

# LA SUSTENTABILIDAD EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL PARA LA FORMACIÓN DE INGENIEROS

## SUSTAINABILITY IN DIGITAL TRANSFORMATION FOR THE TRAINING OF ENGINEERS

E. G. Toriz García<sup>1</sup>  
A. D. García García<sup>2</sup>  
M. Aparicio Ponce<sup>3</sup>  
A. Loma Bolaños<sup>4</sup>

### RESUMEN

La transformación digital es una nueva realidad que trasciende al mundo físico y virtual. El resultado es un contexto que venía cambiando a gran velocidad y que la crisis del COVID-19 precipitó, logrando, como en una película de ciencia ficción, el movimiento acelerado en el tiempo. Así, las demandas y necesidades que se esperaban en los próximos cinco o diez años han ocurrido en unos meses.

La pandemia ha obligado a transformar no solo el funcionamiento de las instituciones educativas sino también la forma que se enseña se aprende y se coordina la creación de conocimiento. El mundo está conectado digitalmente y ese vínculo se ha robustecido debido al confinamiento por el estado de contingencia actual, que conduce a un aumento considerable en el número de usuarios de dispositivos electrónicos, creando una era de 'infobesidad', que hace consumir cada vez más energía, lo cual no contribuye a la sustentabilidad.

Para fortalecer las competencias de Compromiso con la sustentabilidad y fructificar el potencial de los estudiantes de ingeniería, en el Tecnológico de Monterrey se promueve el uso de nuevas tecnologías para la construcción de propuestas innovadoras de solución a esta problemática, mediante la puesta en marcha de dichas propuestas. Los resultados demuestran el desarrollo de competencias disciplinares y transversales con la metodología propuesta en esta investigación.

### ABSTRACT

Digital transformation is already a new reality, which transcends the physical and virtual world. The result is a context that had already been changing rapidly, but that the COVID-19 crisis precipitated, achieving, as in a science fiction film, the accelerated movement in time. Thus, the demands and needs that were expected in the next five or ten years have occurred in a few months.

The pandemic has forced to transform not only the functioning of educational institutions but also the way we teach, learn, and coordinate the creation of knowledge. The world is digitally connected, and that link has been strengthened due to confinement by the current state of contingency, which leads to a considerable increase in the number of users of electronic devices, creating an era of 'infobesity', which makes people consume more and more energy, which does not contribute to sustainability.

To strengthen the competencies of Commitment to sustainability and bring to fruition the potential of engineering students, Tecnológico de Monterrey promotes the use of new technologies for the construction of innovative proposals to solve this problem, through the implementation of said proposals. The results demonstrate the development of disciplinary and transversal competences with the methodology proposed in this research.

<sup>1</sup> Profesor Investigador de la Escuela de Ingeniería y Ciencias, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México. [etoriz@tec.mx](mailto:etoriz@tec.mx)

<sup>2</sup> Profesor Investigador de la Escuela de Ingeniería y Ciencias, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México. [garcia.andres@tec.mx](mailto:garcia.andres@tec.mx)

<sup>3</sup> Presidente. Sociedad Interactiva de Capacitación y Educación para el Desarrollo Sustentable. [marceaparcio4@gmail.com](mailto:marceaparcio4@gmail.com)

<sup>4</sup> Profesor de asignatura del Instituto Tecnológico de La Región Mixe. [alobo81@hotmail.com](mailto:alobo81@hotmail.com)

## ANTECEDENTES

Según las estimaciones de la UNESCO, más de mil quinientos millones de estudiantes de 165 países no pueden asistir a los centros de enseñanza debido al COVID-19. La pandemia ha obligado a la comunidad académica internacional a explorar nuevas formas de enseñar y aprender, incluida la educación a distancia y en línea. Esta situación ha resultado difícil tanto para los estudiantes como para los docentes, que tienen que enfrentarse a los problemas emocionales, físicos y económicos provocados por la enfermedad al tiempo que cumplen la parte que les corresponde para contribuir a frenar la propagación del virus. El futuro es incierto para todos, y en particular para los millones de estudiantes que tenían que graduarse este año, los cuales se van a enfrentar a un mundo con la economía paralizada por la pandemia.

Con el propósito de superar esta crisis, las Instituciones de Educación Superior (IES) deben actuar con rapidez, pensar de forma innovadora, y trabajar de forma colaborativa para mitigar el impacto de este reto. Esto requiere un compromiso para cambiar nuestras estructuras mentales acerca de cómo planificar e implementar la educación, y usar soluciones novedosas para que su impacto sea mayor. Las IES pueden usar esta crisis como una oportunidad para el impacto académico, mediante la colaboración como una familia en estos tiempos de adversidad.

El COVID-19 también ha evidenciado que la naturaleza está interconectada con los desafíos que enfrentamos como humanidad y ha demostrado que la tecnología es crucial para encararlos, para lo cual se recomienda la cooperación digital, así como, cambios tecnológicos en la carrera hacia el desarrollo sostenible. El internet es un bien público mundial poderoso y esencial que requiere el mayor nivel posible de cooperación internacional; sin embargo, están faltando esos pilares fundamentales de cooperación, por lo que lograrla significa un reto enorme.

La tecnología digital es vital para casi todos los aspectos de la respuesta a la pandemia, desde las investigaciones para desarrollar una vacuna hasta los modelos de aprendizaje en línea, el comercio electrónico y las herramientas que permiten a cientos de millones de personas estudiar desde la casa, lo cual ha conducido a un aumento considerable en el número de usuarios de dispositivos electrónicos, creando una era de 'infobesidad', que hace consumir cada vez más energía y nos aleja de la sustentabilidad.

Un estudio realizado en Hamilton's McMaster University asegura que en los últimos 50 años el consumo de energía de los dispositivos eléctricos ha crecido 600%, incluidos servidores, computadoras y dispositivos móviles inteligentes. El correo electrónico es la mayor fuente de consumo. Sin embargo, ha sido superado actualmente por el uso de las diversas plataformas para impartir educación y capacitación.

Para poder intercambiar información en Internet se usan data center, que son enormes hangares donde se ubican miles de computadoras que están conectadas las 24 horas. Ocupan un espacio equivalente a 10 campos de fútbol y consumen tanta energía como una ciudad de 250 mil personas. Durante esta contingencia se han construido más en el mundo para tener mayor conectividad. Lo cual representa una gran fuente de contaminación si no se implementan de manera sustentable.

Realizar una búsqueda en Google como normalmente se hace, emite de 5 a 7 gramos de bióxido de carbono equivalente; enviar un simple correo electrónico emite 10 gramos y con un archivo adjunto de 1 MB, 19 gramos de CO<sub>2</sub>; entre los materiales con extracción contaminante y la obsolescencia programada, la fabricación de los dispositivos digitales tiene un costo ambiental muy elevado; para fabricar un ordenador se requieren materiales equivalentes a aproximadamente 16 veces su peso y 60 millones de toneladas de cámaras digitales se tiran cada año con sólo un 5% de reciclado. Estos datos indican que hay un problema.

La “contaminación latente” se debe en gran parte al almacenamiento de correos electrónicos, es una de las principales formas de contaminación digital. Sin embargo, la conexión digital se ha robustecido en los últimos meses debido al confinamiento por la pandemia de COVID-19, lo que ha aumentado en un 70 por ciento los usuarios de teléfonos móviles, 47 por ciento de laptops, 33 por ciento de PC o computadoras de escritorio y 32 por ciento de Smart TV. Actualmente, a excepción de la región de África Central, el mundo tiene más celulares que seres humanos, alrededor de dos por cada habitante. Este incremento implica mayor contaminación, la que generan los usuarios de redes físicas (50 por ciento), la de los denominados data center y las redes, cada una con 25 por ciento.

Más del 90 por ciento de las conexiones a Internet pasan a través de cables, que no sólo van por tierra, miles de kilómetros están bajo el mar y que requieren mantenimiento. Cada vez que se envía un correo electrónico, éste encuentra un data center que despacha la información y la entrega al destinatario, gastando la energía equivalente a 25 minutos de un foco de 60 watts. Cada ciudadano envía en promedio 30 correos electrónicos al día y recibe hasta 50, lo que equivale, de realizarlo durante un año, al consumo de energía de un auto al recorrer mil kilómetros.

En esta vorágine informativa, lo que más genera tráfico son los videos en vivo, que ocupan 80 por ciento de toda la energía que se usa para la conectividad.

Por gusto o por necesidad la humanidad se ha hecho adicta a Internet, conduciendo a una intoxicación digital muy alejada de la sustentabilidad. El impacto negativo de las tecnologías digitales en el medio ambiente todavía es poco conocido por los ciudadanos. Cuando se interactúa en una red social o se compra un espacio de almacenamiento en la nube, no se reflexiona lo que realmente le cuesta al planeta, por lo que se requiere accionar la sustentabilidad digital.

Para fortalecer las competencias de compromiso con la sustentabilidad y fructificar el potencial de los estudiantes de ingeniería, en el Tecnológico de Monterrey se promueve el uso de nuevas tecnologías para la construcción de propuestas innovadoras de solución a esta problemática, mediante la puesta en marcha de dichas propuestas. Por lo que, en este trabajo de investigación se muestran los resultados de aplicar medidas con el propósito de “Formar en cada ingeniero de la institución una persona con consciencia en el cuidado y manejo sustentable de las plataformas digitales y de los dispositivos electrónicos, capaz de proponer soluciones ante los desafíos que nos presenta la nueva realidad en el proceso de desarrollo de competencias disciplinares y transversales para abatir la contaminación digital”.

Surgiendo las siguientes preguntas de investigación: ¿Cómo contamina el internet al medio ambiente?; ¿Qué es y cómo afecta la contaminación digital?; ¿Los usuarios están conscientes de este tipo de contaminación?; ¿Es la desinformación el origen de este tipo de contaminación?; ¿es posible desarrollar competencias disciplinares y transversales al complementar con el uso de las tecnologías de la llamada cuarta revolución industrial el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería?; ¿es posible inducir sus acciones a favor del desarrollo sostenible?; ¿Es posible generar un cambio de actitud hacia los hábitos de uso del internet y los dispositivos electrónicos?; ¿Es posible conectar a los estudiantes en la búsqueda de obtener una visión más completa del manejo adecuado del internet y de los dispositivos electrónicos?

## METODOLOGÍA

Desde hace tiempo Solís *et al.* (2014) afirmaban que, la transformación digital se estaba convirtiendo rápidamente en una prioridad para muchas organizaciones. El estudio de Brown (2015) muestra una preocupación entre los directivos por entender y aprovechar las oportunidades del nuevo entorno digital. De acuerdo con Almaraz *et al.* (2017), el 65% de ejecutivos encuestados afirma que, la incorporación de las tecnologías Big Data está entre sus prioridades. Por su parte, Wang (2014) indica que una de las características de este proceso de cambio es que se está acelerando.

Fenwick y Gill (2014) sostienen que ningún sector es inmune al cambio producido por la digitalización y que en muchos casos éste puede ser disruptivo, es decir, puede cambiar radicalmente el paisaje del sector o incluso hacerlo desaparecer. Para Mehaffy (2012), la Educación Superior está entre los sectores afectados.

Westerman (2014) define la **transformación digital** de una organización, como el **uso de las tecnologías digitales para mejorar radicalmente su rendimiento y alcance**. De la Peña y Cabezas (2015, p.52), la consideran un proceso necesario de profundo cambio tecnológico y cultural que toda organización debe poner en marcha para estar a la altura de sus clientes digitales. Una **definición** muy general de **Transformación Digital de las Instituciones de Educación Superior** es el **proceso de cambio tecnológico y organizativo inducido en estas instituciones por el desarrollo de las tecnologías digitales**.

Boyden (2016) afirma que, la verdadera transformación digital, se consigue cuando toda la organización asume la importancia de una cultura digital y la hace suya a todos los niveles. Por su parte, Almaraz *et al.* (2017) indican que, no es un problema de tecnología sino de personas y estructuras organizativas adoptando un nuevo modelo de gestión.

De acuerdo con cifras de la compañía analítica Cumulus Media, publicadas en Visual Capitalist 2018, cada 60 segundos de aquel año se enviaron alrededor de 38 millones de mensajes de WhatsApp, se reprodujeron 266 mil horas de Netflix, 4.3 millones de videos de YouTube y se realizaron cerca de 3.7 millones de búsquedas en Google. La Organización Meteorológica Mundial reveló que en el 2018 esta actividad generó gran cantidad de gases de efecto invernadero perjudiciales para la salud, siendo el CO2 el principal.

Aunque la transformación digital se venía abordando con anterioridad en un contexto que ya estaba cambiando a gran velocidad, el estado de contingencia que se vive actualmente la precipitó, logrando como en una película de ciencia ficción, el movimiento acelerado en el tiempo y mostrándola como una nueva realidad. Así, las demandas y necesidades que se esperaban en los próximos cinco o diez años, han ocurrido en unos meses. La pandemia mundial por covid-19 ha obligado a las personas a cambiar sus hábitos, entre ellos están la forma en que se trabaja y se estudia, ya que ahora todo ello se realiza desde casa lo que ha llevado a que se consuma en mayor cantidad internet y electricidad.

Para realizar una búsqueda o revisar redes sociales, es necesario contar con un proveedor de internet, el cual realiza la conexión a través de antenas, dispositivos inalámbricos o fibra óptica para que así llegue a los dispositivos electrónicos. La información que se busca es transportada desde el centro de datos donde es almacenada y se pueden encontrar en a nivel local, regional o nacional, esto permite que se tenga acceso a cualquier información en el mundo en segundos. Aunque parece que las actividades virtuales no afectan al ambiente, la realidad es que sí provocan un daño, pues implican un gasto de energía que se traduce en emisiones de dióxido de carbono. Mientras se está leyendo este párrafo, se está realizando un consumo energético de los servidores de internet. El 7 por ciento del consumo eléctrico global se debe solamente al tráfico de red.

El daño por la actividad individual es minúsculo, sin embargo, la situación es grave por los millones las personas que hacen uso de dispositivos digitales. En este año, más de 30 mil millones de dispositivos estarán conectados a internet, tendiendo a aumentar por la pandemia. El Quinto Reporte de investigación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC, indica que más del 4 por ciento de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero se generan por las tecnologías de información y comunicación. Es lo que se denomina contaminación digital y se debe a que la red hace uso de una infraestructura física que conlleva cables, antenas, bases de datos y equipos de soporte técnico que requiere electricidad para funcionar; electricidad que contamina.

Es necesario estar consciente de que, al realizar una búsqueda, ingresar a una página o usar una red social, no hay conexión a un solo servidor, sino a varios muy grandes que se activan al mismo tiempo con otros usuarios generando conexiones en automático que se calientan. Por ejemplo, los enormes centros de datos distribuidos por el mundo tienen un sistema de refrigeración con agua o con aire acondicionado, lo cual genera una gran cantidad de dióxido de carbono. y pueden quemarse, por lo que las instalaciones deben estar refrigeradas.

A nivel mundial los países que más contaminan por uso de internet son Estados Unidos, Japón, Alemania, Francia y Reino Unido; México cuenta con 80 millones de usuarios de internet y 86 millones de usuarios de telefonía celular de acuerdo con el Instituto Federal de Telecomunicaciones. Si Internet fuera un país, sería el séptimo contaminador más grande del mundo y se espera que crezca considerablemente para 2030.

De acuerdo con lo que publica en 2015, On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) podrían usar hasta el 51 por ciento de la electricidad global en 2030, de no aplicar una

mejora suficiente en la eficiencia eléctrica de las redes de acceso inalámbrico y las redes de acceso fijo/centros de datos.

La investigación sugiere, que el uso de electricidad por TIC podría contribuir hasta el 23 por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero emitidas a nivel mundial para el año 2030.

Es una realidad que la tecnología es omnipresente en la resolución de los problemas contemporáneos y representa la forma más eficiente de escalar una solución, debido a que permite alcanzar a millones de personas de manera simultánea, sin embargo, se reconoce que la tecnología digital emite más contaminación que el transporte aéreo, por lo que nos enfrentamos a un tema de responsabilidad al ser cuestionable aplicar soluciones tecnológicas por la contaminación que se emite. Por ello, en el Tecnológico de Monterrey se tiene la filosofía de que la transformación digital debe ir de la mano con la sustentabilidad y vinculada con los Objetivos del Desarrollo Sustentable de la ONU.

Con el propósito de hacer uso responsable, óptimo y sustentable de la tecnología, surge el término de sustentabilidad digital como una disciplina para estudiar y evaluar el impacto ambiental en los ecosistemas que vinculan a los seres humanos con la tecnología digital para mitigar los efectos negativos que conlleva su uso.

En el contexto del Tecnológico de Monterrey concorde a que *"se está viviendo un cambio en el planeta que avanza a un ritmo exponencial, en lo que muchos han llamado la Revolución 4.0"* y por motivo de la pandemia, se implementó el Modelo Flexible Digital con la misión es mantener el modelo educativo de vanguardia, mediante la incorporación de tecnologías educativas emergentes para diseñar experiencias de aprendizaje. Para ello, se establecieron diferentes servicios, plataformas y laboratorios de tecnologías como CANVAS, eLumen, Zoom, MiTec, Remind, Respondus, Miro, Refinitiv, Laboratorios Remotos, el Centro de Inteligencia para la Educación, Mostla, Edutools TEC, VRTEC Challenge, Experimentación de Plataformas de Aprendizaje, Google G Suite for Education, Liquid Galaxy y Buenas Prácticas de la Escuela de Ingeniería y Ciencias.

El Modelo educativo TEC21 aplicado en la actualidad, posee la filosofía de otorgar una **educación que no solo prepare para el trabajo, sino para la vida** y de manera **continua**, está basado en la solución de retos y el desarrollo del pensamiento crítico que contiene diferenciadores, atributos indispensables para en cumplimiento de la **visión 2030: "Liderazgo, innovación y emprendimiento para el florecimiento humano"** (ITESM, 2030). El propósito es seguir potenciando dos grandes diferenciadores de la institución: la vinculación y la innovación.

### Hipótesis

Si se incorpora tecnologías digitales al proceso de formación de los estudiantes de ingeniería es posible que el participante, al estar especialmente inmerso en el entorno de aprendizaje, adquiera competencias disciplinares y transversales, genere mayor consciencia orientada hacia el uso sustentable del internet y sea capaz de proponer soluciones ante los desafíos que representa este reto.

### **Diseño**

1. Investigación documental.
  - Bibliográfica digital.
  - Consulta en revistas especializadas, en medios electrónicos y con especialistas.
  - Antecedentes sobre el tema de investigación.
2. Selección de las referencias.  
Seleccionar los grupos de estudio (grupo control y grupo de investigación).
3. Investigación del contexto (evaluación diagnóstica)
4. Implementación de las herramientas a evaluar
5. Aplicación de las tecnologías educativas.
6. Aplicación de los instrumentos de evaluación de la sustentabilidad.
7. Aplicación de Rúbricas de Evaluación
8. Obtención de resultados y análisis de resultados.
9. Conclusiones.

### **Definición de la muestra**

El estudio se realizó durante el semestre junio diciembre de 2020 en la materia Fundamentos del Desarrollo Sustentable y las Unidades Formativas Procesos Ecológicos para el Desarrollo Humano y la Sustentabilidad en el Ejercicio Profesional de un Ingeniero. En un total de 125 estudiantes se aplicó el uso de tecnologías educativas, aplicaciones y simuladores.

### **Instrumentos de medición**

Cuestionarios en línea para evaluación diagnóstica y evaluación final. Rúbricas de evaluación durante la construcción y presentación de proyectos. Encuestas tipo Likert. Focus groups, Rúbricas de evaluación, recopilación de evidencias para evaluar el cambio de actitud, las competencias adquiridas y el trabajo colaborativo. Análisis estadístico SPSS. Coeficiente de consistencia interna Alfa de Cronbach.

### **Procedimiento**

- Aplicar elementos narrativos que proporcionan motivación inicial y a largo plazo.
- Generar espacios de debate participativos para seleccionar los contenidos orientados a la temática de la asignatura e identificar los escenarios que se desea observar usando las tecnologías educativas.
- Seleccionar las tecnologías educativas a usar de acuerdo con la temática y la problemática a resolver.
- Realizar la dinámica en equipo para fomentar el trabajo colaborativo.
- Realizar evaluación diagnóstica.
- Mostrar la temática y problemática a aprender y resolver.
- Proponer las soluciones respectivas.
- Evaluar las soluciones propuestas
- Llevar a cabo la evaluación de los resultados de aprendizaje mediante test, Quizzes para las evaluaciones diagnóstica y final.
- Aplicar Encuestas tipo Likert. Focus groups, Rúbricas de evaluación y recopilación de evidencias para evaluar el cambio de actitud y el grado de satisfacción del alumno.

- Comparar los resultados obtenidos con los grupos de investigación vs el grupo de control.
- Evaluar los resultados con base a los instrumentos de medición descritos en el punto D.
- Realizar el estudio estadístico mediante el software SPSS.

## RESULTADOS

Se evaluaron las siguientes competencias.

**1) Compromiso con la sustentabilidad.** Aplicar estándares internacionales y principios de sustentabilidad en la solución de problemas de la ingeniería y ciencias que garanticen el bienestar de las generaciones futuras.

a) Aplica los estándares y normas internacionales en el ejercicio de su profesión.

En la evidencia se observa el análisis y la aplicación correcta de los estándares, normas, leyes, tratados y acuerdos nacionales e internacionales a la situación analizada en un 90 % de los estudiantes.

En un 98 % se observa el uso correcto de palabras, analogías o ejemplos que hacen inteligible la explicación.

b) Es capaz de identificar las restricciones del estándar de acuerdo con el proceso, producto o servicio de tal manera que las soluciones que propone cumplen con los estándares adecuados.

Resultando que en un 93 % los estudiantes fundamentan con aseveraciones basadas en conocimientos teóricos, las restricciones al estándar de la situación analizada.

Y en un 96 % identifican correctamente el cumplimiento del estándar, aplicado a la situación analizada.

En un 100 % presentan adecuadamente la citación de las fuentes utilizadas.

c) Manifiesta un dominio conceptual de lo que son los estándares y las normas tanto nacionales como internacionales e integra este conocimiento para la aplicación de estos.

En un 95% de los estudiantes evaluados se observa, en su evidencia, la presencia de los estándares, tratados, leyes, normas y regulaciones nacionales e internacionales actualizadas y vigentes, que aplican a la situación problema analizada.

En un 90 % presentan argumentos precisos al defender la aplicación de los tratados estándares, normas, leyes y acuerdos nacionales e internacionales, que aplican a la situación analizada.

En un 91% los estudiantes presentan dominio de los objetivos del desarrollo sustentable y sus indicadores.

d) Principios de sustentabilidad:

En un 98 % de los estudiantes se evidencia la correcta y completa inclusión de conceptos como responsabilidad compartida, equidad, equidad intra e intergeneracional y principio de preocupación.

En un 92 % presentan aseveraciones y argumentos basados en principios teóricos, así como un análisis multidimensional del desarrollo sostenible de manera precisa.

En un 97 % presentan explicaciones que identifican claramente las dimensiones del desarrollo sostenible.

Y el 90 % cita correctamente las fuentes utilizadas

**2) Transformación digital.** Genera soluciones a las problemáticas de su ámbito profesional, con la incorporación inteligente y oportuna de tecnologías digitales de vanguardia y resuelve problemas e interrogantes de la realidad a partir de metodologías objetivas, válidas y confiables.

En un 99 % de los estudiantes se observa la participación en el entorno digital actual. Para esto enumera las diferentes comunidades en entornos digitales. Conoce el alcance de la información digital y la seguridad en entornos digitales. Utiliza la tecnología con un sentido de respeto.

En la evidencia se observa el uso de herramientas digitales y simuladores relevantes para el diagnóstico inicial de su conocimiento. La identificación correcta de las aplicaciones y simuladores relevantes a las situaciones analizadas, así como, la interpretación de los resultados de las simulaciones para integrarlos en las situaciones analizadas. La utilización de la información obtenida a través de fuentes digitales. Uso correcto de aplicaciones (apps) relacionadas con las situaciones analizadas. Uso de la biblioteca digital o fuentes académicas, así como la reflexión en el uso adecuado de las tecnologías digitales en su disciplina respetando derechos de autor y fuentes confiables.

Se elaboró una campaña de concientización para abatir la contaminación digital. Se construyó una serie de propuestas para lograr una web sustentable.

Se han obtenido muy buenos resultados. Las calificaciones de los test, quizzes y en general las evaluaciones presentan una clara mejoría comparados con los de la misma asignatura que se enseña por el método tradicional, lo cual puede observarse en la Tabla 1.

**Tabla 1.** *Calificaciones promedio obtenidas durante todo el estudio tecnologías educativas, aplicaciones y simuladores*

Semestre/ Metodología junio - diciembre 2020	Calificación +/- D. S
Tradicional	78 +/- 1.5
Tecnologías educativas, aplicaciones y simuladores.	92 +/- 0.9

La motivación de los alumnos se refleja en su evaluación final quienes al contestar una encuesta expresaron que las tecnologías educativas, aplicaciones y simuladores aplicados facilitan y motivan el aprendizaje.

## CONCLUSIONES

1. El uso sustentable del internet es uno de los grandes retos ambientales, el cual ha crecido a partir de la pandemia. Es necesario generar un cambio de mentalidad, de hábitos y de valores.
2. El objetivo de este trabajo de investigación se cumple al observar en las evidencias el desarrollo de competencias disciplinares y transversales para abatir la contaminación digital.

3. Mediante las tecnologías educativas aplicadas, simuladores y aplicaciones, se logró un universo sensorial completamente digital otorgando poderosas fuentes de conocimiento y entornos de aprendizaje, facilitando la sensación de vivir una experiencia innovadora, de alto impacto sensorial, que genera curiosidad y que resulta especialmente atractiva para generaciones que han crecido en entornos cada vez más dominados por la tecnología digital.
4. Los alumnos son capaces de proponer soluciones a la problemática de la contaminación por Internet y por infobesidad, de tomar decisiones en favor del uso sustentable de las plataformas y de los dispositivos electrónicos. Están más conscientes acerca de las consecuencias de las actividades antropogénicas sobre el cambio climático y los efectos del uso intenso del internet debido a la pandemia.
5. Es necesario estar conscientes de que el logro de la consciencia conlleva un esfuerzo titánico y que debe estarse cultivando o puede decaer prontamente, por lo que se está trabajando con otras tecnologías emergentes como el internet de las cosas y la inteligencia artificial para lograr el uso de una web sustentable.

## BIBLIOGRAFÍA

- Almaraz, F., Maz, A. y López, C. (2017). Análisis de la Transformación de las Instituciones de Educación Superior. Un marco de referencia teórico. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(1), pp. 181-202. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5911340>
- Brown, M. (2015). Six Trajectories for Digital Technology in Higher Education. *EDUCAUSE Review*, 50(4), 16-28. <https://er.educause.edu/articles/2015/6/six-trajectories-for-digital-technology-in-higher-education>
- Boyden 75 (2016). *Global Technology & digital practice. Evolution in the c-suite as organisations maximise growth opportunities: The Chief Digital Officer takes centre stage.* <https://www.boyden.com/media/global-technology-and-digital-practice-evolution-in-the-c-suite--169871/index.html>
- De la Peña, J. y Cabezas, M. (2015). *La gran oportunidad. Claves para liderar la transformación digital en las empresas y en la economía* (1ª Ed.). Ediciones Gestión 2000.
- Fenwick, N. y Gill, M. (March 10th, 2014). The Future of Business Is Digital: The Powerful Advantages of Embracing Dynamic Ecosystems of Value. [blog]. Forrester. <https://www.forrester.com/report/The-Future-Of-Business-Is-Digital/RES115520>
- Mehaffy, G. (2012). Challenge and change. *EDUCAUSE Review*, 47(5), 25-42. <https://er.educause.edu/articles/2012/9/challenge-and-change>
- Solís, B., Szymanski, J. & Lieb, R. (2014). The 2014 state of digital transformation. [blog]. Brian Solis. <https://www.briansolis.com/2014/07/2014-state-digital-transformation/>
- Wang, R. (2014). *Constellation's 2014 Outlook on Dominating Digital Business Disruption.* [https://www.constellationr.com/research/constellations-2014-outlook-dominating-digital-business-disruption\\_](https://www.constellationr.com/research/constellations-2014-outlook-dominating-digital-business-disruption_)

Westerman, G., Bonnet, D. y McAfee, A. (2014). The Nine Elements of Digital Transformation. *MIT Sloan Management Review*.  
<http://sloanreview.mit.edu/article/the-nine-elements-of-digital-transformation>.