del curriculum enviado:

- Experto 1.-  $K_c = 8 \times (0.1) = 0.8$
- Experto 2.-  $K_c = 8 \times (0.1) = 0.8$
- Experto 3.-  $K_c = 8 \times (0.1) = 0.8$
- Experto 4.-  $K_c = 8 \times (0.1) = 0.8$
- Experto 5.-  $K_c = 8 \times (0.1) = 0.8$
- Experto 6.-  $K_c = 8 \times (0.1) = 0.8$
- Experto 7.-  $K_c = 9 \times (0.1) = 0.9$
- Experto 8.-  $K_c = 9 \times (0.1) = 0.9$
- Experto 9.-  $K_c = 8 \times (0.1) = 0.8$
- Experto 10.-  $K_c = 9 \times (0.1) = 0.9$
- Experto 11.-  $K_c = 9 \times (0.1) = 0.9$
- Experto 12.-  $K_c = 10 \times (0.1) = 1$
- Experto 13.-  $K_c = 9 \times (0.1) = 0.9$

El coeficiente de competencia se interpreta de la siguiente manera para elegir a los expertos a la segunda ronda:

- Si  $0.8 < K < 1.0$ , se considera como competencia alta.
- Si  $0.5 < K < 0.8$ , se considera de competencia media.
- Si  $K < 0.5$ , se considera de competencia baja.

El promedio general fue de 9, tanto de criterios, como del total de expertos. Por lo tanto, la confiabilidad que aplica Alfa de Cronbach es de 0.9.

Según la metodología Delphi, de acuerdo con el nivel de confiabilidad, se procede al siguiente asunto, para ahora medir el nivel de conocimiento.

- Paso 2. Consiste en la definición de la comunidad de expertos. Para ello se eligió el cuestionario de autovaloración, para revisar el horizonte de comprensión de los jueces con relación al tema de investigación.
  - Se usó la herramienta del Google forms.
  - Como técnica se usa la escala de Likert, con un nivel de confianza de 0.8.

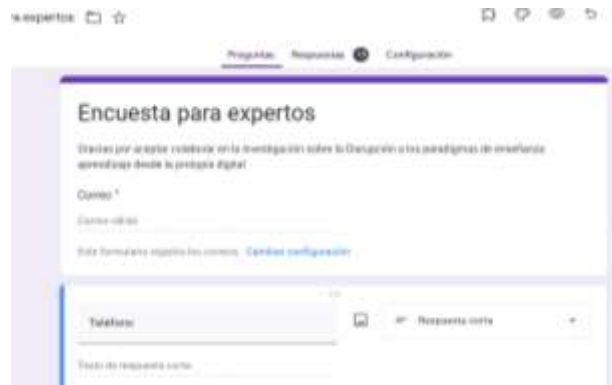


Figura 1.- Herramienta para encuesta de la selección de expertos.

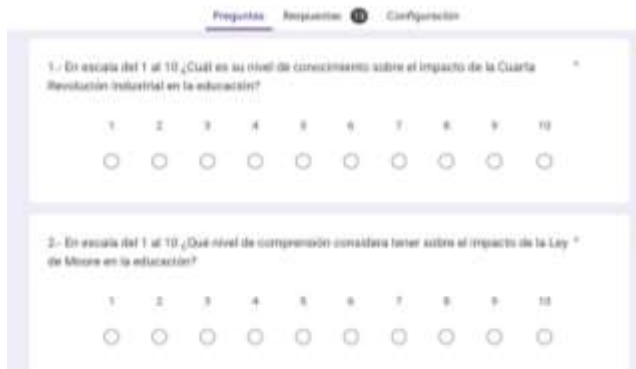


Figura 2.- Herramienta para encuesta de selección de expertos.

Experto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Promedio
1	9	9	8	8	8	7	7	7	7	7	6	7	7.5
2	9	8	8	9	9	8	9	9	8	8	9	9	8.58
3	8	8	9	9	9	8	8	8	8	9	8	9	8.41
4	9	9	8	8	8	7	8	8	8	9	8	9	8.25
5	6	3	5	7	5	5	6	6	4	5	3	5	5
6	9	1	1	1	9	1	1	8	8	9	8	9	9.16
7	9	9	8	9	8	8	1	8	9	8	8	9	8.58
8	9	9	9	1	8	1	8	7	9	8	8	7	8.5
9	8	8	9	9	9	8	8	7	7	9	9	1	8.41
10	9	9	9	9	8	1	9	7	8	8	8	9	8.58
11	9	9	8	8	9	7	9	8	8	9	7	1	8.41
12	1	1	1	1	8	1	8	7	9	8	9	8	8.9

Tabla 1.- Autovaloración de expertos.

En la segunda ronda, respondieron 12 expertos:

- Experto 1.-  $Kc = 7.5 \times (0.1) = 0.75$
- Experto 2.-  $Kc = 8.5 \times (0.1) = 0.85$
- Experto 3.-  $Kc = 8.4 \times (0.1) = 0.84$
- Experto 4.-  $Kc = 8.2 \times (0.1) = 0.82$
- Experto 5.-  $Kc = 5 \times (0.1) = 0.5$
- Experto 6.-  $Kc = 9.1 \times (0.1) = 0.9$
- Experto 7.-  $Kc = 8.5 \times (0.1) = 0.8$
- Experto 8.-  $Kc = 8.5 \times (0.1) = 0.8$
- Experto 9.-  $Kc = 8.4 \times (0.1) = 0.84$
- Experto 10.-  $Kc = 8.5 \times (0.1) = 0.8$
- Experto 11.-  $Kc = 8.4 \times (0.1) = 0.8$
- Experto 12.-  $Kc = 8.9 \times (0.1) = 0.89$

Al obtener el coeficiente de competencia, de la segunda ronda:

- Si  $0.8 < K < 1.0$ , se considera como competencia alta.
- Si  $0.5 < K < 0.8$ , se considera de competencia media.
- Si  $K < 0.5$ , se considera de competencia baja.

El promedio general de la fase de autovaloración fue alto de 8.1. por lo que solo se descarta al candidato que obtuvo 5 de promedio, es decir 0.5 de competencia. Por lo tanto, se procede a la segunda encuesta, relacionada con el objetivo de la investigación y la literatura analizada.

Para la ronda 2, se usa en escala de Likert, bajo los siguientes criterios:

1. Muy de acuerdo.
2. De acuerdo.
3. Tal Vez.
4. En desacuerdo.
5. Muy en desacuerdo.

El orden de las opciones en el cuestionario no es relevante y en algunas preguntas tenían otra disposición.



Figura 3.- Segunda ronda.

Experto	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
1	1	1	2	1	2	2	1	1	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
3	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1
4	1	1	2	1	2	2	1	3	1	1
5	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1
6	2	3	2	3	3	3	3	3	2	2
7	2	1	2	3	2	2	3	1	1	2
8	2	2	3	2	3	3	4	1	3	2
9	3	3	2	3	3	3	2	1	3	2
10	2	2	1	2	2	2	4	1	2	4
11	2	2	1	1	2	1	1	3	1	2

Tabla 2.- Segunda ronda.

Según la tabla de frecuencias:

Frecuencia	1	2	3	4	5
1	4	5	0	1	0
2	0	9	0	1	0
3	8	1	0	1	0
4	6	3	1	0	0
5	6	3	0	1	0
6	0	4	6	0	0
7	2	5	2	1	0
8	0	4	4	2	0
9	0	2	6	1	1
10	1	6	0	2	1
11	5	4	1	0	0

Tabla 3.- Tabla de frecuencias

Criterio	Frecuencia absoluta
1	32
2	46
3	20
4	10
5	2

Tabla 4.- Frecuencia absoluta

Para la siguiente ronda, se pudo aplicar con relación a las tendencias que han marcado los análisis de las fuentes en el sustento teórico.

Exper to	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	C 8	C 9	C1 0
1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1
2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
3	2	2	2	2	3	2	2	3	3	3
4	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3
5	2	2	3	3	2	4	3	2	2	3
6	3	2	3	3	2	2	1	2	2	3
7	2	1	1	2	2	2	1	2	1	2
8	2	3	1	2	1	2	1	2	1	2
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	2	2	3	2	3	3	3	3	3

Tabla 5.- Tercera ronda

Criterio	Frecuencia absoluta
1	38
2	45
3	26
4	1
5	0

Tabla 6.- Frecuencia absoluta de la tercera ronda

## DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### • Análisis de resultados

Los resultados encontrados en este estudio, en cuanto a la etapa de la disrupción a los paradigmas educativos, según el análisis de la literatura elegida y las respuestas de los expertos:

Las tecnologías exponenciales como la Realidad Virtual, la Inteligencia artificial, la Computación en la nube, entre otras, están cambiando la forma en que se enseña y se aprende.

Los resultados coinciden en que, el pensar de forma lineal, hace que las instituciones y las personas se vean sorprendidas por factores que tienden al crecimiento exponencial, y por lo tanto el sistema educativo no es la excepción en este sentido.

Se observó que no se planifica el futuro de acuerdo con el ritmo acelerado, por lo tanto, no se puede facilitar la transición de un paradigma al siguiente, y prepararse mejor para el futuro, el cual es ampliamente malinterpretado, por no comprender el proceso de la reacción en cadena que causa la tecnología.

No se comprendía ese proceso de crecimiento e impacto de las tecnologías, hasta que Peter H. Diamandis propuso las 6 D de las tecnologías, como un impacto de la ley de Moore (26):

1. Digitalización
2. Decepción
3. Disrupción
4. Desmonetización
5. Desmaterialización
6. Democratización

Según este proceso protópico de la tecnología, de acuerdo a la revisión de la literatura, y en relación a lo que han respondido los expertos, los paradigmas de enseñanza aprendizaje ya se encuentran en la etapa de la desmonetización, porque estos hallazgos que se analizan sobre la creación de ambientes de aprendizaje autoorganizados, las escuelas han adaptado a sus procesos de enseñanza aprendizaje por medio de las tecnologías exponenciales como el móvil conectado, la Inteligencia Artificial, el Internet de las Cosas, la Nube, la Robótica avanzada, y la Manufactura en 3D, lo que ha permitido que los estudiantes alcancen un nivel de desarrollo cognitivo en poco tiempo.

Los alumnos de nivel básico, medio superior y superior, usan alrededor de 20 aplicaciones por día, y plataformas con las que transforman el proceso de adquisición del conocimiento como el Youtube, Wikipedia, Google, Classroom, y plataformas especiales diseñadas a la medida por empresas de tecnología educativa. Por ejemplo, Khan Academy que empezó a subir sus enseñanzas en Youtube, para el verano del 2011 tenía más de dos millones de visitas al mes. Ahora tiene más de 2.200 videos educativos, y así se puede hablar de más opciones educativas, de plataformas

como Coursera, Domestika, Udemy, entre otras, que a diario los estudiantes y docentes utilizan.

Se encontró, la creación de escuelas, donde cada discípulo con una portátil, tableta e internet que contienen juegos educativos, libros y otros materiales; tienden a desarrollar la creatividad y al aprendizaje autónomo.

Los estudiantes se han convertido en usuarios avanzados de tecnologías.

Se identificó que existen empresas que ofrecen soluciones de tecnología para nuevos modelos de aprendizaje híbrido como lo son: Knewton, Reasoning Mind y Dreambox, las cuales han dotado a muchos colegios en distintos países, con las cuales se pueden aprovechar para mejorar el contenido (8).

La forma en que está actuando la Realidad Virtual, permite predecir el paquete de útiles escolares, en el cual se prevé que, se incluirán cascos y lentes, con los cuales se podrá vivir la experiencia de viajar virtualmente al lugar de un personaje animado para tener experiencias de aprendizaje. Tendrán funciones como la selección de un ícono de un filósofo, y visitarlo, e interactuar, y estar interconectados con otras tecnologías como la Inteligencia Artificial instalada en Robots y otros dispositivos que realizarán grandes disrupciones a la educación, porque participan en un aprendizaje profundo sin precedentes.

#### • **Discusión**

El sistema educativo tiene alrededor de 200 años que no se ha reformado en sus cimientos pedagógicamente hablando. Para decepción de muchos que se precian de que la escuela es transformadora, los 200 años indican que es más conservadora de lo que se ha pensado. Como es una institución creada en otro tiempo, para cubrir necesidades diferentes, y en lo que va del siglo XXI, la tecnología está aplicada a cambiar el mundo y generar abundancia (26), además de incidir en resolver verdaderos retos globales. Por ejemplo, según la Unesco, el sistema educativo tiene dos grandes problemas en este momento, la calidad y la cantidad, ya que, para el 2030 se necesitarán 69 millones de profesores, y como resultado, hoy en día 263 millones de niños carecen de acceso a la educación básica (17). Líderes de la Unesco y de la ONU, argumentan que, o se hace algo, o se perderá una generación importante. El desafío planteado por la Unesco y la ONU, coinciden en la filosofía de Singularity University en orientar las innovaciones hacia un propósito masivo y, por lo tanto, el camino es la disrupción. Si los experimentos de Nicholas Negroponte, Sugatra Mitra, y el Global Learning Xprize, demostraron que las tecnologías convergentes ofrecen soluciones para estos problemas, se han sumergido en nuevos paradigmas de enseñanza aprendizaje, los cuales siguen creciendo.

En las últimas dos décadas de este siglo, para argumentar la variabilidad radical que se está viviendo, se ha planteado la ley de rendimientos acelerados por Ray Kurzweil. Ray, argumenta en diferentes eras de cambios que se han tenido desde el inicio de los tiempos, donde propone una sexta era,

en la cual el humano está fusionado con la tecnología. Estos análisis coinciden en que se tendrá una disrupción basada en la fundición de los sistemas físicos, biológicos y digitales. Es evidente que la predicción basada en la Protopía apunta a un cambio en los paradigmas de aprendizaje, por ejemplo, con el hecho de contar con chips que mejorarán la memoria, y en general el aprendizaje que de forma natural o biológica han tenido los humanos, ¿Tendrá sentido conservar la figura del profesor como hoy se conoce? Desde luego que las transformaciones que se llevan a cabo mediante esta Protopía demuestran que es difícil entender el impacto tecnológico, pero de momento se sigue comprendiendo. Aún con estos avances en el entendimiento de la tecnología, John Gray arguye que la humanidad nunca controlará la tecnología por los siguientes motivos:

- La tecnología no es algo que se pueda controlar, ya que no es un factor humano, y las reacciones y transformaciones que se dan en torno al proceso tecnológico no se logra comprender plenamente.
- Puede que los coches se inventaran para facilitar los viajes, pero pronto se convirtieron en objetos representativos de deseos prohibidos.
- La tecnología es tan antigua como la vida en la tierra.
- Los humanos son parte de esa intrincada red que procede de la conquista bacteriana original de la tierra.

Los argumentos de Gray coinciden en sus fundamentos con Ray Kurzweil sobre la propuesta de la singularidad. Más que los intentos por controlar la tecnología, el ser humano está en proceso de comprensión de su impacto en la vida y sus alcances, por consiguiente, el análisis predictivo sobre lo que sucederá en la educación es más acertado hoy en día. Se puede decir que, en el siglo XXI con las propuestas de la Ley de Moore, de Peter H. Diamandis, de varios científicos e instituciones como Singularity University, dan la pauta para comprender, el cómo controlar la tecnología en su impacto Protópico. Por ejemplo, lo que ha sucedido en relación con empresas que se han visto disrumpidas por la Protopía; algunas de ellas no entendieron el cómo la tasa general de progreso se duplica, y si lo lograban intuir, su impacto predictivo podría haber sido acertado. El mejor ejemplo para entender en qué etapa cercana a la disrupción se encuentra algún sector, es analizar las 6D de la tecnología. Si no se comprende el proceso Protópico por el que transita la tecnología, no se puede predecir su impacto; por ejemplo, en 1990 se predijo que una computadora vencería a un ajedrecista profesional para un pronóstico alrededor de 1998, lo que aconteció en 1997 cuando Garry Kasparov perdió ante Deep Blue de IBM (4). No se comprendía el impacto de las 6 fases protópicas de la tecnología.

En el año 2016, una computadora ha dominado el juego aún más complejo G, un logro que algunos expertos, basados en el pensamiento lineal no esperaban hasta dentro de una década.



## CONCLUSIONES

Los análisis del Científico de la Computación John Von Neumann sobre que el avance tecnológico daba el sentimiento de que estaba acercando a la humanidad a una singularidad esencial sin precedentes (4) y, que por lo tanto los asuntos humanos no volverían a ser los mismos. Aunque lo analizó en los años 50 del siglo pasado, hoy podemos decir que su observación tiene un impacto expresado en la Cuarta revolución industrial, porque la fusión de los sistemas físicos, biológicos y digitales han reconfigurado a la sociedad, transformando así la forma en que se vive, se trabaja, se enseña y se aprende, y nos relacionamos los unos con los otros.

La singularidad y la convergencia tecnológica, de manera vertiginosa en los últimos 10 años, ha causado la disrupción en varios procesos de enseñanza aprendizaje tradicionalistas, mostrando varias alternativas con tecnologías emergentes.

El sistema educativo está siendo disrumpido tras la continuación de la Ley de Moore, expresada en las 6D de la tecnología.

Los desarrollos en la Cuarta Revolución Industrial influirán de manera disruptiva al sistema escolarizado.

De acuerdo con la última D, de las Tecnologías Exponenciales, hoy es más fácil aprender cualquier tema, en cualquier lugar, y en cualquier momento.

Se cuentan con mejores herramientas para replicar los experimentos de Sugatra Mitra y Nicolás Negroponte, y así incidir en mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje.

Es de suma importancia que se estudie cada una de las Tecnologías Exponenciales y su impacto en la educación; por lo que se abren más líneas de investigación para conocer su impacto a los paradigmas educativos de las siguientes Tecnologías Exponenciales:

- Impresión 3D
- Robótica
- Blockchain
- Realidad Virtual
- Drones
- Inteligencia Artificial
- Nanotecnología
- Biotecnología

Este artículo, genera la inquietud para otra línea de investigación para conocer en qué fase Protópica de las 6D de la tecnología se encuentra el Sistema Educativo.

## AGRADECIMIENTOS

En este trabajo, agradezco a la Universidad Centro Panamericano de Estudios Superiores, por permitirme ser parte de este proceso.

Agradezco también al Dr. Arturo González Torres, y a mi colega, el Doctor Adalid Medina Reyes, del hermano país de Honduras, por todo su apoyo durante el desarrollo de este tema.

## BIBLIOGRAFÍA

1. FILOSOFÍA HOY. ¿DÓNDE ESTÁN LAS MEJORES IDEAS HASTA QUE APARECEN EN LA CABEZA DE ALGUIE?, ¿SON IDEAS NUEVAS O IDEAS VIEJAS CON ALGÚN MAQUILLAJE? FILOSOFÍA HOY. 2012;(16).
2. Gray J. PERROS DE PAJA, reflexiones sobre los HUMANOS y otros ANIMALES Barcelona: PAIDÓS; 2008.
3. Kelly K. Lo INEVITABLE, Entender las 12 fuerzas tecnológicas que configuran nuestro futuro New York: TEELL; 2016.
4. Kurzweil R. La singularidad está cerca, Cuando los humanos transcendamos la biología Berlin: Lola books; 2012.
5. KOTLER PHDyS. EL FUTURO VA MÁS RÁPIDO DE LO QUE CREES, Cómo la convergencia tecnológica está transformando las empresas, la economía y nuestras vidas Barcelona: Grupo Planeta; 2021.
6. Hägstrom O. Aquí hay Dragones España: Teell; 2016.
7. McShane S. Singularity Hub. [Online]; 2015. Acceso 12 de Septiembre de 2022. Disponible en: <https://singularityhub.com/2015/11/13/3-ways-exponential-technologies-are-impacting-the-future-of-learning/>.
8. Susskind R SyD. El futuro de las profesiones, cómo la tecnología transformará el trabajo de los expertos humanos Oxford: TEELL; 2016.
9. Bidshahri R. Singularity Hub. [Online]; 2018. Disponible en: <https://singularityhub.com/2018/09/20/reimagining-education-in-the-exponential-age/>.
10. Diamandis DPH. Singularity Hub. [Online]; 2019. Acceso 13 de Septiembre de 2022. Disponible en: <https://singularityhub.com/2019/03/01/how-tech-will-let-you-learn-anything-anytime-at-any-age/>.
11. Berman AE. Singularity Hub. [Online]; 2015. Acceso 1 de Octubre de 2022. Disponible en: <https://singularityhub.com/2015/09/02/put-down-the-textbook-how-vr-is-reimagining-classroom-education/>.
12. Diamandis DPH. La educación superior tradicional está perdiendo relevancia. Esto es lo que lo reemplaza. [Online]; 2019. Acceso 4 de Agosto de 2022. Disponible en: <https://singularityhub.com/2019/03/22/traditional-higher-education-is-losing-relevance-heres-whats-replacing-it/>.
13. Bidshahri R. Estas 5 grandes tendencias tecnológicas están cambiando la forma en que aprendemos. [Online]; 2017. Acceso 2 de Septiembre de 2022.

Disponible en:  
<https://singularityhub.com/2017/05/02/these-5-big-tech-trends-are-changing-the-way-we-learn/>.

14. Diamandis PH. Cómo la tecnología te permitirá aprender cualquier cosa, en cualquier momento y a cualquier edad. [Online]; 2019. Acceso 4 de Juliod 2022. Disponible en:  
<https://singularityhub.com/2019/03/01/how-tech-will-let-you-learn-anything-anytime-at-any-age/>.
15. Ganz J. Cómo la realidad virtual puede desatar la mayor ola de creatividad en la historia de la humanidad. [Online]; 2015. Acceso 5 de Juliod 2022. Disponible en:  
<https://singularityhub.com/2015/08/06/how-virtual-reality-can-unleash-the-greatest-wave-of-creativity-in-human-history/>.
16. Martha C. Domínguez FGV. La sexta revolución tecnológica: El camino hacia la singularidad en el siglo XXI. EL HOMBRE Y LA MÁQUINA. 2009;; p. 1-15.
17. Kotler PDyS. Abundancia, el futuro es mejor de lo que piensas Barcelona: ANTONI BOSCH EDR; 2016.
18. J. D. Anacona EEMyCAG. Aplicación de los metaversos y la realidad virtual en la enseñanza. Entre Ciencia e Ingeniería. 2019.
19. Iván Giovanni Quesada Bonilla DAGA. Oculus rift, una herramienta virtual para desarrollar habilidades creativas. Publicaciones e investigación. 2020;; p. 1-10.
20. Franco A. Singularity Hub. [Online]; 2018. Acceso 07 de Noviembre de 2022. Disponible en:  
<https://singularityhub.com/2018/11/01/how-virtual-reality-can-transform-who-you-are/>.
21. mejor S. Mirror. [Online]; 2018. Acceso 07 de Noviembre de 2022. Disponible en:  
<https://www.mirror.co.uk/tech/virtual-reality-used-treat-domestic-12090653>.
22. Franco a. Singularity Hub. [Online]; 2022. Acceso 15 de Octubre de 2022. Disponible en:  
<https://singularityhub.com/2022/10/04/nvidia-is-making-a-digital-twin-of-earths-climate-heres-an-inside-look/>.
23. The European Space Agency. Eesa. [Online]; 2021. Acceso 5 de Noviembre de 2022. Disponible en:  
<https://singularityhub.com/2022/10/04/nvidia-is-making-a-digital-twin-of-earths-climate-heres-an-inside-look/>.
24. Villarrubia González GPSJFdLBVFLBAMRJRhdIIDJBDMMGLLMÁC. Sistema inmersivo para la tutorización virtual con Oculus Go. Técnico. Salamanca: Universidad de Salamanca.ID-080.

25. Lao León YO, Pérez Pravia MC, Marrero Delgado F. Procedimiento para la selección de la Comunidad de Expertos con técnicas multicriterio. Ciencias Holguin. 2016;; p. 1 - 16.
26. Francisco Palao MLYSI. Transformación Exponencial: Bubok Publishing SL; 2019.
27. Schwab K. La cuarta revolución industrial México: DEBATE; 2019.

ROL DE CONTRIBUCIÓN	DEFINICIÓN
Conceptualización	Javier Ríos Gómez
Metodología	Javier Ríos Gómez
Administración del proyecto	Javier Ríos Gómez
Supervisión	Arturo González Torres
Redacción	Javier Ríos Gómez
Redacción	Arturo González Torres
Validación	Javier Ríos Gómez
Visualización	Javier Ríos Gómez
Curación de datos	Arturo González Torres