



RECIBIDO EL 10 DE FEBRERO DE 2022 - ACEPTADO EL 11 DE MAYO DE 2022

# Formación científica mediada por tic en el nivel superior tecnológico

## Science Education Based on ICT in Technological Higher Education

### Educação Científica Mediada por TIC ao Nível Superior de Tecnologia

**Manuel Villarruel-Fuentes<sup>1\*</sup>**

**Rómulo Chávez-Morales<sup>2</sup>**

**Érica María Lara-Muñoz<sup>3</sup>**

**Rogelio Reyna-Vargas<sup>4</sup>**

**Román González-Pérez<sup>5</sup>**

**Emmanuel Zenén Rivas-Blas<sup>6</sup>**

**Nayeli Rodríguez-Contreras<sup>7</sup>**

TecNM/ Instituto Tecnológico Superior de Alvarado, México,  
Tecnológico de Úrsulo Galván (Tecnológico Nacional de México)

<sup>1</sup> Doctor en Educación. TecNM/Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, México. Línea de investigación "Docencia y Aprendizaje". [dr.villarruel.fuentes@gmail.com](mailto:dr.villarruel.fuentes@gmail.com). <https://orcid.org/0000-0002-1174-0528>

<sup>2</sup> Doctor en Ciencias Jurídicas, administrativas y de la Educación. TecNM/Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, México. Línea de investigación "Docencia y Aprendizaje". [romulo.cm@ugalvan.tecnm.mx](mailto:romulo.cm@ugalvan.tecnm.mx). <https://orcid.org/0000-0002-8450-3101>

<sup>3</sup> Doctora en Ciencias de la Computación. TecNM/ Instituto Tecnológico Superior de Alvarado, México. Línea de investigación "Tecnologías de la Información y Computación". [erica.lm@alvarado.tecnm.mx](mailto:erica.lm@alvarado.tecnm.mx). <https://orcid.org/0000-0003-2741-7044>

<sup>4</sup> Doctor en Educación. TecNM/ Instituto Tecnológico Superior de Alvarado, México. Línea de investigación "Tecnologías de la Información y Computación". [rogelio.rv@alvarado.tecnm.mx](mailto:rogelio.rv@alvarado.tecnm.mx). <https://orcid.org/0000-0002-9952-698X>

<sup>5</sup> Doctor en Manejo Sustentable de Recursos Naturales. TecNM/Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, México. Línea de investigación "Docencia y Aprendizaje". [roman.gp@ugalvan.tecnm.mx](mailto:roman.gp@ugalvan.tecnm.mx). <https://orcid.org/0000-0003-4787-9879>

<sup>6</sup> Doctor en Educación. TecNM/ Instituto Tecnológico Superior de Alvarado, México. Línea de investigación "Tecnologías de la Información y Computación". [emmanuel.rb@alvarado.tecnm.mx](mailto:emmanuel.rb@alvarado.tecnm.mx). <https://orcid.org/0000-0002-4034-7506>

<sup>7</sup> Doctora en Educación. TecNM/ Instituto Tecnológico Superior de Alvarado, México. Línea de investigación "Tecnologías de la Información y Computación". [nayeli.rc@alvarado.tecnm.mx](mailto:nayeli.rc@alvarado.tecnm.mx). <https://orcid.org/0000-0001-7301-9667>



## RESUMEN

El uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación dentro de los planteles educativos del Tecnológico Nacional de México, no ha estado acompañado de una evaluación que indique hasta dónde dichas tecnologías operan a favor de los procesos educativos asociados a la formación científica de los estudiantes. Con base en ello, se realizó una investigación de corte cuantitativo, exploratoria-descriptiva. Se empleó la técnica de Componentes Principales, que incluyó un cuestionario bajo escala Likert aplicado a 604 estudiantes. Se confirmó que dos componentes principales explican el 75.651% de la varianza total, así como un 78.4% de los estudiantes que afirmaron que el uso de las TIC contribuye en su formación científica. Se confirma el uso adecuado uso de las TIC en su formación científica.

**PALABRAS CLAVE:** Mediadores didácticos, alfabetización científica, tecnología informática.

## ABSTRACT

The use of Information and Communication Technologies in the educational institutions of the Tecnológico Nacional de México has not been accompanied by an evaluation that indicates to what extent these technologies operate in favor of the educational processes associated with the scientific training of students. Based on this, a quantitative, exploratory-descriptive research was carried out. The Principal Components technique was used, which included a Likert scale questionnaire applied to 604 students. It was confirmed that two principal components explain 75.651% of the total variance, as well as 78.4% of the students who affirmed that the use of ICT contributes to their scientific training. The adequate use of ICT in their scientific training was confirmed.

**KEYWORDS.** Didactic mediators, scientific literacy, computer technology.

## RESUMO

**[Introdução].** A utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação nas instituições educativas do Tecnológico Nacional de México não foi acompanhada de uma avaliação que indique em que medida estas tecnologias funcionam a favor dos processos educativos associados à formação científica dos estudantes. **[Objectivo].** Com base nisto, foi realizada uma investigação quantitativa, exploratória e descritiva. **[Metodologia].** Foi utilizada a técnica dos Componentes Principais, que incluiu um questionário à escala Likert aplicado a 604 estudantes. **[Resultados].** Foi confirmado que dois componentes principais explicam 75,651% da variação total, assim como 78,4% dos estudantes. **[Conclusões].** A utilização adequada das TIC na sua formação científica é confirmada.

**PALAVRAS-CHAVE:** mediadores educacionais; literacia científica; tecnologia informática.

## INTRODUCCIÓN

La educación superior tecnológica enfrenta actualmente uno de los mayores desafíos en términos de su pertinencia y compromiso social. El advenimiento de la pandemia debido al nuevo coronavirus trajo consigo una serie de retos vinculados a la adecuación curricular y didáctica, en busca de sostener el modelo funcionalista que se venía desarrollando en México, alineado con las competencias profesionales y el enfoque empresarial.

Sobre estas bases, la necesidad de reorientar los objetivos formativos dentro de dichas propuestas se asume como una demanda inmediata, que requerirá de un esfuerzo institucional sin precedente, decantado hacia un mayor y mejor uso de las Tecnologías de la Comunicación y la Información (TIC), toda vez que su empleo permitirá mudar con éxito hacia



modelos no presenciales, inclusive los mixtos o híbridos.

Si bien el empleo de las TIC era ya una práctica común dentro de las instituciones educativas de nivel superior en México, sobre todo en las orientadas al área tecnológica, no existe evidencia que confirme su utilidad en los procesos de formación científica del estudiante, limitándose únicamente a ser ocupadas como instrumentos para la captura y el procesamiento de datos, acopio de información y redacción de escritos, sin mayores pretensiones didácticas, situación que supone un déficit educativo.

Sobre la base de este amplio uso en el ámbito educativo, el empleo de las TIC enfrenta sus propias contradicciones, que ha decir de Noriega-Corrales (2017) se han hecho visibles en los programas públicos de informática educativa de Costa Rica, Chile, Brasil y México los que, a pesar de ser referentes en este sentido por situarse en una posición de avanzada, no están exentos de dificultades. El primer desafío se sitúa en la ampliación de su acceso. El segundo reto se vincula con la capacitación de los docentes, en particular a las estrategias incluidas en los programas públicos de informática educativa, incluyendo el tipo de capacitación y su trascendencia. La tercera desavenencia se vincula a la integración de las TIC en el plan de estudios. Una cuarta discrepancia se refiere a la incorporación de las TIC en los procesos de enseñanza/aprendizaje.

En esta vertiente de análisis García-Valcárcel y Tejedor (2010) distinguen los principales factores que obstaculizan la integración y utilización de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje, los cuales son: formación ineficaz del profesorado para el manejo de tecnología adecuada a las necesidades de los estudiantes, generándose una «brecha tecnológica»; formación esencialmente instrumental de las TIC, fragmentada, individualista y ajena a las necesidades propias del nuevo quehacer

académico; tiempos insuficientes o incluso nulos para que los maestros puedan colaborar entre ellos, debido a la sobrecarga de trabajo; escaso desarrollo de programas de tecnología integrada; carencia de personal disponible para dar mantenimiento a las computadoras; habilidad para solucionar problemas técnicos y brindar asesoría didáctica para su uso; falta de computadoras y accesibilidad a la Internet en todas las aulas (no sólo en laboratorios o espacios específicos).

En este sentido se destacan los trabajos de Coll (2004) y Coll, Mauri y Onrubia (2008) quienes desde la perspectiva socio-constructivista identifican el empleo de las TIC en la educación desde dos ideas fundamentales: la función de las TIC como herramientas psicológicas susceptibles de mediar los procesos inter e intra-psicológicos implicados en la enseñanza y el aprendizaje, así como su función mediadora de las relaciones entre los tres elementos del triángulo interactivo: estudiante, maestro y contenidos, contribuyendo con ello a conformar el contexto en el que tienen lugar estas relaciones.

A partir de estas concepciones, Coll (2009) propone una clasificación para el empleo de las TIC, aplicadas como instrumentos mediadores de: a) las relaciones entre estudiantes y contenidos; b) las relaciones entre maestro y contenidos; c) las relaciones entre maestros y estudiantes; d) la actividad conjunta desplegada por el maestro y los estudiantes durante la realización de las tareas de enseñanza-aprendizaje; e) entornos o espacios de trabajo y de aprendizaje. Desde esta perspectiva, Miranda, Santos y Stipcich (2010), enfatizan en que “las TIC son utilizadas como herramientas de construcción de conocimiento, al requerir que el alumno movilice pensamiento crítico y analítico mientras interactúa con ellas” (p.3), condición que las acerca a los procesos de la investigación científica.



Desde estos fundamentos destacan lo señalado por Linn y Slotta (2000), quienes sostienen que la tecnología está presente en todos los campos y juega un papel importante en las carreras científicas, y en paralelo a ello, los estudiantes necesitan una alfabetización científica y tecnológica para tener éxito en sus vidas, personales y profesionales. Pero el problema es más complejo, ya que en primera instancia habrá que reconocer, tal como afirma Colás-Bravo, de Pablos-Pons y Ballesta-Pagán (2018) que una de las premisas básicas en la integración de las TIC en los centros escolares, es que no basta con la introducción de los recursos informáticos para generar una renovación pedagógica. En conceptos de Valverde, Garrido y Sosa (2010), es común observar cómo el imaginario colectivo en muchas ocasiones percibe la utilización de las TIC en las aulas como un elemento innovador, sin considerar el contenido transmitido a través de su empleo, su función o el alcance de su aplicación. En la mayoría de los casos, la dinámica didáctica sigue siendo tradicionalista.

Al respecto la UNESCO (2013) enfatiza en que referirse a las TIC en la educación significa más que hablar de equipos, computadoras, dispositivos y programas se trata de la oportunidad de reflexionar acerca de cómo se piensa dentro de la educación y de qué manera los jóvenes y docentes aprenden y enseñan. En esta línea argumentativa, Tapia-Rangel y León-Martínez (2013) puntualizan en que estas tecnologías tienen el potencial de transformar el proceso de enseñanza/aprendizaje, al tiempo que apoyan el trabajo colaborativo y el desarrollo de proyectos de investigación, lo que deriva en aprendizajes más reflexivos y participativos.

Esto es particularmente cierto para la educación superior, donde el paradigma de la ciencia y sus enfoques tienden a ser parte de un discurso dominante, que define el perfil de egreso desde los marcos de las propuestas curriculares que identifican como necesarias un cúmulo de

habilidades, saberes y competencia en el nuevo profesionalista.

Desde aquí es fácil entender la necesidad de vincular el proceso de la investigación científica con el dominio experto de los docentes que enseñan ciencia, así como con los medios e instrumentos que emplean para hacer posible un acto educativo exitoso. Nada tan significativo como el empleo de las TIC, las cuales han fortalecido el ideario colectivo de que su presencia es suficiente para lograr alcanzar la innovación deseada, erigiéndose como elementos fundamentales en el diseño y desarrollo de los programas educativos tendientes a la alfabetización científica de los estudiantes.

Sin embargo, pese al cuerpo teórico existente, no existe suficiente evidencia del impacto que las TIC están alcanzado y hasta dónde estos propósitos se están cumpliendo. Sobre esta base, existen diversos estudios que demuestran que, en muchos casos, la llegada de las TIC a las instituciones de nivel superior no ha trascendido didácticamente, convirtiéndose en una herramienta más al servicio de las tradicionales prácticas educativas, de corte instrumentalista y enciclopédica.

Sobre el papel que están desempeñando las TIC dentro de la enseñanza de las ciencias, se destaca lo afirmado por Ponte-Pedrajas (2005), quien subraya que las computadoras están mejorando actualmente los servicios que brindan, particularmente por la creciente potencia de los entornos multimedia, los avances en la inteligencia artificial y el uso más extenso de la Internet. Sin embargo, enfatiza en que a pesar del camino recorrido en los últimos treinta años y de los claros avances de la informática educativa, todavía existen cuestiones relevantes en la educación científica en los que vale la pena reflexionar, como es el análisis de las funciones educativas que pueden desempeñar las computadoras en la enseñanza de las



ciencias y en la formación de los maestros, los recursos informáticos de mayor interés y su fácil acceso para ellos, pero sobre todo, la búsqueda de soluciones para los problemas educativos planteados en el campo de la didáctica de las ciencias, en relación al uso de las TIC y el desarrollo de métodos y estrategias de trabajo docente que permitan utilizar los recursos informáticos como instrumentos de aprendizaje significativo.

En esta misma línea, Schiavo (2007), reporta un estudio cuyo objetivo fue saber qué se investiga en el campo de las TIC, para a partir de ahí comenzar a analizar en qué medida el conocimiento sobre dichas tecnologías contribuye al desarrollo económico y social en Argentina. Para ello, realizó una indagación exploratoria donde se seleccionaron las universidades públicas con sede en la provincia de Buenos Aires, donde se analizaron los diversos modos de abordaje de las TIC y, en relación con ello, los campos del conocimiento en los que se inscriben las investigaciones que estaban desarrollando y el tipo de conocimientos producidos, las actividades de transferencia y los destinatarios de las mismas.

El análisis obtenido permitió realizar una primera lectura de las vinculaciones entre los diversos campos del saber en los que se investiga el tema y los sectores de la sociedad a los cuales se transfieren los tipos de conocimientos producidos. Ello llevó a constatar que no solo prevalecen los conocimientos técnicos, sino además conocimientos contextuales sobre la cuestión tecnológica, así como conocimientos transversales relativas a un número creciente de disciplinas que permiten abordar los problemas nacionales.

Como se observa, la importancia de las TIC toma distintas vertientes en función de su ya constante permanencia en todas las actividades del quehacer humano. Sin embargo, tal como lo establece Cristina-Montoya (2010) la enseñanza

integrada de la ciencia con la tecnología, aunque es tema actual, ya desde hace muchos años atrás fue puesta en la mesa de discusión por distintas organizaciones internacionales (ejemplo: Division of Science, Technical and Environmental Education de la UNESCO), relación intensificada a partir de la segunda mitad del siglo XX. Pero como afirma la autora, si bien la técnica ha existido sin ciencia, ésta siempre ha incluido elementos tecnológicos que podrían incorporarse a la educación científica, contribuyendo a cambiar la visión de ciencia que se enseña tradicionalmente en los centros escolares. ya que generalmente tiende a ignorar o distorsionar el papel de la tecnología en el desarrollo científico y sus relaciones con la ciencia y la sociedad.

Desde el enfoque de Cristina-Montoya (2010), la educación tecnológica es un aspecto de la vida cotidiana, pero además existen otras razones para pensar en ellas e investigarlas, cita por ejemplo las didácticas (favorecer el aprendizaje significativo, contextualizar la ciencia con las relaciones ciencia/tecnología/sociedad, interesar a los estudiantes, etc.), epistemológicas (mejorar la comprensión de la naturaleza de la ciencia y la tecnociencia contemporáneas), y por supuesto sociales (capacitar a los ciudadanos para su participación democrática, para tomar decisiones con fundamento sobre cuestiones tecnocientíficas de interés social), razones que son aplicables a una educación científica destinada a todas las personas, estudien o no una carrera científica o tecnológica.

En esta vertiente, Baelo y Cantón (2009) resaltan los beneficios de incorporar la tecnología a la educación superior, destacándose la facilidad para acceder a la información y la variedad de información disponible; elevados parámetros de fiabilidad y la rapidez del procesamiento de la información y de los datos; multiplicidad de canales de comunicación que ofrecen; eliminación de barreras espacio-temporales;



mayores posibilidades de retroalimentación y de gran interactividad; desarrollo de espacios flexibles para el aprendizaje; potenciación de la autonomía personal y el desarrollo del trabajo colaborativo; optimización de la organización y el desarrollo de actividades docentes e investigativas; agilización de las actividades administrativas y de gestión, además de permitir el traslado de un contexto inmediato a otro.

Aunque las ventajas en apariencia son claras, también pueden presentar algunas desventajas, “como el hecho de que los profesores no estén lo suficientemente capacitados ni familiarizados con ellas, o bien, que los alumnos no tomen tan en serio las actividades académicas, dada la facilidad con la que obtienen la información” (Gómez-Collado, Contreras-Orozco, y Gutiérrez-Linares, 20016, p.62).

Desde estas perspectivas, y considerando que “el interés internacional en tecnología y educación ofrece una oportunidad fenomenal para investigar las relaciones complejas entre estándares curriculares, diseños de cursos, prácticas de aula, mejoras tecnológicas y aprendizaje de los estudiantes” (Linn, 2002), es factible pensar en el estudio de las TIC en la educación superior tecnológica, donde la vinculación de la ciencia con la tecnología implica un ejercicio educativo que no puede ser explicado desde los márgenes de cada campo, ya que la integración de ambos reconfigura el ecosistema educativo, dotando de nuevas exigencias a la práctica educativa de maestros y estudiantes, generando resultados distintos, pero también expectativas diferentes, hecho educativo que necesita ser conocido para mejorarse.

## METODOLOGÍA

El proyecto fue coordinado por los Cuerpos Académicos en Consolidación “Cultura Académica y Desarrollo Social Sustentable” (ITURG-CA-02) y “Computación Aplicada,

Desarrollo de Software y Aplicaciones Inteligentes” (ITESAL-CA-3), registrado con la clave ITF-URGAL-PIE-2019-0203, dentro de la Línea de Investigación Educativa “Docencia y Aprendizaje” (ITF-URGAL-LIE-2019-0205), pertenecientes al Tecnológico Nacional de México (TecNM).

La población objeto de estudio se integró por el total de Institutos Tecnológicos ubicados en el estado de Veracruz, México (21 estatales y 6 federales). El marco muestral comprendió el total de los estudiantes que cursaban el quinto y séptimo semestre de las carreras que se ofertan dentro de estos institutos tecnológicos. El muestreo se definió como bietápico (técnica del submuestreo) (Lagares-Barreiro y Puerto-Albandoz, 2001), secuenciado en dos fases: la selección de los planteles (n=6), mediante muestreo por conveniencia (Ochoa, 2015) y la elección de los sujetos de investigación, mediante un muestreo no probabilístico, a través de la estrategia denominada «Consulta a Expertos», también conocida como «Informantes Privilegiados», bajo el llamado «Criterio de Oportunidad» lo que consideró a los estudiantes que se encontraron en condiciones de responder -vía formularios virtuales-, el instrumento de medición. En total se consultaron a 604 estudiantes.

La investigación se catalogó como exploratoria-descriptiva, bajo un enfoque empírico-analítico y una metodología cuantitativa, no experimental (Ex Post Facto) (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, Baptista-Lucio, 2014). Se trató de un estudio de caso, el cual “puede efectuarse para explorar terrenos de estudio, para describir situaciones o para construir proposiciones teóricas explicativas orientadas a la resolución de preguntas sobre el cómo y el porqué de la ocurrencia de un fenómeno” (Román-Castillo y Smida, 2017, p. 130).

El test incluyó 30 ítems, desglosados en 4 dimensiones de análisis: 1. Didácticas.



Favorecer el aprendizaje significativo, desarrollar competencias cognitivas y metacognitivas, desarrollar competencias para la investigación científica; 2. Epistémicas. Promover el entendimiento acerca de la naturaleza de la ciencia y su relación con la tecnología, entender los fundamentos del pensamiento científico; 3. Sociales. Difusión y divulgación de la ciencia (comunicación científica); 4. Cultural. Promoción de la cultura científica.

Los ítems se organizaron bajo una escala Likert (Matas, 2018), desglosada en los intervalos: muy en desacuerdo, en desacuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, de acuerdo, muy de acuerdo. La confiabilidad del instrumento se corroboró bajo coeficiente Alpha de Cronbach (Quero-Virla, 2010), obteniéndose una fiabilidad del 0.89 (89%).

El manejo estadístico de todas las dimensiones consideró dos niveles de análisis: el primero a través de un estudio factorial mediante el

análisis de componentes principales; el segundo a partir de la transformación de las variables y su estudio exploratorio, bajo los criterios de muy desfavorable, desfavorable, favorable, muy favorable, para lo cual se empleó el software SPSS, versión 20.

## RESULTADOS

### PRIMERA ETAPA

Un primer acercamiento al fenómeno de estudio mostró una expresión estadística muy compacta entre los ítems, con medias aritméticas ( que oscilaron entre 3.0596 hasta 3.8046, y con desviaciones estándar (S) que fueron de 1.13767 a 1.36946, lo que permite apreciar un balance entre las dimensiones incluidas en el estudio (Tabla 1). La respuesta de los estudiantes consultados evidenció una tendencia a valorar positivamente el uso que los maestros hacen de las TIC dentro del proceso de su formación científica.

Tabla 1. Resultados encontrados en el análisis estadístico descriptivo aplicado a estudiantes (n=604) que cursaban una carrera dentro del TecNM en Veracruz, México.

	Media	Desviación típica
En mi plantel se cuenta con acceso abierto a los servicios informáticos y de computación necesarios para mis actividades de aprendizaje	3.4338	1.29954
El software con que cuenta mi plantel para uso de los estudiantes es suficiente como apoyo en mis actividades escolares	3.2765	1.22090
El maestro en sus actividades docentes emplea aulas virtuales o entornos digitales (Moodle, Classroom, Wix, Edoomo, etc.)	3.8046	1.33392
El empleo de las tecnologías de la información y la comunicación me permiten un mejor aprendizaje práctico	3.5215	1.27660



El empleo de las tecnologías de la información y la comunicación me permiten un mejor aprendizaje teórico-conceptual	3.5861	1.22205
El empleo de las tecnologías de la información y la comunicación que emplean los maestros me permiten un mejor aprendizaje teórico/práctico.	3.4801	1.23571
El empleo de las tecnologías de la información y la comunicación que emplean los maestros me facilitan el entendimiento de los fundamentos de las ciencias.	3.4553	1.20378
El empleo de las tecnologías de la información y la comunicación me permiten un mejor manejo de los marcos teóricos-conceptuales asociados a mis proyectos académicos y de investigación	3.5083	1.20733
El software que empleo para mis actividades académicas y de investigación en general son diversos en sus aplicaciones (análisis estadístico, modelado de procesos, organización de la información, evaluación, etc.)	3.4983	1.19632
Los maestros emplean las TIC para ejemplificar las formas en que se debe ordenar el pensamiento científico para hacer investigación	3.5281	1.22611
De manera habitual empleo las TIC como apoyo didáctico en cada etapa de mis actividades académicas y de investigación.	3.7202	1.19543
Suelo emplear las TIC en cada una de mis actividades académicas y de investigación que realizo.	3.7417	1.20372
Trabajar teniendo como apoyo didáctico a las TIC me permite mayor autonomía e independencia en mis actividades	3.6954	1.18863
El empleo de las TIC me permite mejorar o complementar lo visto con mis maestros en el aula.	3.6854	1.22592
De manera habitual empleo las TIC para comunicarme y colaborar con mis compañeros de clase.	3.7434	1.21981





El uso de las TIC me permite abordar el estudio de todas las temáticas de mi carrera.	3.6623	1.22785
Empleo las TIC en todas las asignaturas que curso dentro de mi plan de estudios	3.6573	1.22985
Entiendo que cuando empleo las TIC estoy realizando ciencia.	3.5596	1.15244
Entiendo que cuando empleo las TIC estoy realizando ciencia.	3.5877	1.15351
Los contenidos temáticos manejados por mí a través de las TIC me permiten acercarme al entendimiento de la tecnología y la sociedad	3.5944	1.17154
Con lo que sé y manejo de las TIC estoy en condiciones de desarrollar con ellas programas y campañas de comunicación científica para la sociedad en general	3.4255	1.15013
El dominio que poseo de las TIC me permite realizar materiales didácticos (trípticos, carteles, infografías, etc.) para una comunicación científica de calidad.	3.6689	1.22561
Manejo software especializado para el diseño de materiales didácticos destinados a la comunicación científica.	3.4023	1.17410
Poseo las habilidades suficientes para emplear las TIC de formas diversas dentro de la comunicación científica.	3.4702	1.13767
Estoy capacitado para emplear las TIC de formas diversas para difundir los resultados de sus proyectos y actividades académicas.	3.4785	1.15378
En mi plantel existe un proyecto institucional para la gestión del conocimiento que involucra el empleo de las TIC.	3.2467	1.16346
En mi plantel todos tienen acceso al internet.	2.9570	1.36946
En mi plantel no existe censura para ingresar a todos los sitios dentro de la internet.	3.0596	1.29922
En mi plantel todos hacemos un uso responsable de la internet sin cometer plagios académicos	3.4023	1.25599



En mi plantel se fomenta la creatividad mediante el empleo de las TIC.	3.5265	1.23960
--	--------	---------

Fuente: elaboración propia

Con el objetivo de verificar la pertinencia de realizar un análisis factorial multivariado a partir del análisis de componentes principales (ACP), se realizó un análisis de adecuación muestral al modelo, para lo que se aplicó la prueba Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) (Tabla 2), apreciándose una medida de adecuación muestral de 0.983 (porcentaje de la varianza que tienen en común las variables analizadas) , lo que identifica al

modelo factorial como “muy bueno”, ya que osciló entre 0.9 y 1.0 (muy cercano a 1.0), siendo conveniente recurrir al ACP para explicar el fenómeno objeto de estudio

Aunado a ello, mediante la prueba de esfericidad de Bartlett se comprobó una significación perfecta, con un valor de 0.000, inferior al nivel crítico de 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula de esfericidad.

Tabla 2. Pruebas KMO y Bartlett<sup>a</sup> aplicada a estudiantes (n=604) del TecNM en Veracruz, México.

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		.983
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	24005.356
	gl	435
	Sig.	.000

a. Basado en correlaciones

Fuente: elaboración propia

La obtención de los componentes principales se puede observar en un inicio a través de las comunalidades obtenidas para cada variable (Tabla 3). La comunalidad de una variable se entiende como la proporción de su varianza que puede ser explicada por el modelo de componentes principales obtenido, definiéndose a través de ella cuáles de las variables explican mejor dicho modelo. Se destaca cómo “A cada elemento de esta matriz factorial se le denomina peso, carga, ponderación o saturación factorial, y son interpretados como índices de correlación entre filas y las columnas, indicando así el peso que cada variable asigna a cada factor” (Bernal-García, Martínez y Sánchez-García, 2004, p.6).

los componentes, ya que son mayores a 0.5; solo la variable que determina la no existencia de censura en el plantel para ingresar a todos los sitios de la Internet mostró una comunalidad menor (0.583).

Como muestran los resultados, todas las variables incluidas contribuyen a la creación de



Tabla 3. Comunalidades encontradas en el análisis multivariado aplicado a estudiantes (n=604) del TecNM en Veracruz, México.

Comunalidades	Extracción
En mi plantel se cuenta con acceso abierto a los servicios informáticos y de computación necesarios para mis actividades de aprendizaje	.650
El software con que cuenta mi plantel para uso de los estudiantes es suficiente como apoyo en mis actividades escolares	.621
El maestro en sus actividades docentes emplea aulas virtuales o entornos digitales (Moodle, Classroom, Wix, Edomee, etc.)	.706
El empleo de las tecnologías de la información y la comunicación me permiten un mejor aprendizaje práctico	.718
El empleo de las tecnologías de la información y la comunicación me permiten un mejor aprendizaje teórico-conceptual	.767
El empleo de las tecnologías de la información y la comunicación que emplean los maestros me permiten un mejor aprendizaje teórico/práctico.	.737
El empleo de las tecnologías de la información y la comunicación que emplean los maestros me facilitan el entendimiento de los fundamentos de las ciencias.	.750
El empleo de las tecnologías de la información y la comunicación me permiten un mejor manejo de los marcos teóricos-conceptuales asociados a mis proyectos académicos y de investigación	.792
El software que empleo para mis actividades académicas y de investigación en general son diversos en sus aplicaciones (análisis estadístico, modelado de procesos, organización de la información, evaluación, etc.)	.768



Los maestros emplean las TIC para ejemplificar las formas en que se debe ordenar el pensamiento científico para hacer investigación	.769
De manera habitual empleo las TIC como apoyo didáctico en cada etapa de mis actividades académicas y de investigación.	.840
Suelo emplear las TIC en cada una de mis actividades académicas y de investigación que realizo.	.825
Trabajar teniendo como apoyo didáctico a las TIC me permite mayor autonomía e independencia en mis actividades	.880
El empleo de las TIC me permite mejorar o complementar lo visto con mis maestros en el aula.	.860
De manera habitual empleo las TIC para comunicarme y colaborar con mis compañeros de clase.	.839
El uso de las TIC me permite abordar el estudio de todas las temáticas de mi carrera.	.838
Empleo las TIC en todas las asignaturas que curso dentro de mi plan de estudios	.824
Entiendo que cuando empleo las TIC estoy realizando ciencia.	.774
Entiendo que cuando empleo las TIC estoy realizando ciencia.	.850
Los contenidos temáticos manejados por mí a través de las TIC me permiten acercarme al entendimiento de la tecnología y la sociedad	.847
Con lo que sé y manejo de las TIC estoy en condiciones de desarrollar con ellas programas y campañas de comunicación científica para la sociedad en general	.730
El dominio que poseo de las TIC me permite realizar materiales didácticos (trípticos, carteles, infografías, etc.) para una comunicación científica de calidad.	.805
Manejo software especializado para el diseño de materiales didácticos destinados a la comunicación científica.	.645



Poseo las habilidades suficientes para emplear las TIC de formas diversas dentro de la comunicación científica.	.716
Estoy capacitado para emplear las TIC de formas diversas para difundir los resultados de sus proyectos y actividades académicas.	.700
En mi plantel existe un proyecto institucional para la gestión del conocimiento que involucra el empleo de las TIC.	.695
En mi plantel todos tienen acceso al internet.	.739
En mi plantel no existe censura para ingresar a todos los sitios dentro de la internet.	.583
En mi plantel todos hacemos un uso responsable de la internet sin cometer plagios académicos	.685
En mi plantel se fomenta la creatividad mediante el empleo de las TIC.	.742
Método de extracción: Análisis de Componentes principales. Fuente: elaboración propia	

En este sentido, el Tabla 4 muestra el porcentaje de varianza explicada a partir de únicamente dos componentes, estimada en 75.651%, lo cual se considera aceptable dada la compleja naturaleza del constructo medido.

Tabla 4. Varianza total explicada encontrada en el análisis multivariado aplicado a estudiantes (n=604) del TecNM en Veracruz, México.

Componente	Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	21.212	70.707	70.707	16.092	53.641	53.641
2	1.483	4.943	75.651	6.603	22.010	75.651
Método de extracción: Análisis de Componentes principales. Fuente: elaboración propia						



Una vez determinada la varianza total explicada, se procedió a realizar la rotación de los componentes, a fin de transformar la matriz original en otra más simple, la cual acomodará de mejor manera los ejes, aproximándolos a las variables correlacionadas, lo que facilitó interpretar la estructura de los datos obtenidos. Con ello la bondad de ajuste factorial no se alteró, y las comunalidades y los porcentajes de la varianza explicada anteriormente tampoco se vieron modificados. Lo que sucede en este caso es que la varianza explicada se redistribuye entre los componentes de la matriz de carga factorial; para ello se empleó el método Vaimax, el cual “minimiza el número de variables que tienen cargas altas en cada factor” (López-Aguado & Gutiérrez-Provecho, 2019, p.10), se trata de una rotación ortogonal con lo que se pretende simplificar la interpretación de los factores (Morales-Vallejo, 2013).

Cabe destacar que para la agrupación de variables en cada componente se siguió el

criterio de superioridad en la comparación de los pesos factoriales, por lo que en este estudio se incluyeron aquellos que estuvieron por arriba de 0.6, muy por encima del 0.30 y 0.40 señalado como recomendable en la literatura especializada (Bandalos y Finney, 2010).

La integración de dichos componentes a partir de las variables incluidas en cada uno de ellos, se aprecia en el Tabla 5, donde se indica mediante una matriz de componentes rotados que las variables que van de la 3 a la 25, incluida la número 30, integran el primer bloque, catalogado como «formación científica a partir del empleo didáctico de las TIC» que explica el 53.641% de la varianza; así como un segundo bloque integrado por las variables 1, 2, 26, 27, 28 y 29, identificado como «disponibilidad y acceso académico institucional de las TIC» el cual explica el 22.010% de la variación; para ambos casos como producto de la suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación.

Tabla 5. Resultados encontrados en la matriz de componentes rotados aplicados a estudiantes (n=604) del TecNM en Veracruz, México.

	Matriz de componentes rotados <sup>a</sup>	Componente	
		1	2
		1	En mi plantel se cuenta con acceso abierto a los servicios informáticos y de computación necesarios para mis actividades de aprendizaje
2	El software con que cuenta mi plantel para uso de los estudiantes es suficiente como apoyo en mis actividades escolares	.389	.686
3	El maestro en sus actividades docentes emplea aulas virtuales o entornos digitales (Moodle, Classroom, Wix, Edoome, etc.)	.734	.409
4	El empleo de las tecnologías de la información y la comunicación me permiten un mejor aprendizaje práctico	.769	.357
5	El empleo de las tecnologías de la información y la comunicación me permiten un mejor aprendizaje teórico-conceptual	.799	.359



6	El empleo de las tecnologías de la información y la comunicación que emplean los maestros me permiten un mejor aprendizaje teórico/práctico.	.759	.401
7	El empleo de la tecnologías de la información y la comunicación que emplean los maestros me facilitan el entendimiento de los fundamentos de las ciencias.	.750	.433
8	El empleo de las tecnologías de la información y la comunicación me permiten un mejor manejo de los marcos teóricos-conceptuales asociados a mis proyectos académicos y de investigación	.791	.408
9	El software que empleo para mis actividades académicas y de investigación en general son diversos en sus aplicaciones (análisis estadístico, modelado de procesos, organización de la información, evaluación, etc.)	.775	.409
10	Los maestros emplean las TIC para ejemplificar las formas en que se debe ordenar el pensamiento científico para hacer investigación	.776	.408
11	De manera habitual empleo las TIC como apoyo didáctico en cada etapa de mis actividades académicas y de investigación.	.858	.324
12	Suelo emplear las TIC en cada una de mis actividades académicas y de investigación que realizo.	.862	.285
13	Trabajar teniendo como apoyo didáctico a las TIC me permite mayor autonomía e independencia en mis actividades	.885	.310
14	El empleo de las TIC me permite mejorar o complementar lo visto con mis maestros en el aula.	.867	.329
15	De manera habitual empleo las TIC para comunicarme y colaborar con mis compañeros de clase.	.865	.301
16	El uso de las TIC me permite abordar el estudio de todas las temáticas de mi carrera.	.838	.368
17	Empleo las TIC en todas las asignaturas que curso dentro de mi plan de estudios	.850	.318
18	Entiendo que cuando empleo las TIC estoy realizando ciencia.	.787	.393
19	Entiendo que cuando empleo las TIC estoy realizando ciencia.	.847	.363
20	Los contenidos temáticos manejados por mí a través de las TIC me permiten acercarme al entendimiento de la tecnología y la sociedad	.846	.363
21	Con lo que sé y manejo de las TIC estoy en condiciones de desarrollar con ellas programas y campañas de comunicación científica para la sociedad en general	.732	.440



22	El dominio que poseo de las TIC me permite realizar materiales didácticos (trípticos, carteles, infografías, etc.) para una comunicación científica de calidad.	.843	.307
23	Manejo software especializado para el diseño de materiales didácticos destinados a la comunicación científica.	.663	.453
24	Poseo las habilidades suficientes para emplear las TIC de formas diversas dentro de la comunicación científica.	.743	.405
25	Estoy capacitado para emplear las TIC de formas diversas para difundir los resultados de sus proyectos y actividades académicas.	.740	.392
26	En mi plantel existe un proyecto institucional para la gestión del conocimiento que involucra el empleo de las TIC.	.495	.670
27	En mi plantel todos tienen acceso al internet.	.159	.845
28	En mi plantel no existe censura para ingresar a todos los sitios dentro de la internet.	.216	.732
29	En mi plantel todos hacemos un uso responsable de la internet sin cometer plagios académicos	.463	.686
30	En mi plantel se fomenta la creatividad mediante el empleo de las TIC.	.653	.562
<p>Método de extracción: Análisis de componentes principales.</p> <p>Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.</p> <p>a. La rotación ha convergido en 3 iteraciones.</p> <p>Fuente: elaboración propia</p>			

## SEGUNDA ETAPA

En un segundo nivel de análisis, se recurrió a la transformación de variables para cualificar el uso de las TIC en el total de la muestra (n=604). Para ello se recategorizaron mediante cuatro intervalos de valoración: Muy Desfavorable, Desfavorable, Favorable, Muy Desfavorable y Muy Favorable, fundamentándose en la escala Likert original (valores del 1 al 5), para este caso los intervalos se ordenaron de la siguiente manera: 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, para cada categoría respectivamente, empleándose para ello la estimación de la obtenida en cada escalamiento. Los resultados se muestran en el Tabla 6.

Las máximas frecuencias se expresan en la valoración Favorable y Muy Favorable, con porcentajes del 47.4% y 31.0% respectivamente, lo que permite inferir que un 78.4% de los estudiantes expresaron que el uso de las TIC contribuye en su formación científica. Sin embargo, existe un amplio margen de mejora que debe ser atendido, sobre todo en lo concerniente a las variables que explican el componente o bloque 2, identificado como el relativo a la disponibilidad y acceso académico institucional de las TIC, ya que es el que menor carga factorial mostró en el estudio.





Tabla 6. Frecuencias encontradas en la categorización de las respuestas asociadas al uso potencial de las TIC en la formación científica de los estudiantes del nivel superior tecnológico en el estado de Veracruz, México.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
	Muy desfavorable	84	13.9	13.9
	Desfavorable	47	7.8	21.7
	Favorable	286	47.4	69.0
	Muy favorable	187	31.0	100.0
	Total	604	100.0	

Fuente: elaboración propia

## DISCUSIÓN

A la entrada del siglo XXI, las TIC “han sido reconocidas como recursos innovadores que permiten diseñar un conjunto de estrategias en las prácticas docentes, capaces de producir una verdadera revolución educativa en general” (Capuano, 2011, p.79), sin embargo, dicho reconocimiento ha venido de las instancias administrativas y diseñadores curriculares, quienes basados en la utilidad que pueden tener en el campo de la enseñanza y el aprendizaje, las han concebido como instrumentos didácticamente necesarios, especulando acerca de sus potenciales usos dentro de los procesos formativos asociados a la alfabetización científica y tecnológica, ya que “permiten un intercambio y almacenamiento de información más rápido, multidireccional y multimodal, así como una mayor interacción entre personas, comunidades y contextos” (López-Simó, Couso-Lagarón, Simarro-Rodríguez, Garrido-Espeja, Grimalt-Álvaro, Hernández-Rodríguez y Pint- Casulleras, 2017, p. 691). Al respecto se presupone su empleo en las clases teóricas, donde expositivamente se presentan y debaten conceptos, se resuelven problemas y se diseñan y planean experimentos, así como en

las sesiones de práctica donde se manejan datos obtenidos de un equipo experimental, se recuperan mediciones obtenidos de la simulación de experimentos de laboratorio o de determinadas situaciones físicas, sin descartar el manejo estadístico de dichos datos y su representación gráfica (Capuano y González, 2008), e incluso abren “la posibilidad de tener acceso a entornos virtuales de aprendizaje a través de la educación distancia” (García-Sánchez, Reyes- Añorve y Godínez-Alarcón, 2017, p.4).

Con todo ello, la evidencia de investigación disponible no permite identificar hasta dónde estas actividades se están realizando dentro de las instituciones educativas en el nivel superior tecnológico. Lo que si se ha demostrado es que el uso de las TIC por sí mismas no implica una mejora de los procesos de enseñanza, ya que los profesores utilizan las TIC para efectuar “tareas académicas formales de bajo nivel (obtener información de Internet) o con fines administrativos (desarrollar planes de lecciones, hojas de trabajo, pruebas de evaluación, etc.) en lugar de como una herramienta de aprendizaje para apoyar el aprendizaje activo de los estudiantes” (Jimoyiannis, 2010, p. 1259), ya



que la disponibilidad de la tecnología informática por sí sola tiene poco o ningún impacto en el desafío intelectual de las lecciones o los estilos de aprendizaje de los estudiantes (Valiente, 2010), e incluso, por el contrario, es posible que estén contribuyendo a la consolidación de los enfoques didácticos más tradicionalistas dentro de la práctica educativa de los maestros, debido a que parece existir un conflicto entre profesor, sus creencias y actividades docentes, determinado principalmente por su contexto cultural (Liu, 2011), condición que propicia la migración de dichos sistemas convencionales de enseñanza a las plataformas digitales. De acuerdo con Valiente (2010):

... el cambio requiere un enfoque holístico para que la promesa de las TIC se convierta en una realidad en las escuelas. Aprendizaje metas, currículos, estrategias de enseñanza, didácticas y evaluaciones deben cambiar para que esta tecnología tenga la oportunidad de ser beneficiosa. Parte de la resistencia a este tipo de programas se basa en la falta de apoyo desplegado a alumnos y profesores (p.8)

Sobre esta base se hace necesario saber hasta dónde las estrategias y acciones emprendidas dentro de los proyectos de mejora continua que despliega el TecNM. en torno a la incorporación de las TIC en sus programas académicos, representan en realidad un apoyo para la formación científica y tecnológica de los estudiantes, requerimiento que dimensiona los resultados de la presente investigación.

Al revisar la evidencia obtenida, se puede destacar que los docentes enfrentan el reto no solo tecnológico, sino principalmente pedagógico (OREALC/UNESCO, 2013; Suárez, Lloret & Mengual, 2016), lo que permite asumir que los maestros que laboran en el TecNM del estado de Veracruz, están desplegando algún tipo de estrategia didáctica efectiva, lo que coincide por lo reportado por Villarruel-Fuentes

y Pérez-Santiago (2017), quienes confirmaron que los maestros de este nivel educativo “privilegian el aprendizaje experimental por descubrimiento, atendiendo las premisas del aprendizaje significativo y el constructivismo” (p.113), esto debido en gran medida a “la tradición tecnológica que persiste en los institutos, apegados al paradigma positivista de la ciencia y al sentido utilitario de la tecnología” (Villarruel-Fuentes, Pérez-Santiago, Chávez-Morales y Arano-Sánchez, 2017, p.51), siendo recomendable para este caso “reforzar los escenarios de aprendizaje y las estrategias didácticas que emplean, orientándolos hacia modelos alternativos, principalmente en el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad.” (Villarruel-Fuentes y Pérez-Santiago (2017, p.113).

En este sentido, el que los estudiantes hayan centrado sus respuestas en el intervalo de Favorable y Muy Favorable, se constituye en un primer indicio del uso que las TIC tienen dentro del sistema tecnológico del estado, y deja abierta la posibilidad de una mejora continua, sobre todo en los aspectos asociados a la *formación científica a partir del empleo didáctico de las TIC*, prestando particular atención al diseño y operación de un programa de superación continua que contemple también la *disponibilidad y acceso académico institucional de las TIC*, segundo de los componentes identificados en el estudio. Al respecto se debe entender que:

... enseñar y aprender ciencias en el nuevo milenio, no radica solamente en vincular la teoría con la práctica, o conocer los últimos adelantos científicos, sino valorar la historicidad del contenido de enseñanza, conocer la esencia, los nexos y relaciones entre los objetos, fenómenos y procesos, tener en cuenta los aspectos éticos que acompañan a los descubrimientos científicos y crear un sentido de compromiso social en las

alumnas y alumnos. (Arteaga-Valdés, Armada-Arteaga, Del Sol-Martínez, 2016, p.171)

Es evidente que no basta con alcanzar altos niveles de experticia científica y tecnológica, donde el denominador común sea importar en las escuelas ordenadores y programas computacionales, “sin claridad previa acerca de cuáles son los objetivos pedagógicos que se persiguen, qué estrategias son las apropiadas para alcanzarlos y, sólo entonces, con qué tecnologías podremos apoyar su logro” (OREALC/UNESCO, 2013, p.6). Situación que puede llegar a presentarse en algunos planteles del TecNM en Veracruz, provocando que las tecnologías acaben relegadas a un lugar marginal dentro de las prácticas educativas de maestros y estudiantes.

Si bien esto parece no aplicar para las instituciones educativas estudiadas, las cuales por la evidencia encontrada muestran una adecuada incorporación didáctica y operativa de las TIC en los procesos educativos que se desarrollan en cada programa académico, ello no significa la optimización de dichos recursos tecnológicos. Como se evidenció, el margen de mejora aún es amplio.

## CONCLUSIONES

La evidencia permite afirmar que los maestros que laboran dentro del nivel superior tecnológico en el estado de Veracruz emplean adecuadamente las TIC dentro del proceso de formación científica de los estudiantes, contribuyendo a promover el desarrollo de habilidades para la investigación científica en los estudiantes, a partir del conocimiento que poseen sobre las mismas, su aplicación y uso adecuado.

Adicionalmente se concluye que los planteles educativos cuentan con la suficiente cobertura, disponibilidad y uso académico de las TIC,

lo que permite valorar positivamente sus programas de trabajo, y los sitúa en un contexto favorable para seguir impulsando la formación científica y tecnológica de los estudiantes a partir de dichas tecnologías de la información y la comunicación. Queda pendiente el orientar dicho proceso a partir de un programa de mejora continua, particularmente en el plano didáctico, que consolide pedagógica y didácticamente su empleo por parte de los maestros que enseñan ciencia.

## FINANCIAMIENTO

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván

Registro de proyecto: ITF-URGAL-PIE-2019-0203

Línea: ITF-URGAL-LIE-2019-0205

## DECLARACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Todos los autores afirmamos que se leyó y aprobó la versión final de este artículo.

El porcentaje total de contribución para la conceptualización, preparación y corrección de este artículo fue el siguiente: M.V.F 50%, R.C.M. 10%, E.M.L.M. 15%, R.R.V. 10%, R.G.P. 5%, E.Z.R.B. 5%, N.R.C. 5%.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arteaga-Valdés, E., Armada-Arteaga, L. y Del Sol-Martínez, J. L. (2016). La enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio. Retos y sugerencias. *Universidad y sociedad. Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos*, 8 (1), 169-176.

<http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v8n1/rus24116.pdf>



- Baelo, R., y Cantón, I. (2009). Las tecnologías de la información y la comunicación en la educación superior. Estudio descriptivo y de revisión. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50(7), 1-12. <https://doi.org/10.35362/rie5071965>
- Bandalos, D.L. & Finney, S.J. (2010). *Exploratory and confirmatory factor analysis*. In G.R. Hancock and R.O. Mueller, (Eds.). *Quantitative Methods in the Social and Behavioral Sciences: A Guide for Researchers and Reviewers*. New York, Routledge.
- Bernal-García, J., Martínez, M. D. y Sánchez-García J.F. (2004). *Modelización de los factores más importantes que caracterizan un sitio en la red*. XII Jornadas de ASEPUMA. [https://www.um.es/asepuma04/comunica/bernal\\_martinez\\_sanchez.pdf](https://www.um.es/asepuma04/comunica/bernal_martinez_sanchez.pdf)
- Capuano, V. C. (2011). El uso de las TIC en la enseñanza de las ciencias naturales. *Virtualidad, Educación y Ciencia*. 2 (2), 79-88. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/issue/view/2>
- Capuano, V. y González, M., (2008) *Sobre cómo se incorporan las NTICS a la práctica docente en general y a la práctica experimental en particular*. Memorias en CD del VI CAEDI. Sección "Impacto en las NTICS. Trabajo Nº 355. Páginas: 8.
- Colás Bravo, M. P., de Pablos Pons, J., & Ballesta Pagán, J. (2018). Incidencia de las TIC en la enseñanza en el sistema educativo español: una revisión de la investigación. *Revista De Educación a Distancia (RED)*, 18(56), 1-23. <https://revistas.um.es/red/article/view/321471>
- Coll, C. (2004). Psicología de la Educación y prácticas educativas mediadas por las tecnologías de la información y la comunicación: una mirada constructivista. *Sinéctica*, 25, 1-24.
- Coll, C., T. Mauri, y J. Onrubia (2008). Análisis de los usos reales de las TIC en contextos educativos formales: una aproximación sociocultural. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 10(1), 1-18. <http://redie.uabc.mx/vol10no1/contenido-coll2.html>
- Coll, C. (2009). *Aprender y enseñar en las TIC: expectativas, realidad y potencialidades*. En Carnero, Roberto, Juan Carlos Toscano (Coords.). *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*. Madrid: OI.
- Cristina-Montoya, L. (2010). *Utilización de las TICS en la enseñanza de las Ciencias*. II Congrès Internacional de Didactiques. 1-6. <http://www2.udg.edu/portals/3/didactiques2010/guiacdii/ACABADES%20FINALS/409.pdf>
- García-Sánchez, M. R., Reyes-Añorve, J. y Godínez-Alarcón, G. (2017). Las Tic en la educación superior, innovaciones y retos. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Sociales y Humanísticas*, 6(12), 1-18. DOI: 10.23913/ricsh.v6i12.135
- García-Valcárcel, A. y Tejedor. F.J. (2010). Evaluación de procesos de innovación escolar basados en el uso de las TIC desarrollados en la Comunidad de Castilla y León. *Revista de Educación*, 352, 125-147. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3219036>



- Gómez-Collado, M. E., Contreras-Orozco, L. y Gutiérrez-Linares, D. (2016). El impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en estudiantes de ciencias sociales: un estudio comparativo de dos universidades públicas. *Revista Innovación Educativa*, 16 (71), 61-80. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v16n71/1665-2673-ie-16-71-00061.pdf>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, M.P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mcgraw-Hill/ Interamericana Editores, S.A. DE C.V.
- Jimoyiannis, A. (2010). Designing and implementing an integrated technological pedagogical science knowledge framework for science teachers professional development. *Computers & Education*, 55(3), 1259-1269. [https://www.academia.edu/5239634/Jimoyiannis\\_A\\_2010\\_Designing\\_and\\_implementing\\_an\\_integrated\\_technological\\_pedagogical\\_science\\_knowledge\\_framework\\_for\\_science\\_teachers\\_professional\\_development](https://www.academia.edu/5239634/Jimoyiannis_A_2010_Designing_and_implementing_an_integrated_technological_pedagogical_science_knowledge_framework_for_science_teachers_professional_development)
- Lagares-Barreiro, P. y Puerto-Albandoz, J. (2001). *Población y muestra. Técnicas de muestreos*. Management Mathematics for European Schools. España: Universidad de Sevilla. [http://desenderismo.com/blogmaria/cosas/proyectos\\_4A/estadistica.pdf](http://desenderismo.com/blogmaria/cosas/proyectos_4A/estadistica.pdf)
- Linn, M. C. (2002). Promover la educación científica a través de las tecnologías de la información y comunicación (TIC). *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 347-355. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21820/21655>
- Linn, M.C. and Slotta, J.D. (2000) WISE Science. *Educational Leadership*, 58 (2), 29-32. [https://www.researchgate.net/profile/Marcia\\_Linn/publication/220041232\\_WISE\\_science/links/5435b82b0cf2bf1f1f2b3726.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Marcia_Linn/publication/220041232_WISE_science/links/5435b82b0cf2bf1f1f2b3726.pdf)
- Liu, S. H. (2011). Factors related to pedagogical beliefs of teachers and technology integration. *Computers & Education*, 56, 1012-1022. [http://kodu.ut.ee/~pedaste/meetodid/artiklid/Hii\\_ruut\\_Factors%20related%20to%20pedagogical%20beliefs%20of%20teachers%20and%20technology%20integration.pdf](http://kodu.ut.ee/~pedaste/meetodid/artiklid/Hii_ruut_Factors%20related%20to%20pedagogical%20beliefs%20of%20teachers%20and%20technology%20integration.pdf)
- López-Aguado, M., & Gutiérrez-Provecho, L. (2019). Com dur a terme i interpretar una anàlisi factorial exploratòria utilitzant SPSS. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 12(2), 1-14. <https://doi.org/10.1344/reire2019.12.227057>
- López-Simó, V., Couso-Lagarón, D., Simarro-Rodríguez, C., Garrido-Espeja, A., Grimalt-Álvaro, C., Hernández-Rodríguez, M. I. y Pintó-Casulleras, R. (2017). *El papel de las TIC en la enseñanza de las ciencias en secundaria desde la perspectiva de la práctica científica*. X congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias. Sevilla, España. 5-8 de septiembre. [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2017nEXTRA/17\\_el\\_papel\\_de\\_las\\_tic\\_en\\_la\\_ensenanza\\_de\\_las\\_ciencias\\_en\\_secundaria.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/17_el_papel_de_las_tic_en_la_ensenanza_de_las_ciencias_en_secundaria.pdf)
- Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(1), 38-47. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347>



- Miranda, A., Santos, G. y Stipcich, S. (2010). Algunas características de investigaciones que estudian la integración de las TIC en la clase de Ciencia. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 12(2). <http://redie.uabc.mx/vol12no2/contenido-mirandasantos.html>
- Morales-Vallejo, P. (2013). *El Análisis Factorial en la construcción e interpretación de tests, escalas y cuestionarios*. Universidad Pontificia Comillas, Madrid. Facultad de Ciencias Humanas y Sociales. <https://web.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/AnalisisFactorial.pdf>
- Noriega-Corrales, R. M. (2017). *Uso de las TIC y el aprendizaje en el área de Ciencia y Tecnología en centros educativos privados*. Tesis de Maestría, Escuela de Postgrado, Maestría en Educación e Idiomas de la Universidad César Vallejo, Perú. 90 p. [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/5222/Noriega\\_CRM.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/5222/Noriega_CRM.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ochoa, C. (2015). *Muestreo no probabilístico: muestreo por conveniencia*. Netquest. <https://www.netquest.com/blog/es/blog/es/muestreo-por-conveniencia>
- OREALC/UNESCO. (2013). *Enfoques estratégicos sobre las TICS en Educación en América Latina y el Caribe*. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/images/ticsesp.pdf>
- Ponte-Pedrajas, A. (2005). Aplicaciones de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (1), 2-18. <https://www.redalyc.org/pdf/920/92020102.pdf>
- Quero-Virla, M. (2010). Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach. *Telos*, 12 (2), 248-252. <https://www.redalyc.org/pdf/993/99315569010.pdf>
- Tapia-Rangel E., y León-Martínez J. (2013). Educación con TIC para la sociedad del conocimiento. *Revista Digital Universitaria*, 14 (1), 1-12. <http://www.revista.unam.mx/vol.14/num2/art16/art16.pdf>
- Román-Castillo, R. E. y Smida, A. (2017). Una reflexión ex post facto sobre la conducción de estudios multicaso para la construcción de teoría en ciencias de gestión. *INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 27 (64), 129-144. <https://www.redalyc.org/pdf/818/81850404012.pdf>
- Schiavo, E. (2007). Investigación científica y tecnológica en el campo de las TIC: ¿conocimientos técnicos, contextuales o transversales? *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, 3 (9), 91-113. <https://www.redalyc.org/pdf/924/92430907.pdf>
- Suárez, C., Lloret, C & Mengual, S. (2016). Teachers' Perceptions of the Digital Transformation of the Classroom through the Use of Tablets: A Study in Spain. *Comunicar*, 24(49), 81-89. <https://doi.org/10.3916/C49-2016-08>
- UNESCO. (2013). *Enfoques estratégicos sobre las TICS en Educación en América Latina y el Caribe*. Oficina Regional de Educación para América Latina

y el Caribe. <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/images/ticsesp.pdf>

Valiente, O. (2010). 1-1 in Education: Current Practice, International Comparative Research Evidence and Policy Implications. *OECD Education Working Papers*, 44, 1-20. <https://eric.ed.gov/?id=ED529645>

Valverde, J., Garrido, M. C., y Sosa, M. J. (2010). Políticas educativas para la integración de las TIC en Extremadura y sus efectos sobre la innovación didáctica y el proceso enseñanza-aprendizaje: la percepción del profesorado. *Revista de Educación*, 352, 99-124. [https://www.researchgate.net/publication/277271871\\_Políticas\\_educativas\\_para\\_la\\_integración\\_de\\_las\\_TIC\\_en\\_Extremadura\\_y\\_sus\\_efectos\\_sobre\\_la\\_innovación\\_didáctica\\_y\\_el\\_proceso\\_enseñanza-aprendizaje\\_la\\_percepción\\_del\\_profesorado](https://www.researchgate.net/publication/277271871_Políticas_educativas_para_la_integración_de_las_TIC_en_Extremadura_y_sus_efectos_sobre_la_innovación_didáctica_y_el_proceso_enseñanza-aprendizaje_la_percepción_del_profesorado)

Villarruel-Fuentes, M., Pérez-Santiago, F., Chávez-Morales, R. y Hernández-Arango, I. (2017). Percepciones sobre ciencia y tecnología en estudiantes del nivel superior tecnológico de Veracruz, México. *Revista Perspectiva Educativa. Formación de Profesores*, 56 (1), 43-61.

<http://www.perspectivaeducacional.cl/index.php/peducacional/article/viewFile/465/233>

Villarruel-Fuentes, M., y Pérez-Santiago, F. (2017). La enseñanza de la ciencia en el sistema tecnológico de Veracruz: una perspectiva de género. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 11(1), 113-133. <https://doi.org/10.19083/ridu.11.508>