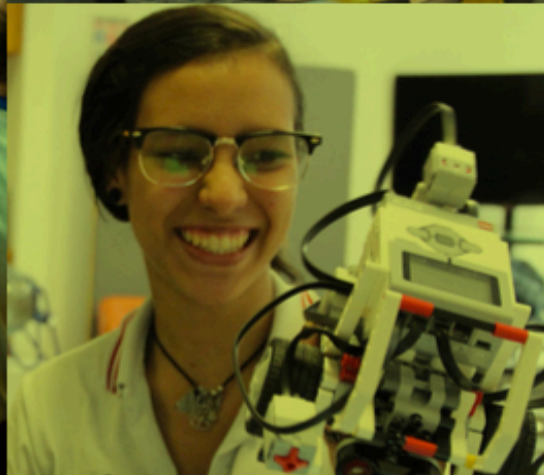


**UNIVERSIDAD  
EAFIT®**



**2018**



# MEDICIÓN DEL USO Y APROPIACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES POR PARTE DE LOS DOCENTES COLOMBIANOS

REPORTE DE INVESTIGACIÓN



**Autores:**

Mónica Patricia Ospina  
Juan José Estrada  
Juan Pablo Román  
Daniel Cuartas Rocha

**Investigadores:**

Claudia María Zea R.  
María Del Rosario Atuesta V.  
Juan Guillermo Lalinde P.  
Gloria Patricia Toro R.  
Diego Ernesto Leal F.  
Mónica Patricia Ospina L.  
Alfonso Vélez R.  
Catalina López O.  
Adolfo León Maya S.

**Diseño y diagramación:**

Alejandra Echeverry S.  
Estefanía Jiménez T.

**Forjando Futuros para la Educación en Colombia** es un proyecto orientado a afianzar los procesos de investigación sobre la efectividad de innovaciones educativas mediadas con TIC y su escalamiento, para mejorar el aprendizaje y aumentar las oportunidades de empleo a los jóvenes colombianos.



CC BY 4.0

**Atribución:** Dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

**UNIVERSIDAD  
EAFIT**<sup>®</sup>

Financiado por:



**IDRC | CRDI**

International Development Research Centre  
Centre de recherches pour le développement international

**Canada**<sup>11</sup>

# Presentación

A medida que la tecnología se integra en la dinámica de la sociedad y se va generando un consenso en torno a la importancia de definir los alcances y limitaciones éticas de su uso, las discusiones sobre la pertinencia de las tecnologías digitales se han centrado en cómo el ser humano debe autogestionar su proceso de aprendizaje, como las instituciones educativas deben adaptar sus procesos a las dinámicas, tiempos e intereses de las personas y la sociedad y como el estado y sus instituciones deben ser capaces de interpretar esta nueva realidad para formular e implementar políticas pertinentes que promuevan el desarrollo individual y colectivo a partir de los nuevos recursos disponibles

En este contexto, la serie de estudios en Educación y Tecnología pone a disposición de la comunidad una serie de investigaciones que buscan aportar a la discusión sobre las formas, estrategias, modelos y efectos derivados de la incorporación de las tecnologías digitales en el contexto educativo.

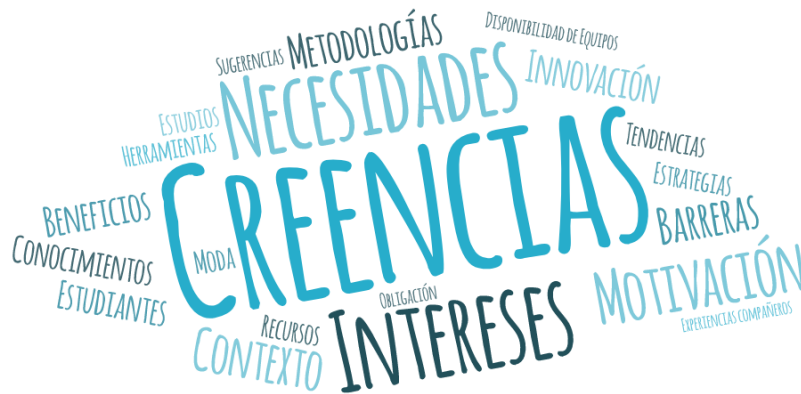
Esperamos que las metodologías, resultados y lecciones aprendidas de esta serie de estudios contribuyan a mejorar el diseño, implementación y evaluación de programas y políticas que buscan incorporar las tecnologías digitales en el contexto educativo.

La serie de estudios en educación y tecnología busca contribuir a la discusión sobre aspectos metodológicos, teóricos y empíricos derivados del proceso de incorporación de tecnologías digitales en el sistema educativo. Los artículos aquí presentados no han sido evaluados por pares académicos ni un comité editorial y las opiniones expresadas son de exclusiva responsabilidad de los autores y no representan la visión de la Universidad EAFIT y el International Development Research Center (IDRC).

## Resumen no técnico

Es difícil imaginarse todos los aspectos que llevan a un docente a usar tecnologías digitales en su entorno educativo. Para identificarlos, es frecuente la aplicación de encuestas de percepción que, a grandes rasgos, resumen aspectos como la disponibilidad de recursos tecnológicos; el nivel de conocimiento en herramientas o estrategias de uso de tecnología digitales en educación; temores, barreras, oportunidades o beneficios de su uso y necesidades o prácticas de formación en el tema. Para medir estas dimensiones, los instrumentos empleados están compuesto por un alto número de preguntas, que si bien permiten identificar características de forma independiente, dificultan conocer el nivel general que tiene un docente.

Así, el problema principal al analizar de forma conjunta este tipo de instrumentos consiste en la correcta agregación de las variables y dimensiones que lo componen. En la mayoría de los casos, estos análisis se realizan a partir del cálculo del promedio entre las diferentes variables, lo cual puede estar afectado por el número de opciones de las preguntas, el orden de las respuestas y la relación que puede existir entre las diferentes respuestas de un mismo docente.

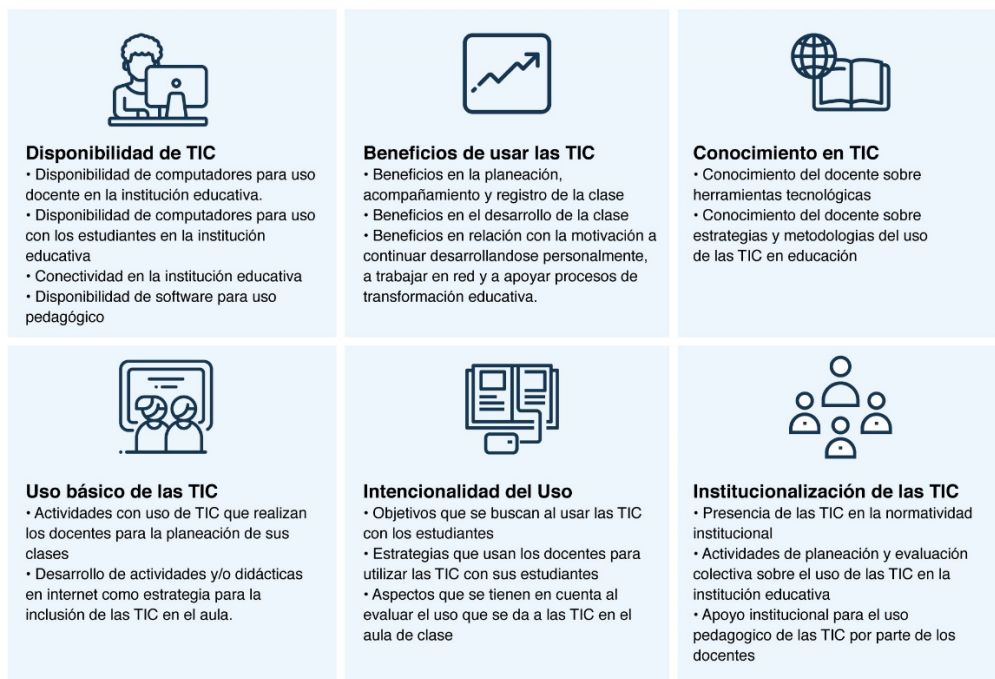


Considerado esto, este estudio propone y valida una escala a partir de la cual es posible conocer el nivel de los docentes en términos de uso y apropiación de tecnologías digitales. Considerando que el instrumento empleado no sigue un marco teórico específico, se utilizó inicialmente una metodología de análisis factorial exploratorio a partir de encuestas diligenciadas por 5919 docentes pertenecientes a 121 instituciones educativas públicas de Colombia entre los años 2013 y 2015. Es importante considerar que la muestra empleada está compuesta por 24 instituciones educativas que hacen parte del Plan Digital TESO y para las cuales se cuenta con información para los años 2013, 2014 y 2015; las restantes, hicieron parte del Plan

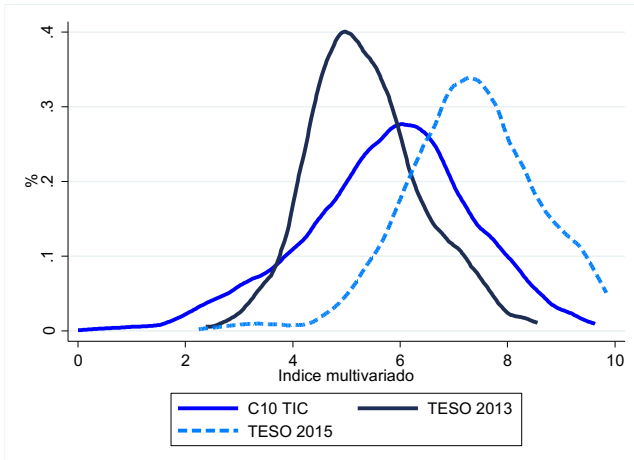
Nacional Colegio 10TIC (Colombia) en el año 2015. La importancia de esto radica en que los resultados son consistentes a nivel interno en diferentes años y externo en diferentes muestras.

A nivel docente, el proceso permitió calcular y validar un índice multidimensional compuesto por las dimensiones de beneficios de la tecnología, disponibilidad de recursos tecnológicos en la institución educativa, uso de recursos en la práctica docente, intencionalidad del uso de tecnología en el aula de clase e institucionalización de la tecnología en la planeación escolar. Adicionalmente, se empleó la metodología de análisis factorial exploratorio multinivel con el fin de evaluar la pertinencia de agregar las percepciones individuales a nivel institucional. Siguiendo esto, fue posible validar estadísticamente la existencia de los factores institucionales de disponibilidad de recursos tecnológicos e institucionalización de la tecnología en la planeación escolar.

### Dimensiones del índice multivariado de uso y apropiación de tecnologías digitales



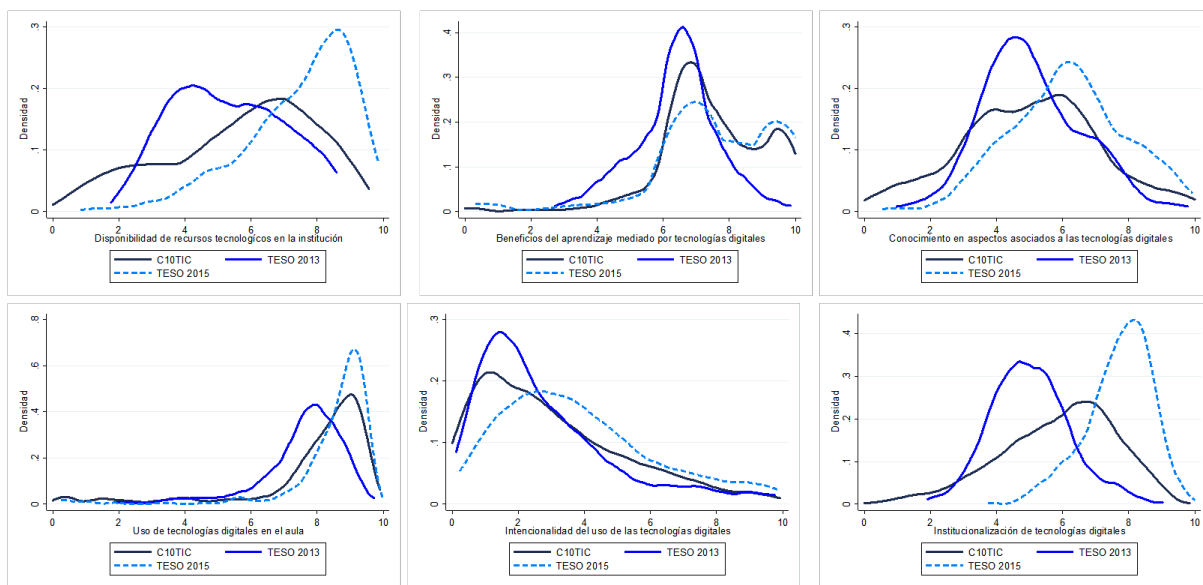
**Gráfico 1. Distribución del índice multivariado de uso y apropiación de tecnologías digitales**



En términos de resultados, el ejercicio permitió establecer la validez psicométrica del instrumento empleado y a partir de esto, proponer una métrica novedosa que resume diferentes dimensiones asociadas al uso de tecnologías digitales por parte del docente en el contexto educativo. Así, el gráfico 1 muestra la distribución del puntaje de los docentes en el índice multivariado para las 24 instituciones educativas que hacen parte del Plan Digital TESO (2013 y 2015) y las 121 del Plan Nacional Colegio 10 TIC (C10 TIC). En cuanto a las diferentes dimensiones

que componen el índice, el gráfico 2 muestra la distribución de los docentes según el año y proyecto en el que diligenciaron la encuesta.

**Gráfico 2. Distribución de los factores que componen el índice multivariado de uso y apropiación de tecnologías digitales**



Estos resultados muestran que en general un alto porcentaje de docentes manifiestan usar de forma frecuente las tecnologías digitales y perciben beneficios derivados de este uso en la institución educativa; tienen un nivel medio en cuanto al nivel de conocimiento e institucionalización en su escuela y bajo en las prácticas, estrategias y metodologías empleadas al momento de usarlas en el aula de clase. En cuanto a los docentes del Plan Digital TESO, estos resultados muestran que los docentes mejoraron en todos los factores que componen el índice entre los años 2013 y 2015.

Finalmente, es importante resaltar el uso de este tipo de metodologías permite analizar de forma simple y sintética los resultados de la encuesta de percepción sobre el uso y apropiación de tecnologías digitales por parte de docentes y da evidencia sobre los resultados generales. Así mismo, la estrategia metodológica permitió validar la funcionalidad y fiabilidad estadística ya que confirmó la agrupación de variables planteada a priori y las cuales se fundamentan en los bloques temáticos propuestos en la encuesta.

## Resumen

Este estudio propone y valida una escala multivariada para medir el uso y apropiación de las tecnologías digitales en docentes. Considerando que el instrumento empleado no sigue un marco teórico específico, para su validación se emplearon las metodologías de análisis factorial exploratorio y análisis factorial exploratorio multinivel y a partir de encuestas de percepción diligenciadas por 5919 docentes pertenecientes a 121 instituciones educativas públicas de Colombia entre los años 2013 y 2015. Una vez verificadas las propiedades psicométricas de la encuesta, a nivel individual se estimó un índice compuesto por las dimensiones de beneficios de la tecnología, disponibilidad de recursos tecnológicos en la institución educativa, conocimiento en aspectos relacionados con las tecnologías digitales, uso de recursos tecnológicos en la práctica docente, intencionalidad del uso de tecnología en el aula de clase e institucionalización de la tecnología en la planeación escolar. A nivel grupal y considerando que un menor porcentaje de preguntas de la encuesta se asociaban directamente a la institución educativa, la metodología multinivel permitió establecer validez de las dimensiones de disponibilidad de recursos tecnológicos e institucionalización de la tecnología en la planeación escolar.

**Palabras claves:** Modelos multivariados, validación de encuestas, uso de tecnologías digitales en educación.

# 1. Introducción

En los últimos años y gracias a los avances en la ciencia de la computación, se ha masificado el uso de herramientas y métodos que emplean las tecnologías digitales en búsqueda de transformar el sistema educativo acorde a los paradigmas y necesidades de la educación actual (UNESCO, 2013). Adicionalmente, se espera que su uso transforme el proceso de enseñanza-aprendizaje derivando en mejoras en el desempeño académico de los estudiantes (Collis y Moonen, 2002) y (Zea et al, 2013).

Para medir su incorporación, las investigaciones que buscan proponer indicadores y medidas estandarizadas se han enfocado principalmente en el acceso y el uso de forma aislada y sin tener en cuenta otros tipos de determinantes. Este es el caso de la propuesta de Naciones Unidas (2015), donde se sugieren un grupo de indicadores a nivel individual, de hogares y de empresas los cuales están centrados en medidas de proporción de uso y tenencia de dispositivos tecnológicos<sup>1</sup>. Para el caso específico del sector educativo, UNESCO (2009) presenta un estudio donde se muestran instrumentos e indicadores que se generan con el objetivo de medir el impacto en diferentes intervenciones alrededor del mundo<sup>2</sup>; este estudio considera una variedad más amplia de conceptos, como el acceso a infraestructura de telecomunicaciones, la frecuencia de uso, la formación docente, el apoyo para su incorporación a nivel institucional y el compromiso político.

Sin embargo, la evidencia empírica no ha mostrado evidencia concluyente en términos del efecto del uso de tecnologías digitales en relación con mejoras en el aprendizaje, retención y éxito de los estudiantes en educación básica y media (IDRC y Fedesarrollo, 2016) y (Mishra y Azeez, 2014). Esta ambigüedad puede estar ocasionada porque en efecto, la apropiación y los resultados de la implementación de tecnología dependen en gran medida del contexto y el tipo de uso que se les dé, porque los procesos de incorporación de tecnología no han alcanzado el nivel de madurez suficiente para lograr cambios en el aprendizaje de los estudiantes o porque las variables empleadas no necesariamente reflejan el estado tecnológico de las instituciones educativas.

Para esto último y considerando el efecto positivo entre la calidad del docente y los indicadores tradicionales de calidad educativa (Barrett et al., 2017 y Trucano, 2005), este estudio propone una nueva métrica multivariada para medir el nivel de uso y apropiación de las tecnologías digitales por parte de los docentes de educación básica y media en Colombia. Teóricamente, se asume que su uso pedagógico es una variable que no se puede observar directamente y que se forma de la relación entre diferentes dimensiones asociadas a la tecnología disponible, el nivel de conocimiento que se tenga sobre esta, los prejuicios percibidos y factores institucionales que promuevan su uso.

---

<sup>1</sup> Internet, teléfono móvil, radio, televisión, equipos de cómputo, etc.

<sup>2</sup> Países bajos, Hong Kong, países pertenecientes a la Asociación Internacional para la Evaluación de Logros Educativos y países pertenecientes a la OCDE.

Para su validación empírica, se empleó información diligenciada por 5919 docentes pertenecientes a 121 instituciones educativas públicas de Colombia entre los años 2013 y 2015. Es importante considerar que la muestra empleada está compuesta por 24 instituciones educativas que hacen parte del Plan Digital TESO y para las cuales se cuenta con información para los años 2013, 2014 y 2015; las restantes, hicieron parte del Plan Nacional Colegio 10TIC (Colombia) en el año 2015<sup>3</sup>. La importancia de esto radica en que los resultados son consistentes a nivel interno en diferentes años y externo en diferentes muestras.

Considerando la naturaleza no observable de esta variable y que el instrumento de percepción empleado indaga por variables a nivel individual e institucional, se optó por utilizar los métodos multivariados de análisis factorial exploratorio (AFE) y análisis factorial exploratorio multinivel (MAFE) los cuales permiten identificar una serie de variables latentes o no observadas a partir de diferentes variables que no guardan una estructura teórica predefinida.

La pertinencia de este método radica en realizar una correcta agregación de las variables y dimensiones que lo componen. En la mayoría de los casos se recurre estimación de promedios, pero esto puede llevar a análisis sesgados si no se tiene en cuenta la correlación entre las respuestas de un mismo docente y la naturaleza estadística de las variables originales Olsson (1979b).

A partir de estas metodologías y una vez verificadas las propiedades psicométricas, los resultados muestran la funcionalidad y confiabilidad del instrumento para medir el uso y apropiación de las tecnologías digitales en los docentes evaluados tanto en la dimensión individual como en la institucional y permitió confirmar la agrupación de variables planteadas a priori y las cuales se fundamentan en los bloques temáticos propuestos inicialmente en el instrumento y en el modelo teórico UbiTAG.

En términos de contenido, este documento se encuentra dividido en seis secciones siendo esta parte introductoria la primera de ellas, a continuación se presenta la revisión de literatura y el marco teórico del estudio. La tercera sección desarrolla los aspectos técnicos de las dos metodologías empleadas para la validación del instrumento y la muestra empleada. Las secciones cuatro y cinco muestran los resultados tanto para la dimensión individual como grupal y la sexta y última sección está dedicada a las conclusiones.

---

<sup>3</sup> Para información sobre el alcance y desarrollo de ambos programas visitar:  
<https://informaticaeducativa.eafit.edu.co/proyecto/colegio10tic/>

## 2. ¿Qué dice la literatura?

Los sistemas educativos en diversos países del mundo, y en especial en América Latina, vienen enfrentando diferentes debates y reflexiones frente a la pertinencia del modelo educativo actual y donde el eje central se enfoca en la transformación de los procesos de aprendizaje, la distribución en red del conocimiento, el desarrollo de escenarios propicios para los aprendizajes colaborativos a lo largo de la vida (Leal, 2009) y la generación de una cultura de aprendizaje en todo momento y lugar (Zea et al., 2013).

En este contexto, la revolución tecnológica cambia el paradigma del docente como el único poseedor y transmisor de conocimientos y se da una profunda transformación en la forma en la que el ser humano concibe sus procesos de aprendizaje, y en donde, a partir de los desarrollos tecnológicos, se han puesto a disposición de cualquier ciudadano un sinnúmero de dispositivos y contenidos que le permiten transformar sus entornos y aprovechar el conocimiento para mejorar su bienestar.

Estos nuevos escenarios establecen una serie de retos en términos de acceso y apropiación de los nuevos entornos tecnológicos, con beneficios que trascienden lo individual y se instalan en lo colectivo. De esta manera, los desarrollos permanentes en los sistemas tecnológicos establecen cada día múltiples oportunidades en términos de conexión, interactividad, simultaneidad y visibilidad, ampliando los escenarios desde lo local a lo global.

Adicionalmente y considerando los recursos que han sido invertidos para la modernización tecnológica de las escuelas, es cada vez más frecuente encontrar en la literatura evaluaciones de resultado o impacto sobre programas de incorporación de tecnologías digitales en educación. Biagi y Loi (2013) afirman que la masificación de estos estudios se debe, entre otros aspectos, a que los métodos tradicionales de medición no han sido eficaces para capturar la dinámica del problema. En este sentido y a manera de resumen, Tondeur et al. (2015) sintetizan diferentes estudios asociados a la evaluación de la efectividad de las tecnologías digitales en educación y resume en tres grupos la forma tradicional de evaluarlas:

- Cuestionarios enfocados en la frecuencia y los usos pedagógicos que los docentes le dan a las tecnologías digitales.
- Pruebas formales que buscan medir de forma transversal las competencias digitales.
- Evaluaciones de desempeño que evalúan el nivel de uso de tecnologías digitales a partir de la solución de tareas y retos.

De forma específica, un alto porcentaje de las evaluaciones realizadas a los docentes se desarrollan a partir del uso que estos le dan a los equipos tecnológicos disponibles en sus instituciones educativas (Keller et al, 2005). Sin embargo, autores como (Cox et al., 2003; Hinostroza et al., 2005; Pérez and Ravela, 2012) dicen que estos estudios son limitados, ya que no consideran las actividades que se realizan con ellos. De forma más general, el trabajo de Pelgrum (2001) afirma que la apropiación de la tecnología por parte de los docentes depende en última instancia de los recursos disponibles, el nivel de conocimiento que se tenga sobre estos, los prejuicios percibidos y factores institucionales que promuevan su uso.

En relación con esto, el modelo más aceptado para la identificación del uso y apropiación de las tecnologías digitales por parte de los docentes es el *Pedagogical Content Knowledge (TPACK)*. Este modelo teórico basado en la relación entre la tecnología, la pedagogía y los contenidos; permite describir los aspectos que un docente debe tener para implementar de forma exitosa las tecnologías digitales en su práctica pedagógica (Schmidt et al, 2009).

En última instancia, el supuesto del modelo es que la interacción de estas tres dimensiones mejora el nivel de conocimiento de los docentes en estrategias y formas de usar adecuadamente las tecnologías digitales en el aula de clase y su efectividad (Thompson and Mishra, 2008 y Voogt et al., 2013b). Sin embargo, existe poca evidencia empírica sobre este modelo debido a que no ha sido posible validar de forma adecuada los tres constructos teóricos que lo componen (Archambault and Barnett, 2010; Sang et al., 2014; Tondeur et al., 2015; Voogt et al., 2013a). Según Segall (2004), el principal problema se asocia a la separación del nivel de conocimiento en las tres dimensiones que considera el modelo. Adicionalmente, Koehler and Mishra (2008) afirman que si bien el conocimiento es una variable importante, no garantiza un efectivo uso de las tecnologías digitales y el modelo teórico no es claro en cómo este conocimiento se relaciona con las variables de contexto.

De igual forma, Pelgrum (2001) afirma que existen una serie de barreras que no son considerados en los modelos teóricos basados en el nivel de conocimiento y que afectan finalmente la efectividad de las tecnologías digitales en educación. Estas barreras se relacionan con la deficiencia de equipos tecnológicos en las instituciones educativas, factores institucionales, creencias, actitudes, motivaciones, ansiedades, cultura, experiencia, prácticas de formación, entre muchas características de los docentes y su contexto (Igbaria et al., 1996; Karsten and Roth, 1998; Niederhauser and Stoddart, 2001; Kian-Sam, 2002; Torkzadeh et al., 2006; Albirini, 2006; Andersson, 2006; Aydin, 2007; Bovee et al., 2007; Li and Kirkup, 2007; Lim, 2007; Teo et al., 2008a; Paraskeva et al., 2008; Teo et al., 2008b).

Modelos más complejos, como los círculos concéntricos propuestos por Tondeur (2007), han surgido como resultado de la necesidad de crear un marco teórico que tenga en cuenta un mayor número de dimensiones que el modelo TPACK. Este modelo teórico propone la existencia de cinco círculos que influyen el uso de las tecnologías digitales por parte de los docentes y donde el objetivo central es definir cuál de los tres tipos de uso le dan los docentes a las tecnologías digitales en el salón de clase: conocimiento básico, herramienta informativa o para favorecer el aprendizaje. El modelo define esta clasificación con el fin de analizar los determinantes, a nivel individual e institucional, que determinan cada tipo de uso.

Así, el autor categoriza los determinantes del uso entre aquellos que se asocian directamente al docente y los que están determinados en la institución educativa. Para los docentes, estos se desagregan a su vez en las actitudes y creencias sobre las tecnologías digitales (características culturales) y aquellos que se asocian a las características personales del docente y a su experiencia con las tecnologías digitales (características estructurales). A nivel institucional, las características culturales reflejan el nivel de liderazgo e institucionalización, mientras que las de contexto se asocian a la infraestructura tecnológica que provee la institución educativa. A pesar de tener más consistencia teórica, aún no existe evidencia empírica de la validación de este modelo teórico.

Considerado lo anterior, este artículo usa un modelo teórico que incluye características a nivel de docente y de las instituciones educativas a partir de la propuesta metodológica de Zea et al (2013) la cual se denomina UbiTAG. Este modelo considera las dimensiones de aprendizaje, tecnología y gestión; los autores afirman que un proceso de incorporación de tecnología en educación será exitoso si existe una interdependencia entre las dimensiones que componen el modelo.

Para medir estas dimensiones, se adaptó un instrumento diseñado por la Fundación Telefónica que busca establecer, desde la percepción de los docentes, su nivel de conocimiento, tenencia, uso y apropiación de las tecnologías digitales en el contexto educativo. Este incluye las tres dimensiones teóricas del modelo UbiTAG y considera tanto aspectos a nivel individual como institucional.

A nivel individual, el instrumento de percepción indaga por el conocimiento en aspectos asociados a las tecnologías digitales, frecuencia y tipo de uso en la institución educativa, motivaciones, beneficios y repercusiones derivadas de su uso. A nivel institucional, la encuesta considera percepciones colectivas e incluye preguntas asociadas a la disponibilidad de recursos tecnológicos y la existencia de prácticas institucionales que fomenten y regulen su uso.

Considerando que la mayoría de los estudios se concentran principalmente en analizar el problema desde la dimensión individual, es común el uso de la metodología de Análisis Factorial Exploratorio (AFE) para la reducción de las variables a analizar. En este sentido, Papanastasiou and Angeli (2008) utilizan este método y encuentran evidencia de la existencia de las dimensiones de nivel de conocimiento de software, frecuencia de uso, confianza al usar las tecnologías digitales, incentivos institucionales, ansiedades, creencias e infraestructura tecnológica.

Safitry et al (2010) encuentran evidencia de estos mismos constructos y evidencia empírica sobre la existencia de barreras y obstáculos asociados a la implementación de tecnologías digitales. Akbulut et al. (2007) incorpora necesidades especiales y éticas y un factor asociado al currículo. En general, estos constructos incluyen todos los aspectos asociados al uso de tecnologías digitales por parte de los docentes (Chanlin, 2005; Wozney et al., 2006; Akbulut et al., 2007; Papanastasiou and Angeli, 2008; Safitry et al., 2010; Kandasamy and Faculty, 2013; Tondeur et al., 2015) y fueron considerados para el desarrollo de este artículo.

A nivel institucional, estudios como el de Kling (2000) y Kling and Lamb (2000) afirman que el liderazgo institucional es un determinante de un proceso exitoso de incorporación de tecnologías digitales. En este sentido, el instrumento empleado incluye preguntas que estaban enunciadas con el fin de conocer la percepción de los docentes en relación con este liderazgo institucional y con la disponibilidad de recursos tecnológicos.

Finalmente, estudios como el de (Hansen et al., 2004) afirman que es incorrecto analizar de forma conjunta preguntas dirigidas al individuo y a un colectivo; a partir de esto, la medición de los aspectos institucionales deberá considerar de forma independiente las dimensión individual e institucional.

## 3. Metodología

### 3.1 Muestra

La validación empírica se realizó a partir de encuestas diligenciadas por 5919 docentes pertenecientes a 121 instituciones educativas públicas de Colombia entre los años 2013 y 2015. Debido a que las metodologías empleadas implicaban completitud de información, se eliminaron los docentes que no habían respondido alguna de las preguntas y se seleccionó una muestra final de 4226 docentes.

En cuanto a las características observables, los docentes tenían un promedio de edad de 44.8 años ( $sd=9.6$ ), el 60% orientaban asignaturas en el nivel secundario y medio (sexto hasta once), el 34% en los grados de básica primaria (primero a quinto) y el restante 6% en preescolar. En promedio, los docentes tienen una media de 15.5 años de educación ( $sd=0.63$ ). El 48% tiene un posgrado en educación, el 42% una especialización, el 5% una maestría y el 0.07% un doctorado.

Frente a la disponibilidad de recursos tecnológicos, el 71% de los docentes tiene acceso a un computador con internet en su institución educativa y el 96% en el hogar. En cuanto al uso pedagógico, el 10% dicen no usarlo en el aula de clase y el 42% dice usarlo más de cuatro horas a la semana. Adicionalmente, el 83% manifiesta tener un nivel medio o superior con relación al conocimiento en diferentes aspectos asociados al uso de tecnologías digitales.

Considerando que la muestra total se compone de cuatro grupos poblacionales diferentes, se estimó el AFE para cada uno de los subgrupos con el fin de verificar consistencia intermuestral e intertemporal a la validación. Así, el grupo de tratamiento está compuesto por docentes que hicieron parte de un plan de uso y apropiación de tecnologías digitales (Plan Digital Teso) y que respondieron el instrumento en los años 2013 (11.2%), 2014 (14.7%) y 2015 (22%). El grupo de control, que representa el 52% de la muestra, se compone por docentes que no fueron tratados por el plan y que diligenciaron el instrumento en el año 2015.

### 3.2 Instrumento de uso y apropiación de tecnologías digitales

El instrumento de percepción empleado fue diseñado para medir de forma individual y colectiva el uso y apropiación de tecnologías digitales por parte de los docentes a partir de las dimensiones planteadas en el modelo UbiTAG (ver anexo 1).

A nivel individual considera los constructos de uso, tecnología, conocimiento, intencionalidad y beneficios. La primera subescala (uso) incluye variables *dummy* para medir el uso, posesión y beneficios de las tecnologías digitales en el hogar. El constructo de tecnología se compone por un lado de variables *dummy* para medir disponibilidad de dispositivos y una escala Likert que va de 0 (nunca) a 3 (Alta) para valorar su calidad y disponibilidad. La subescala de conocimiento se compone por un grupo de preguntas tipo Likert que va de 0 (ninguno) a 3 (alto) e indaga por el conocimiento en diferentes aspectos relacionados con las tecnologías digitales.

El constructo de intencionalidad está compuesto de variables dummy que representan los objetivos, actividades de planeación, estrategias de implementación y evaluación del uso de las tecnologías digitales en el aula de clase. Finalmente, el constructo de beneficios se compone por preguntas tipo Likert con cuatro opciones que van de completamente en desacuerdo a completamente de acuerdo.

A nivel institucional, el factor de institucionalización se compone de preguntas tipo Likert que va de 0 a 5 según el nivel de incorporación de las tecnologías digitales en la normatividad y practica institucional. Finalmente, un segundo factor de tecnología indaga por la satisfacción del docente con los recursos tecnológicos disponibles en la institución educativa.

### 3.3 Análisis factorial exploratorio

La metodología AFE fue seleccionada para analizar las percepciones individuales en las dimensiones de intencionalidad, conocimiento, uso, beneficios, institucionalización, infraestructura tecnológica y percepciones negativas de las tecnologías digitales. Utilizando el software estadístico STATA y considerando que el instrumento cuenta con preguntas de respuesta binaria o categóricas ordenadas, asumir una distribución normal para el método podría ocasionar estimaciones sesgadas tanto en el número de factores estimados como en sus cargas factoriales Olsson (2079a).

Dado lo anterior y siguiendo a Kolenikov and Angeles (2004) and Olsson (1979b) para obtener estimaciones insesgadas de los factores la aproximación adecuada es asumir que las variables discretas provienen de una variable continua subyacente  $X_k^*$ . Si las variables observadas están divididas en categorías  $1, 2, 3, \dots, k$  se asume que son obtenidas dividiendo la variable continua  $X_k^*$  según un conjunto de umbrales.

Para obtener estimaciones insesgada de la correlación entre dos variables categóricas  $x_1$  y  $x_2$  se debe encontrar la correlación de las variables continuas subyacentes  $x_1^*$  y  $x_2^*$ , este tipo de estimación se denomina correlación policórica (Olsson, 1979a) y es una generalización de la correlación tetracórica para variables con más de dos opciones de elección (Pearson, 1904).

Una vez garantizada la estimación insesgada de la matriz de correlaciones, se verifica si las características son adecuadas para el análisis factorial. Siguiendo a (Caprara et al., 1992; McGuire and Tinsley, 1981; Tabachnick and Fidell, 2012), el tamaño de la muestra es adecuado para el AFE. Adicionalmente, se utiliza el test de medida de adecuación muestral KMO, el determinante de la matriz de correlación y el test de esfericidad de Barlett el cual verifica si la matriz de correlaciones es igual a la matriz identidad sugiriendo que la matriz observada es no factoriable (Beavers et al., 2013).

La tabla 1 muestra que el KMO es mayor a 0.8, el cual es un umbral tradicionalmente empleado para la validación de este criterio. Para el test de Baerlett's se rechaza la hipótesis nula lo que indica que la matriz es factoriable. Finalmente, el valor del determinante de la matriz de correlación indica que esta es invertible.

**Tabla 1. Medidas de adecuación muestral**

Grupo	Determinante de la matriz de correlación	Test de Barlett	KMO
Control	0.00	0.00	0.92
Tratamiento 2013	0.00	0.00	0.70
Tratamiento 2014	0.00	0.00	0.84
Tratamiento 2015	0.00	0.00	0.89
Completa	0.00	0.00	0.93

Una vez estimado el AFE mediante el método de factor principal, y siguiendo el criterio de la regla de Kaiser, se seleccionaron los 7 factores cuyo valor propio era mayor que uno. Con el fin de mejorar la interpretación se hizo una rotación factores, dado que en ciencias sociales es altamente probable que los factores estén correlacionados la rotación fue de tipo oblicua (Beavers et al., 2013; Fabrigar et al., 1999).

Para la selección de los ítems que componen cada uno de los constructos y siguiendo a Schonrock-Adema et al. (2009), se estableció en 0.3 el criterio para la retención de los ítems. Finalmente y siguiendo las recomendaciones de (O'Rourke and Hatcher, 2013), se eliminaron aquellos ítems que cumplían con el criterio anterior en más de un factor (criterio 4d).

### 3.4 Análisis factorial exploratorio multinivel

Considerando que existen preguntas que no se relacionan al individuo sino a la institución educativa y empleando el software estadístico MPLUS, la segunda estrategia metodológica consiste en realizar un análisis factorial exploratorio multinivel (van de Vijver and Poortinga, 2002) para los factores de institucionalización y tecnología. Esta consideración metodológica es relevante debido a que las percepciones de los docentes no se generan a partir de aspectos personales sino de la observación del comportamiento del colectivo de docentes de la institución (Dorman, 2009).

Adicionalmente, la poca literatura existente sobre este tipo de medidas y la dificultad de anticipar la estructura de del índice a nivel grupal; es preferible el uso de metodologías exploratorias sobre aquellas que buscan confirmar una estructura predefinida (D'Haenens et al., 2010). Adicionalmente, se debe considerar que la encuesta fue diseñada para la medición de dos factores independientes, estudios como los de (Westling, 2002; Holfve-Sabel and J.E, 2005; Den Brok et al., 2006) han mostrado que el esto puede variar según el nivel de agregación a analizar (individual o grupal). De esta forma, se espera que a partir de este método se pueda extraer al menos uno a nivel grupal.

Considerado lo anterior, se propone la estimación de un MEFA de dos factores a nivel individual y uno a nivel grupal (MEFA 2-1). Adicionalmente, se estimará un MEFA con un factor a nivel individual (docentes) y uno a nivel grupal (instituciones educativas) y un tercero que tendrá dos factores en ambos niveles (MEFA 2-2). Para evaluar el nivel de ajuste de los modelos, se considerarán los valores críticos de los coeficientes estimados en cada uno de ellos.

En primer lugar y siguiendo a (Hu and Bentler, 1999), el *Comparative Fix Index (CFI)* deberá ser mayor a 0.9. El *Root mean square error of approximation (RMSEA)* debe ser menor a 0.07 para evidenciar un buen nivel de ajuste (Browne and Cudeck, 1993) y el *Standardized Root Mean Residual (SRMR)* deberá ser menor a 0.08 (Hu and Bentler, 1999). Finalmente, se calculó el *design effect (DEFF)* para justificar el análisis multinivel y donde:

$$DEFF = \rho^{(ng-1)} + 1$$

Donde  $\rho$  es la correlación entre las clases y  $ng$  es el promedio del tamaño de los grupos. Para el criterio de aceptación se seguirá a (Lai and Kwok, 2015) donde se establece que un valor mayor a dos valida la pertinencia del uso de la metodología.

Al igual que en el AFE, el número de factores se seleccionará utilizando la regla de Kaiser, es decir, se seleccionan aquellos factores que tenga un valor propio mayor a 1 (Kaiser, 1958) y adicionalmente, se estableció en 0.3 el criterio para la retención de los ítems y se eliminaron aquellos ítems que cumplían con el criterio anterior en más de un factor (criterio 4d) (O'Rourke and Hatcher, 2013).

## Resultado de las percepciones individuales

Antes de proceder con el análisis estadístico, se debe verificar la distribución de los ítems con el fin de descartar que la distribución de alguno de ellos este en el máximo teórico (efectos piso o techo). Las preguntas de 0 a 3 distribuían en promedio en el rango 1.02 a 2.47 y aquellas que variaban entre 0 y 6 lo hacían entre 2.66 y 2.88; lo anterior indica que ninguno de los ítems empleados presenta estos efectos.

A partir de lo anterior, y una vez validada la pertinencia de la metodología para realizar el AFE para cada muestra de manera independiente, se consideraron 57 preguntas agrupadas en 5 secciones de la encuesta. Una vez verificado el criterio de Kaiser (valor propio mayor a 1), en total se retuvieron 7 factores y donde la varianza total explicada por estos factores para cada grupo es de 94.7% (tratamiento 2013), 67.7% (tratamiento 2014), 84.5% (tratamiento 2015) y 97.7% (control 2015).

Los factores uno, dos y tres contenidos en la sección tres del instrumento, reflejan la dimensión de aprendizaje del modelo teórico (UbiTAG). El primer factor se denomina intencionalidad y mide el uso estratégico de las tecnologías digitales en el aula de clase en términos de las actividades de planeación, metodologías, estrategias y evaluación que realiza el docente (tabla 2).

**Tabla 2. Cargas factoriales de los ítems del factor de intencionalidad**

Ítem	Con	Tra 2013	Tra 2014	Tra 2015	Com
<b>Planeación 5</b>	0.4744	0.3628	0.376	0.5028	0.4678
<b>Objetivos 4</b>	0.3481	0.4459			0.3744
<b>Objetivos 5</b>	0.6425	0.7057	0.6396	0.6199	0.6421
<b>Objetivos 6</b>	0.6152	0.5231	0.5451	0.5615	0.6125
<b>Objetivos 7</b>	0.6327	0.4937	0.514	0.5069	0.5871
<b>Objetivos 8</b>	0.3537				0.4065
<b>Objetivos 9</b>	0.3986		0.3288	0.3655	0.4497
<b>Estrategias 4</b>	0.496	0.6307		0.3856	0.4711
<b>Estrategias 5</b>	0.4956	0.4492	0.4075	0.561	0.4917
<b>Estrategias 6</b>	0.609	0.7119	0.4683	0.6279	0.5789
<b>Estrategias 7</b>	0.5829	0.6684	0.4239	0.4943	0.5642
<b>Estrategias 8</b>	0.6824	0.6658	0.6034	0.5598	0.6218
<b>Evaluación 2</b>		0.4203			0.3334
<b>Evaluación 3</b>	0.3492				0.376
<b>Evaluación 4</b>	0.3199	0.3714			0.361
<b>Evaluación 5</b>	0.6065	0.5014	0.4254	0.4504	0.588
<b>Evaluación 6</b>	0.4708	0.5026			0.4822
<b>Evaluación 7</b>	0.451	0.4798		0.3218	0.5034
<b>Cambios 3</b>		0.4142			0.3012
<b>Cambios 4</b>	0.3433				0.3515

El factor dos (conocimiento) agrupa las variables relacionadas con la percepción de los docentes en relación con su conocimiento en aspectos relacionados con las tecnologías digitales (tabla 3).

**Tabla 3. Cargas factoriales de los ítems del factor de conocimiento**

Ítem	Con	Tra 2013	Tra 2014	Tra 2015	Com
Conocimiento1	0.6585	0.7717	0.7395	0.5826	0.6594
Conocimiento2	0.7704	0.6296	0.7309	0.7408	0.7346
Conocimiento3	0.7841	0.6851	0.7777	0.8138	0.736
Conocimiento4	0.7698	0.6374	0.7159	0.7365	0.7666
Conocimiento5	0.7705	0.6671	0.698	0.6732	0.7384
Conocimiento6	0.7397	0.5993	0.6655	0.645	0.7102
Conocimiento7	0.7767	0.6141	0.7423	0.787	0.7452
Conocimiento8	0.7673	0.5475	0.7344	0.7459	0.7261
Conocimiento9	0.6218	0.3713	0.4643	0.5335	0.5441

El tercer factor, denominado uso de tecnologías digitales, agrupa las variables asociadas al uso básico que le dan los docentes en el aula de clase. El cuarto (beneficios) muestra las variables relacionadas con el beneficio percibido de usar las tecnologías digitales en la práctica docente (tabla 4). Este factor es el que representa mayor heterogeneidad en cuanto a los ítems que componen cada muestra analizada.

**Tabla 4. Cargas factoriales de los ítems del factor de uso**

Ítem	Con	Tra 2013	Tra 2014	Tra 2015	Com
Planeación 1	0.5116		0.3277	0.3738	-0.4055
Planeación 3	0.4641			0.4573	-0.3418
Objetivos 1	0.552			0.3385	-0.4618
Objetivos 2	0.3766		0.3461	0.4215	
Objetivos 4			0.3347		
Objetivos 8	0.3225		0.5323	0.5835	
Objetivos 10	-0.8178				0.8676
Estrategias 3	0.5861	0.468	0.605	0.4625	-0.447
Estrategias 9	-0.8292	-0.5092			0.8278
Evaluación 2			0.3527		
Evaluación 3	0.3705	0.3366	0.5724	0.5229	
Evaluación 4	0.323		0.4271	0.5247	
Evaluación 6				0.3161	
Evaluación 7		0.3693		0.3479	
Evaluación 9	-0.8544	-0.3109			0.8931
Cambios 6	-0.3007	-0.4412			0.3529

El factor de beneficios, se compone de 8 ítems que resumen una serie de aspectos que percibe el docente sobre las posibilidades que le brindan las tecnologías digitales en el contexto educativo (tabla 5).

**Tabla 5. Cargas factoriales de los ítems del factor de beneficios**

Ítem	Con	Tra 2013	Tra 2014	Tra 2015	Com
<b>Beneficios 1</b>	0.7887	0.424	0.8236	0.875	0.7803
<b>Beneficios 2</b>	0.8153	0.5316	0.8327	0.8421	0.7931
<b>Beneficios 3</b>	0.761	0.5886	0.749	0.8419	0.7728
<b>Beneficios 4</b>	0.7334	0.6375	0.7592	0.8385	0.7545
<b>Beneficios 5</b>	0.6906	0.4979	0.7526	0.8168	0.7062
<b>Beneficios 6</b>	0.6645	0.601	0.8004	0.8364	0.7659
<b>Beneficios 7</b>	0.3025	0.3905	0.6931	0.7086	0.4576
<b>Beneficios 8</b>	0.6196	0.5585	0.7765	0.8442	0.7411

Los factores cinco y seis miden agrupan las variables relacionadas con aspectos y políticas institucionales de uso de tecnologías digitales y con la disponibilidad de recursos en la institución (Tabla 6).

**Tabla 6. Cargas factoriales de los ítems del factor de institucionalización y tecnología**

Ítem	Institucionalización				Com
	Con	Tra 2013	Tra 2014	Tra 2015	
<b>Planeación escolar</b>	0.8918	0.4875	0.6871	0.744	0.7644
<b>Evaluación escolar</b>	0.8806	0.4687	0.6996	0.7379	0.7258
<b>TIC en los planes institucionales</b>	0.3815	0.4782	0.347		0.3789
<b>Organización uso de las TIC</b>	0.3191		0.3105	0.314	0.3685
Tecnología					
<b>Computador Docentes</b>	0.4732	0.6362			
<b>Computador Escuela</b>	0.5412	0.4185			
<b>Internet</b>	0.5741	0.7368			
<b>Software</b>	0.3776	0.4283			

Finalmente, el factor 7 se compone de las variables negativas o de no uso presentes en la encuesta. Adicionalmente, este factor reflejan las barreras que pueden tener lo docentes para uso de las tecnologías digitales en el aula de clase (tabla 7).

**Tabla 7. Cargas factoriales de los ítems del factor de aspectos negativos**

Ítem	Con	Tra 2013	Tra 2014	Tra 2015	Com
<b>Negativas 2</b>	0.5151	0.7212	0.6433	-0.6281	0.5384
<b>Negativas 3</b>	0.6677	0.7835	0.6104	-0.568	0.6097
<b>Negativas 4</b>	-0.8886	-0.3174	-0.9057	0.8969	-0.8767

En resumen, el desarrollo de esta metodología permitió agrupar en siete factores las preguntas que componen el instrumento. Una vez verificados los supuestos estadísticos y la consistencia teórica, los resultados son consistentes y satisfactorios en términos de la validación intertemporal e intermuestra de los constructos a nivel individual en términos de la medición del uso y apropiación de las tecnologías digitales en docentes de Colombia.

## 4.1 Consistencia interna

Para evaluar la consistencia interna, se utilizó como criterio estadístico el alfa de Cronbach el cual mide la fiabilidad de los factores estimados. La tabla 8 muestra que, en general, todos los factores son aceptables si se considera que todos los coeficientes son mayores a 0.7 (Chanlin, 2005 y Wozney et al, 2006)). Sin embargo es importante considerar que los menores valores del coeficiente los tienen los factores 5 y 6 (Intencionalidad y Tecnología), esto se debe al poco número de variables que componen el factor 5 (Papanastasiou & Angeli, 2008) y a que las percepciones del factor 6 están cerca de alcanzar el máximo teórico lo que implica que a futuro se deban replantear los ítems que componen esta sección.

**Tabla 8. Coeficiente de alfa de Cronbach**

Ítem	Con	Tra 2013	Tra 2014	Tra 2015
<b>Intrencionalidad</b>	0.8856	0.8525	0.8684	0.897
<b>Conocimiento</b>	0.9197	0.8669	0.9024	0.8841
<b>Uso</b>	0.8569	0.7503	0.8398	0.8812
<b>Beneficios</b>	0.8693	0.8057	0.9274	0.9435
<b>Institucionalización</b>	0.695	0.4216	0.5092	0.5844
<b>Tecnología</b>	0.5725	0.4725		
<b>Negativas</b>	0.6869	0.5296	0.693	0.7222

## 4.2 Correlación entre los diferentes factores

Para la muestra total, la tabla 9 muestra la correlación entre los siete factores estimados y como es de esperar existe una relación positiva y estadísticamente significativa entre ellos salvo para el factor siete que agrupa las percepciones negativas.

**Tabla 9. Correlación interfactorial**

	Int	Con	Uso	Ben	Ins	Tec	Neg
<b>Int</b>	1						
<b>Con</b>	0.63*	1					
<b>Uso</b>	0.51*	0.40*	1				
<b>Ben</b>	0.36*	0.37*	0.37*	1			
<b>Ins</b>	0.46*	0.34*	0.42*	0.29*	1		
<b>Tec</b>	0.21*	0.27*	0.24*	0.19*	0.5*	1	
<b>Neg</b>	-0.09*	-0.12*	-0.03	-0.13*	-0.06*	-0.01*	1

## Resultado de las percepciones institucionales

Utilizando el criterio de bondad de ajuste, la tabla 10 muestra evidencia que valida la pertinencia del modelo MEFA 2-1 sobre el MEFA 1-1. En otras palabras, los factores retenidos en este modelo miden los factores que miden el uso y apropiación de las tecnologías digitales en los niveles de docente e institución educativa.

**Tabla 10. Cargas factoriales del MEFA 2-1 con rotación varimax cf**

Nivel del docente				
Item	Planeación	Disponibilidad	Varianza residual	
Plameet	0.73	0.04	0.46	
Plasche	0.61	0.05	0.61	
Plainfre	-0.52	0.11	0.74	
Avco	0.28	0.31	0.32	
Avped	-0.03	0.49	0.44	
Avcoin	0.01	0.54	0.71	
Connin	-0.01	0.53	0.74	
avsofped	0.12	0.38	0.61	
Nivel de la escuela				
Item	ICT	ICC (school)	Varianza residual	DEFF
Plameet	0.88	0.08	0.22	3.49
Plasche	0.73	0.1	0.47	4.12
Plainfre	-0.56	0.05	0.68	2.55
Avco	0.95	0.24	0.09	8.46
Avped	0.84	0.12	0.3	4.72
Avcoin	0.93	0.24	0.12	8.46
Connin	0.84	0.38	0.3	12.81
avsofped	0.92	0.08	0.15	3.49

Debido a que estos métodos son sensibles a la colinealidad, se eliminaron del estudio las variables de disponibilidad y las actividades de planeación institucional del uso de tecnologías digitales. Para el resto, el DEFF muestra la validez y pertinencia de la estimación del modelo a partir de esta metodología (ver tabla 11).

**Tabla 11. Estadísticos de bondad de ajuste de los modelos MEFA**

<b>Estadístico</b>	<b>MEFA 1-1</b>	<b>MEFA 2-1</b>
<b>Chi2</b>	517	83.55
<b>Df</b>	40	33
<b>p-value</b>	P<=0.05	P<=0.05
<b>CFI</b>	0.08	0.03
<b>RMSEA</b>	0.35	0.93
<b>SRMR nivel docente</b>	0.1	0.03
<b>SRMR nivel institución</b>	0.07	0.07

Considerando que estos resultados son coherentes con la teoría y que todos los criterios son aceptables estadísticamente, a nivel individual existen dos factores medidos en el instrumento. EL primero. Esta asociado a la disponibilidad de tecnologías digitales en la institución educativa y el segundo al nivel de desarrollo de estrategias institucionales de uso de TIC. En cuanto a la correlación entre estos factores, esta es positiva y estadísticamente significativa ( $r=0.21$  y  $p<0.05$ ). Finalmente y a nivel institucional, los resultados muestran que el uso de las tecnologías digitales se puede medir utilizando la especificación del MEFA 2-1.

# Discusión de los resultados y conclusiones generales

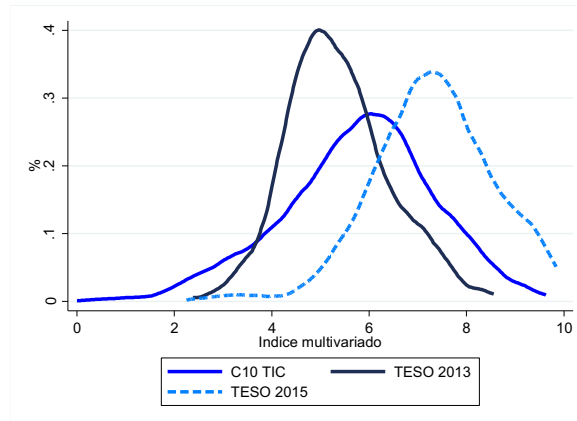
Este estudio propone una escala multivariada para la medición del uso y apropiación de las tecnologías digitales en docentes. La estrategia metodológica permitió validar la funcionalidad y fiabilidad estadística ya que confirmó la agrupación de variables planteada a priori y las cuales se fundamentan en los bloques temáticos propuestos en la encuesta. Más allá de los resultados en términos de la confiabilidad y validez del instrumento, este estudio propone una métrica a partir de la cual es posible cuantificar y comparar el nivel de los docentes en diferentes dimensiones asociadas a la implementación de tecnologías digitales en educación.

A nivel individual, a partir del instrumento es posible medir de forma agregada los beneficios del uso de tecnología en educación, el nivel de conocimiento percibido en diferentes conceptos y herramientas digitales, el uso básico e intencionado que dan los docentes a las tecnologías digitales en el aula de clase, la disponibilidad de recursos (equipos, conectividad y software) en la institución educativa y las políticas y prácticas institucionales que promueven y fomentan el uso de tecnología. En general, estos factores son consistentes y coherentes con los hallazgos teóricos de otros autores y son determinantes para la planeación, desarrollo y evaluación de proyectos de uso de TIC.

Adicionalmente y considerando que algunas de las preguntas estaban asociadas a la percepción del docente con respecto a características de la institución educativa, se empleó la metodología de análisis factorial exploratorio multinivel con el fin de evaluar la pertinencia de agregar las percepciones individuales a nivel institucional. A partir de esto, se pudo determinar la validez del instrumento para medir de forma agregada la disponibilidad de recursos tecnológicos e institucionalización de la tecnología en la planeación escolar.

Una de las ventajas principales de estos métodos es la posibilidad de comparar de forma general los resultados del instrumento y en caso de disponer de encuestas de tipo longitudinal, cuantificar su progreso a través del tiempo. Para el primer caso, el siguiente gráfico muestra la distribución del puntaje de los docentes en el índice multivariado para las 24 instituciones educativas que hacen parte del grupo de tratamiento (Plan Digital TESO 2013 y 2015) y las 121 del grupo de control (Plan Nacional Colegio 10 TIC). De forma directa, este método permite observar la distribución de los docentes en cada una de las muestras, para el caso del grupo de tratamiento y complementando el análisis visual con un test de medias y de distribución (Kolmogorov – Smirnov), es posible afirmar que en general los docentes mejoraron su nivel de uso y apropiación de tecnologías digitales entre los años 2013 y 2015.

## Distribución del índice multivariado de uso y apropiación de tecnologías digitales



Finalmente y considerando el bajo consenso en la literatura sobre la efectividad de los programas y políticas de incorporación de tecnología en educación, el uso de estas medidas (a nivel de factor y agregada) permite analizar otros aspectos y dimensiones que afectan el uso último que le dan los agentes educativos a los recursos que tienen disponibles y mejorar el diseño y focalización de las intervenciones en el tema.

# Bibliografía

- Bai, Y., Mo, D., Zhang, L., Boswell, M., & Rozelle, S. (2016). The impact of integrating ICT with teaching: Evidence from a randomized controlled trial in rural schools in China. *Computers & Education*, *96*, 1–14. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.005>
- Banerjee, A., Cole, S., Duflo, E., & Linden, L. (2005). Remedying Education: Evidence from Two Randomized Experiments in India. *National Bureau Of Economic Research*, 37 pp. <http://doi.org/10.1162/qjec.122.3.1235>
- Barrera-Osorio, F., & Linden, L. L. (2009). *The use and misuse of computers in education: evidence from a randomized experiment in Colombia* (Impact Evaluation Series No. 29). *Policy Research Working Paper*. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1596/1813-9450-4836>
- Barrow, L., Markman, L., & Rouse, C. E. (2009). Technology's Edge: The Educational Benefits of Computer-Aided Instruction. *American Economic Journal: Economic Policy*. <http://doi.org/10.1257/pol.1.1.52>
- Bentler, P. M., & Weeks, D. G. (1980). Linear structural equations with latent variables. *Psychometrika*, *45*(3), 289–308. <http://doi.org/10.1007/BF02293905>
- Biagi, F., & Loi, M. (2013). Measuring ICT Use and Learning Outcomes: Evidence from recent econometric studies. *European Journal of Education*, *48*(1), 28–42. <http://doi.org/10.1111/ejed.12016>
- Carrillo, P., Onofa, M., & Ponce, J. (2010). Information technology and student achievement: Evidence from a randomized experiment in Ecuador. *IDB Working Paper Series*, (IDB-WP-223), 31. <http://doi.org/10.1080/09523987.2015.1053287>
- Chaia, A., Child, F., Dorn, E., Frank, M., Krawitz, M., & Mourshed, M. (2017). *Drivers of Student Performance: Latin America Insights* (McKinsey & Company). Retrieved from <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Social Sector/Our Insights/What drives student performance in latin america/Drivers-of-Student-Performance.ashx>
- Cristia, J. P., Ibararán, P., Cueto, S., Santiago, A., & Severín, E. (2012). *Tecnología y desarrollo en la niñez: Evidencia del programa Una Laptop por Niño* (Documentos de trabajo del BID No. 304). Retrieved from <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=37211503>
- de Melo, G., Machado, A., & Miranda, A. (2017). The Impact on Learning of a One Laptop per Child Program. Evidence from Uruguay. *Trimestre Económico*, *84*(334), 383–409. <http://doi.org/10.20430/ete.v84i334.305>
- Goolsbee, A., & Guryan, J. (2006). The Impact of Internet Subsidies in Public Schools. *Review of Economics and Statistics*, *88*(2), 336–347. <http://doi.org/10.1162/rest.88.2.336>

- Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6(1), 1–55. <http://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Inter-American Development Bank. (2017). *Learning Better. Public Policy for Skills Development*. (M. Busso, Ju. Cristia, D. Hincapie, J. Messina, & L. Ripani, Eds.). <http://doi.org/10.18235/0000799>
- Leuven, E., Lindahl, M., Oosterbeek, H., & Webbink, D. (2007). The Effect of Extra Funding for Disadvantaged Pupils on Achievement. *Review of Economics and Statistics*, 89(4), 721–736. <http://doi.org/10.1162/rest.89.4.721>
- Linden, L. L. (2008). *Complement or Substitute ? The Effect of Technology on Student Achievement in India* (No. 17). *JPAL Working Paper*. <http://doi.org/10.1080/00131729908984729>
- Machin, S., McNally, S., & Silva, O. (2016). New Technology in Schools: Is There a Payoff? *The Economic Journal*, 117(522), 1145–1167. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/4625547>
- Ospina, M., Roman, J. P., Estrada, J. J., & Cuartas, D. (2018). *Measuring colombian teachers' use and appropriation of information and communication technologies* (Serie de estudios sobre tecnología y educación No. 1). Medellin.
- Problema, P. D. E. L. (2016). Distribucion Matematicas Entre IE públicas , privadas y estrato.
- Rodriguez, C., Sanchez, F., & Marzquez, J. (2011). *Impacto del programa "Computadores para Educar" en la deserción estudiantil, el logro escolar y el ingreso a la educación superior* (No. 15). *Serie Documentos Cede*. <http://doi.org/10.2202/1538-0645.1460>
- Scheuerman, F., & Pedro, F. (2009). *Assessing the Effects of ICT in Education: Indicators, Criteria and Benchmarks for International Comparisons* (OCDE). OCDE. Retrieved from <http://www.oecd.org/fr/sites/educeri/assessingtheeffectsofictineducationindicatorscriteriaandbenchmarksforinternationalcomparisons.htm>
- Sierra, L. L. (2017). *Maestros, apropiación de TICs y desempeño escolar en Colombia* (Documentos CEDE No. 56). Bogota.
- Zea R., C., Lalinde, J., Aguas, R., Toro, P., & Vieira, C. (2013). TAG: Introduction to an Ubiquitous Learning model to assess the ubiquity level in higher education institutions. *Ubiquitous Learning*, 5(2), 1–15. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84881637561&partnerID=40&md5=eb1caec13951913f3c5b857589813c85>





Financiado por:



**IDRC | CRDI**

International Development Research Centre  
Centre de recherches pour le développement international

**Canada**