

# Contrato de consultoría No. 153 de 2017

Suscrito entre Computadores Para Educar y la Universidad Nacional de Colombia

# Computadores<sup>®</sup> para Educar



## GITEI

GRUPO DE INVESTIGACIÓN TECNOLOGÍA  
PARA LA EDUCACIÓN Y LA INNOVACIÓN



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE COLOMBIA

## Informe 4

**“Informe final del estudio de medición y evaluación de  
impacto de CPE 2014-2018”**

Versión 2 - 29 de junio de 2018

<b>Equipo Universidad Nacional de Colombia</b> <b>Grupo de Investigación Tecnología para la Educación y la Innovación - GITEI</b>	
<b>Dirección y coordinación:</b>	<p><b>Fredy Andrés Olarte Dussan</b> Profesor Universidad Nacional de Colombia Director general del proyecto</p> <p><b>Jorge Armando Rodríguez Alarcón</b> Profesor Universidad Nacional de Colombia Director académico del proyecto</p> <p><b>Olga Rosalba Rodríguez Jiménez</b> Profesora Universidad Nacional de Colombia Líder de evaluación del proyecto</p> <p><b>Sonia Esperanza Monroy Varela</b> Profesora Universidad Nacional de Colombia Líder administrativo del proyecto</p> <p><b>Giovanni Serrato Castillo</b> Gerente del proyecto y Líder de desarrollo TIC</p> <p><b>Ángela Paola Díaz Moya</b> Coordinadora administrativa y financiera</p>
<b>Evaluación y psicometría:</b>	<p>Investigadores en evaluación y psicometría: <b>Lina María Murcia Piñeros</b> <b>José Ignacio García Pinilla</b> <b>Andrés Felipe Sánchez Echeverri</b> <b>Jenny Cárdenas Buitrago</b> <b>Andrés Fonseca Calderón</b></p> <p><b>Ana María Reyes Parra</b> Líder de gestión del conocimiento</p> <p>Investigadores en educación y pedagogía: <b>David Castro García</b> <b>William Andrés Delgado Barrera</b></p>
<b>Econometría y estadística:</b>	<p><b>Julián David Rosero Navarrete</b> Líder de econometría y desarrollo</p> <p><b>Francisco José Pérez Torres</b> Profesor Universidad Nacional de Colombia Asesor de econometría</p> <p><b>Eduardo Malagón Cabrejo</b> Líder de estadística</p> <p><b>Julio César Rodríguez</b> Asistente de econometría</p> <p><b>Hernando Bayona Rodríguez</b> Profesor Universidad Nacional de Colombia Asesor académico en econometría y educación</p>

<b>Gestión ambiental:</b>	<p><b>Oscar Javier Medina González</b> Líder de evaluación ambiental</p> <p><b>Luisa Fernanda Pérez López</b> Asesora en evaluación ambiental</p>
<b>Trabajo de campo:</b>	<p><b>Diana Melissa Bendek Quintero</b> Líder de logística y trabajo de campo</p> <p><b>Gina Marcela Parra Marín</b> Coordinadora regional</p> <p><b>Juan Carlos Gallego Villegas</b> Coordinador regional</p> <p><b>Andrés Gordo Montenegro</b> Coordinador regional</p> <p><b>Wilson Gerardo Peña González</b> Líder de gestión documental</p>
<b>Bases de datos y sistemas:</b>	<p><b>Juan Carlos Torres Pardo</b> Profesor Universidad Nacional de Colombia Coordinador de bases de datos</p> <p><b>Jhonatan Sneider Rico Pinto</b> Ingeniero líder de bases de datos</p> <p><b>Dilver Jimmy Huertas Guerrero</b> Ingeniero de bases de datos</p> <p><b>Álvaro Triana</b> Asesor Técnico</p>

**TABLA DE CONTENIDO**

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
<b>1. FORMULACIÓN DEL ESTUDIO</b>	<b>7</b>
1.1. PREGUNTAS DEL ESTUDIO	7
1.2. CONTEXTO Y ANTECEDENTES	7
1.2.1. Programa Computadores para Educar	7
1.2.2. Estudios anteriores	15
<b>2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO</b>	<b>17</b>
2.1. VARIABLES E INDICADORES DEL ESTUDIO	17
2.1.1. Variables de salida con base en información secundaria (estudios anteriores)	17
2.1.2. Indicadores de salida con base en información primaria	17
2.2. FUENTES DE INFORMACIÓN DEL ESTUDIO	19
2.2.1. Información primaria	19
2.2.2. Información secundaria	21
2.3. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE FUENTES PRIMARIAS	23
2.3.1. Muestreo para recolección de información primaria	24
2.3.2. Instrumentos para recolección de información primaria	25
2.3.3. Consolidación de información primaria	27
2.3.4. Análisis de información primaria cuantitativa	27
2.3.5. Análisis de información primaria cualitativa	28
2.4. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE FUENTES SECUNDARIAS	29
2.4.1. Modelo econométrico	29
2.4.2. Análisis de casos atendidos por la Mesa de Ayuda Técnica CPE	32
2.5. ANÁLISIS DE LA ESTRATEGIA DE GESTIÓN AMBIENTAL	33
2.5.1. Cálculo de la huella de carbono del proceso de retoma de CPE	33
2.5.2. Cuantificación y valoración de impactos del proceso de retoma de CPE	34
2.6. LIMITACIONES DEL ESTUDIO	38
<b>3. RESULTADOS PRINCIPALES DEL ESTUDIO</b>	<b>40</b>
3.1. COMPONENTE GESTIÓN AMBIENTAL	40
3.1.1. Cálculo de huella de carbono del proceso de retoma de CPE	40
3.1.2. Cuantificación y valoración de impactos del proceso de retoma de CPE	41
3.2. COMPONENTE ACCESO	43

3.2.1. Principales hallazgos	43
3.2.2. Hallazgos complementarios	46
3.3. COMPONENTE FORMACIÓN	48
3.3.1. Principales hallazgos	48
3.3.2. Hallazgos complementarios	66
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>68</b>
4.1. CONCLUSIONES SOBRE LAS PREGUNTAS DEL ESTUDIO	68
4.2. RECOMENDACIONES SOBRE EL PROGRAMA CPE Y FUTUROS ESTUDIOS DE IMPACTO	71
<b>5. REFERENCIAS</b>	<b>74</b>

## ANEXOS

- Anexo 1 Informe cuantitativo del estudio (2B)
- Anexo 2 Informe cualitativo del estudio (3)
- Anexo 3 Ejemplo de rúbrica USAID
- Anexo 4 Resumen ejecutivo

## INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al informe cuatro o informe final del Contrato de Consultoría número 153 de 2017, suscrito entre Computadores Para Educar (CPE) y la Universidad Nacional de Colombia (UN), y que tiene por objeto realizar el estudio de medición y evaluación de impacto del programa CPE para el período comprendido entre las vigencias 2014 y 2018. De acuerdo con el marco contractual y el plan de trabajo acordado con CPE, este informe tiene como propósito integrar y presentar los principales resultados de los distintos componentes del estudio, abordados previamente de forma detallada en los informes cuantitativo (2B) y cualitativo (3), los cuales se consideran parte integral del presente documento y referente necesario para ampliar o profundizar en las temáticas aquí expuestas.

Con el propósito de facilitar al lector la comprensión integral del estudio de medición y evaluación de impacto realizado, este informe agrupa los principales resultados y hallazgos de los diversos componentes y objetivos en cuatro secciones asociadas a las fases de la evaluación: formulación, metodología, resultados y conclusiones. En la sección de formulación se presentan las preguntas principales que motivaron y orientaron la realización del estudio, así como el contexto general de la evaluación desde el punto de vista de las estrategias principales del programa CPE y las evaluaciones anteriores similares adelantadas por la entidad. Posteriormente en la segunda sección, se abordan aspectos metodológicos del estudio como sus variables e indicadores, sus fuentes de información primaria y secundaria, y sus métodos de análisis.

En la tercera sección del informe se presentan los principales hallazgos del estudio de impacto para cada una de las estrategias principales del programa Computadores para Educar: gestión ambiental, acceso y formación, haciendo énfasis en las variables de resultado e indicadores establecidos para la evaluación. Finalmente, en la cuarta sección del documento, se presentan las conclusiones y recomendaciones generales del estudio, contemplando aspectos asociados a sus resultados, su metodología y las posibles futuras evaluaciones.

La Universidad Nacional de Colombia agradece el compromiso y apoyo de los diversos equipos de trabajo de Computadores para Educar para lograr realizar de forma adecuada y rigurosa la presente evaluación, así como resalta el interés de la entidad por evaluar formal y periódicamente sus estrategias y políticas, como parte fundamental de su ciclo de mejora.

## 1. FORMULACIÓN DEL ESTUDIO

### 1.1. PREGUNTAS DEL ESTUDIO

Durante el periodo 2014 a 2017, Computadores para Educar diseñó e implementó acciones para dotar de tecnología y fomentar su apropiación en establecimientos educativos de Colombia. El objetivo de este estudio fue determinar los efectos que este programa generó en términos de variables asociadas al desempeño escolar en las instituciones educativas (repitencia, deserción, ingreso a la educación superior y logro en pruebas estandarizadas) y en el fomento de capacidades para el uso, apropiación e innovación con TIC en el contexto escolar. A continuación, se presentan las preguntas que guiaron el presente estudio:

1. ¿Cuál es el impacto del programa CPE 2014-2017 sobre la repitencia, deserción, ingreso a la educación superior y logro en pruebas estandarizadas de estudiantes de instituciones educativas oficiales beneficiadas?
2. ¿Cuál es la incidencia de la estrategia de formación ETIC@ en el nivel de apropiación y competencias TIC de docentes y directivos de instituciones educativas beneficiadas?
3. ¿Cuál es la incidencia de la estrategia de formación ETIC@ en las actitudes hacia las TIC en las comunidades educativas beneficiadas?
4. ¿Cuál es la incidencia de la estrategia de formación ETIC@ en el nivel de apropiación, competencias TIC y actitudes hacia las TIC de docentes y directivos de zonas rurales?
5. ¿Cuáles son los beneficios en términos de huella de CO2 y cuantificación de impactos de la estrategia de gestión ambiental del programa CPE 2014-2017?

### 1.2. CONTEXTO Y ANTECEDENTES

#### 1.2.1. Programa Computadores para Educar

Inspirada en el programa canadiense *Computers for Schools* que venía operando desde 1993, la iniciativa de establecer en Colombia el programa Computadores para Educar (CPE) fue aprobada en 1999 por el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) bajo el gobierno del presidente Pastrana (CONPES, 1999, documento 3063). Enmarcado en la Agenda Nacional de Conectividad, CPE se constituyó formalmente en el año 2000 como una asociación

sin ánimo de lucro entre el Ministerio de Comunicaciones, el Ministerio de Educación y el Sena (Decreto 2324, 2000), con un Consejo Directivo integrado por representantes de la Presidencia de la República y de las entidades asociadas. Al Ministerio de Comunicaciones se le encargó la coordinación del programa, al Ministerio de Educación el manejo de los aspectos pedagógicos, en coordinación con las Secretarías Departamentales y Municipales, y con ONGs o fundaciones del área educativa, y al SENA la adecuación de los equipos de cómputo y el apoyo en su instalación y manejo.

En la actualidad CPE realiza tres actividades principales: la dotación de equipos de cómputo a instituciones de educación pública básica y media (acceso), la formación y capacitación de docentes y padres de familia en el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones, y la gestión ambiental.

#### *Acceso:*

Desde el comienzo, el gobierno nacional le fijó como tarea a CPE la “distribución [de equipos de cómputo] a las instituciones educativas públicas urbanas y rurales del país” (Decreto 2324 de 2000). Más específicamente, el universo de beneficiarios potenciales de los equipos cómputo está conformado así:

*“...las instituciones educativas oficiales que ofrezcan el servicio público de educación formal en los niveles preescolar, básica primaria, básica secundaria y media, las normales superiores, las bibliotecas y casas de la cultura de naturaleza pública y centros de acceso comunitario a Internet instalados en desarrollo de programas de telecomunicaciones sociales”.* (ibid)

“El objetivo central del programa será apoyar la gestión educativa, fundamentalmente desde la perspectiva pedagógica”, señala el Documento CONPES 3063 de 1999. Aunque también se previó su uso como herramienta administrativa, la expectativa ha sido que los equipos de cómputo se utilicen en los establecimientos educativos en general como herramienta pedagógica, por ejemplo, en programas de instrucción en informática y de bilingüismo.

CPE “pretende fomentar una mayor equidad en el acceso a los mecanismos de formación, conocimiento y participación que la tecnología moderna tiene para ofrecer” (Directiva Presidencial 2, 2001). Una justificación principal del programa parte de señalar las desigualdades en el acceso a las tecnologías de información y las comunicaciones y las consecuencias que de allí se derivarían: “un grupo privilegiado de ciudadanos tiene acceso a la tecnología y por lo tanto al conocimiento y a oportunidades de progreso, mientras otro gran grupo no tiene acceso a estas posibilidades” (ibid). Debido a limitaciones de capacidad económica, las instituciones educativas, por sí solas, no están en condiciones de remediar esta situación. CPE aparece como un mecanismo para enfrentar o aliviar tales limitaciones.

Tabla 1. Cantidad de terminales entregadas por CPE.

2001 a 2013	2014	2015	2016	2017	Total
781.572	291.297	616.342	259.098	103.384	2.051.693

Fuente. Elaboración propia con base en información suministrada por CPE.

*Formación:*

La formación y capacitación de docentes se incorporó al programa en 2004 y la de padres de familia en 2012 (Hitos, 2018). Desde 2015 CPE ha venido implementado la llamada Estrategia de Innovación Educativa y uso de las TIC para el Aprendizaje (ETIC@), que engloba la oferta de formación y capacitación por parte del programa. ETIC@ está conformada por cuatro diplomados, tres de ellos dirigidos a docentes (DocenTIC, InnovaTIC y TecnoTIC) y uno a directivos docentes (DirectTIC), así como por dos Escuelas, una dirigida a padres de familia (Escuela TIC Familia) y otra a docentes (Escuela TIC para docentes innovadores).

El componente de formación y capacitación cristalizado en ETIC@ busca “contribuir a la mejora de la calidad educativa de los colombianos, a través del uso de las TIC como herramienta pedagógica” (CPE, 2016, p. 5). Se espera, en forma más específica que, con el uso y apropiación de las TIC, docentes, directivos y padres de familia “promuevan el aprendizaje de los estudiantes en las áreas básicas...” y que ello a su vez redunde en “mejores desempeños de los estudiantes en las pruebas Saber” (ibid). La tabla 2 presenta los objetivos de los diplomados de la estrategia ETIC@ dirigidos a docentes y directivos docentes.

Tabla 2. Objetivos de los diplomados de la estrategia ETIC@ dirigidos a docentes y directivos docentes.

DocenTIC	InnovaTIC	TecnoTIC	DirectTIC
<p>1. Fortalecer los niveles de competencias de los docentes desde el nivel de explorador hasta que lleguen al nivel de integrador, a fin de mejorar los aprendizajes de los estudiantes.</p> <p>2. Contribuir a la apropiación pedagógica de las TIC en estos docentes, a través de la formulación de</p>	<p>1. Fortalecer los niveles de competencias de los docentes para que alcancen el nivel innovador, con el fin de que logren mejorar aprendizajes de los estudiantes.</p> <p>2. Incentivar el uso de las TIC como herramientas pedagógicas, con el fin de promover prácticas de aula innovadoras a</p>	<p>1. Promover el liderazgo de los docentes de Tecnología e Informática, para que acompañen y asesoren los Proyectos Educativos Apps de sus colegas docentes.</p> <p>2. Contribuir al aprendizaje de los estudiantes y el desarrollo de sus competencias TIC, a través de la</p>	<p>1. Promover el liderazgo de los Directivos Docentes para incentivar y articular los Proyectos Educativos en TIC de sus docentes en los planes de estudio de las instituciones educativas.</p> <p>2. Empoderar a los Directivos Docentes como líderes y actores responsables y</p>

<p>proyectos educativos en TIC, involucrando la participación activa de los estudiantes.</p> <p>3. Promover una evaluación reflexiva de los procesos de aprendizajes por los que transite el docente, con el fin que logre ser consciente de sus progresos y de las posibilidades de mantener en el tiempo sus mejoras.</p>	<p>través de la integración de los proyectos educativos TIC que se articulen a los planes de estudio.</p> <p>3. Promover una evaluación reflexiva de los procesos de aprendizajes por los que transite el docente, con el fin de que logre ser consciente de sus progresos y de las posibilidades de mantener en el tiempo sus mejoras.</p>	<p>conformación de semilleros en los que los alumnos aprendan lenguajes de programación básica.</p> <p>3. Fortalecer los niveles de competencias de los docentes del nivel innovador, para consolidar los aprendizajes en las prácticas de aula.</p>	<p>conformar el Comité de Gestores TIC de la institución educativa para ejecutar los planes y proyectos institucionales planteados en el Plan Estratégico TIC.</p> <p>3. Empoderar a los Directivos Docentes como líderes y actores responsables y conformar el Comité de Gestores TIC de la institución educativa para ejecutar los planes y proyectos institucionales planteados en el Plan Estratégico TIC.</p> <p>4. Socializar mediante un informe ejecutivo el Plan Estratégico TIC a la comunidad académica.</p>
---	---	--	---

Fuente: Elaboración propia con base en CPE, 2016.

Teniendo en cuenta que durante el año 2014 finalizó el diseño de la estrategia de formación ETIC@ y a partir del 2015 su implementación, a continuación, la tabla 3 presenta el número de docentes y padres de familia participantes en los diplomados de dicha iniciativa, durante el periodo del estudio.

Tabla 3. Número de docentes y directivos docentes formados, y padres de familia o acudientes sensibilizados, en los diplomados de la estrategia ETIC@.

<b>Formación de directivos docentes y docentes ETIC@</b>				
<b>Diplomado / Año</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>Total</b>
<b>DocenTIC</b>	17.902	28.733	65	46.700
<b>InnovaTIC</b>	984	41.717	45.872	88.573
<b>TecnoTIC</b>	11	1.025	2.800	3.836
<b>DirecTIC</b>	117	1.054	6.662	7.833
<b>Total</b>	<b>19.014</b>	<b>72.529</b>	<b>55.399</b>	<b>146.942</b>

<b>Sensibilización de padres de familia y/o acudientes ETIC@</b>				
<b>Diplomado / Año</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>Total</b>
<b>EscuelaTIC Familia</b>	129.462	129.462	79.341	338.265

Fuente. Elaboración propia con base en información suministrada por CPE.

*Gestión ambiental:*

De forma adicional a sus estrategias de acceso y formación, CPE ha implementado la gestión ambiental de residuos electrónicos como eje central de su operación y función. Dicha gestión se divide en cuatro procesos principales: retoma, demanufactura, valorización de residuos aprovechables y disposición final de residuos peligrosos.

CPE ha definido el proceso de retoma como la recolección de aquellos equipos de cómputo que han cumplido su ciclo de vida útil en las instituciones educativas, casas de la cultura y bibliotecas públicas para darles una gestión adecuada con el propósito de evitar que estos equipos tengan un manejo ambiental inapropiado y así prevenir los riesgos que se derivan de esta situación para la salud de las personas y para el ambiente (ver tabla 4). De forma similar la demanufactura ha sido definida como el proceso manual mediante el cual el personal desensambla equipos de terminales tales como monitores TRC, monitores LCD, portátiles y periféricos, entre otros.

Tabla 4. Cantidad anual de residuos electrónicos recolectados por CPE, durante el periodo del estudio.

<b>Residuos electrónicos retomados (toneladas)</b>				
<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>Total</b>
498,7	204,6	410,7	565,3	1.679,3

Fuente. Elaboración propia con base en información suministrada por CPE.

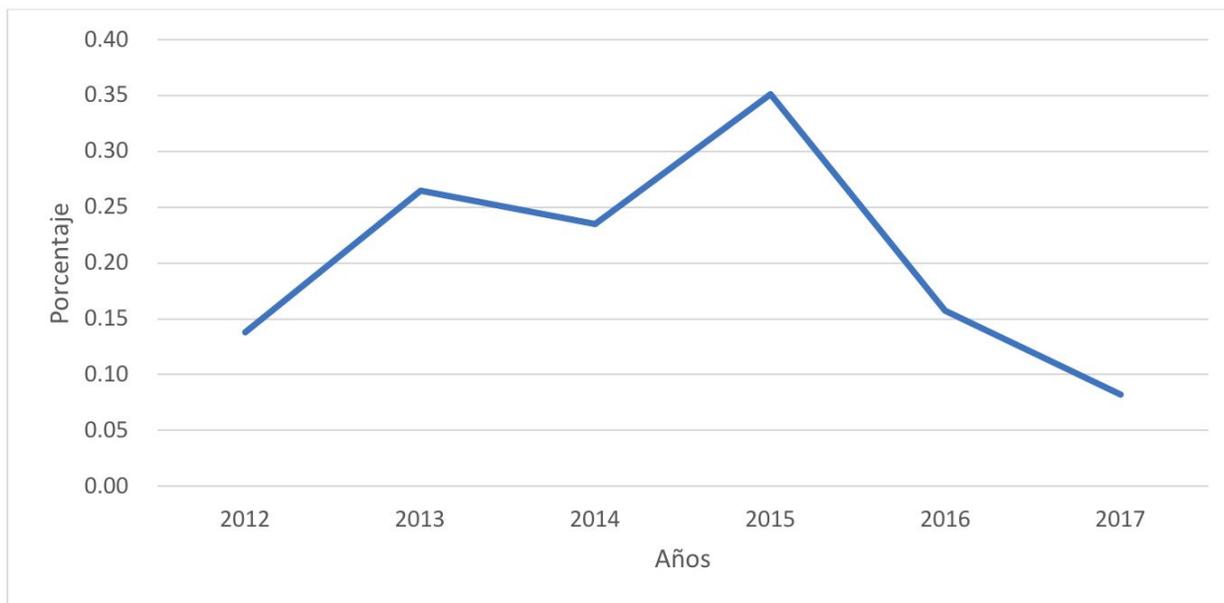
*Operación y financiación:*

La financiación de las actividades de CPE proviene del Fondo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (FONTIC), un ente adscrito al ministerio del ramo. Este fondo se nutre de recursos provenientes de una variedad de fuentes, como las concesiones y compensaciones del sector, el presupuesto nacional, y las ventas y arrendamientos.

La figura 1 muestra que los ingresos totales del programa CPE pasaron de representar el 0.14% de los ingresos totales del gobierno nacional central en 2012 al 0.35% en 2015, más que duplicando su peso relativo en ese lapso. En contraste, entre 2015 y 2017 los ingresos de CPE perdieron considerable importancia dentro de los ingresos del gobierno nacional. En 2017 la participación de los primeros en los segundos cayó a 0.08%, el porcentaje más bajo del período

2012-2017.

Figura 1. Ingresos totales del programa Computadores para Educar, 2012-2017 (Participación en los ingresos totales del Gobierno Nacional Central).



Fuente: CPE, Estados financieros; Ministerio de Hacienda y crédito público, Estadísticas fiscales del Gobierno Nacional Central. Cálculos de los autores.

La tabla 5 muestra los ingresos de CPE en el período 2012-2017 en términos nominales y reales. A precios constantes de 2008, los ingresos registraron una fase de ascenso entre 2012 y 2015, cuando pasaron de \$133 mil millones a \$374 mil millones, el valor más alto del período. Desde entonces han declinado, hasta situarse en 2017 en \$87 mil millones, el valor más bajo del período.

Tabla 5. Ingresos totales de Computadores para Educar, 2012-2017 (Valores en millones de pesos)

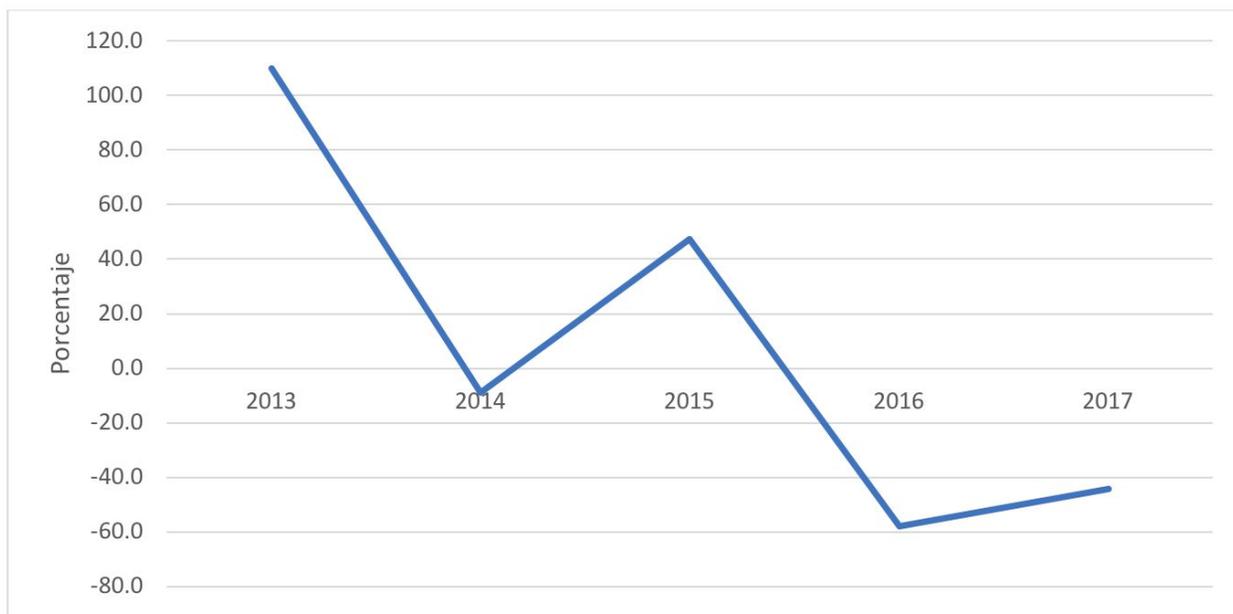
Concepto/Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Ingresos nominales	147.494	316.660	296.105	453.830	201.871	118.483
Ingresos reales (precios constantes de 2018)	132.842	278.824	253.645	373.584	156.964	87.713

Fuente: CPE, Estados financieros. Para valores en términos reales, cálculos de los autores, utilizando como deflactor el IPC del DANE.

Los ingresos de CPE, expresados en términos reales, se han caracterizado por su gran variabilidad anual. Entre 2013 y 2017 su tasa de crecimiento anual promedio se situó en 9.2%, pero con una desviación estándar de 69.4 puntos porcentuales. Como se aprecia en la figura 2, la tasa de crecimiento más alta del período se registró en 2013 (crecimiento real de 110% con

respecto al 2012) y la más baja en 2016 (crecimiento negativo de 58%).

Figura 2. Variación de los ingresos totales del programa Computadores para Educar (Tasa de crecimiento real de los ingresos)



Fuente: CPE, Estados financieros; Ministerio de Hacienda y crédito público, Estadísticas fiscales del Gobierno Nacional Central. Cálculos de los autores.

En la actualidad, como producto directo de sus actividades, el programa se propone “alcanzar una relación de dos niños por terminal” en cada una de las sedes de los establecimientos oficiales de los niveles de educación básica y media (MinTic, 2016). Para una matrícula del orden de 8.3 millones de estudiantes en esos establecimientos, el número de terminales asociados a la meta asciende a alrededor de 4.2 millones. Parte de las necesidades de terminales ya está cubierta. Teniendo en cuenta esta circunstancia, CPE estima que, para el conjunto del país, “se requieren 3.3 millones de equipos para satisfacer [las necesidades no cubiertas]” (MinTic, 2016, p.3). Los indicadores del Plan de Desarrollo 2014-2018 fijaron como meta para el 2018, contar con casi 3.1 millones de equipos o terminales, de modo que el desfase sería de 200 mil. En 2013 el número de equipos disponible para entrega rondaba los 638 mil. Mientras tanto, se espera que el número de docentes formados en TIC alcance los 321.000 en 2018, frente a los 38.000 existentes en 2013 (CPE, 2016, p. 99).

Con miras a lograr la meta de dos estudiantes por terminal, CPE utiliza la siguiente fórmula para estimar las necesidades de asignación de equipos a cada sede educativa i:

$$E_{i,t} = (M_{i,t} / 2) - E^*_{i,t-n}$$

En donde  $E_{i,t}$  es el número de equipos de cómputo necesarios para que la sede  $i$  alcance la meta en el año  $t$ ,  $M_{i,t}$  es el número de estudiantes matriculados en la misma sede y en el mismo año y  $E^*_{i,t-n}$  es el número de equipos en período de vida útil con que cuenta la sede en el año  $t-n$ .

En períodos recientes, CPE ha adoptado un esquema de cofinanciación tendiente a incentivar el aporte de recursos por parte de las entidades territoriales "para adquirir de manera conjunta las terminales que son requeridas para [cubrir] las necesidades de cada una de las sedes educativas públicas del país" (MinTic, 2016). Como regla general, el gobierno nacional se compromete a entregar un equipo por cada equipo que adquiera la entidad territorial, bien sea departamento, distrito o municipio, cualquiera que sea su categoría, de la primera a la sexta. Así, la cofinanciación está definida en términos de equipos, no de valor. Este diseño premia el aporte de las entidades territoriales, pero tácitamente las trata como si fueran iguales en términos fiscales. Puesto que ese no es el caso, tiende a favorecer a las de mayor capacidad fiscal. CPE ha ofrecido, sin embargo, un esquema alternativo de cofinanciación dirigido a los municipios de cuarta, quinta y sexta categoría, es decir, a los municipios de menor tamaño poblacional y con menor disponibilidad de ingresos fiscales. Bajo este esquema alternativo, CPE entrega "dos (2) equipos por cada uno (1) que entrega el ente territorial a sus sedes educativas" hasta alcanzar la meta de número de estudiantes por equipo (MinTic, 2016). Los municipios de las categorías beneficiarias (4 a 6) tienden a resultar favorecidos con respecto a los de las categorías no beneficiarias (1 a 3), pero dentro del grupo de beneficiarios favorecería a los más poblados y de mayor disponibilidad de ingresos fiscales. Este esquema alternativo se empezó a implementar en el período 2016-2017.

La tabla 6 muestra cuál sería el aporte potencial de equipos por parte de CPE con respecto a las necesidades estimadas por categoría municipal. Como se puede observar, el aporte sería del 50% para las categorías 1 a 3, y ascendería a 67% para las categorías 4 a 6. Este resultado indica que, si bien hay cierta progresividad, en términos de número de equipos, entre agrupaciones de categoría municipales (1 a 3 vs. 4 a 6), no la hay dentro de esas agrupaciones. Para los municipios de categoría especial, el aporte potencial estimado sería de 33.3%.

Tabla 6. Estimación del aporte en terminales de Computadores para Educar y de las entidades territoriales.

Categoría	Municipios	Necesidad	Aporte CPE	Aporte CPE/Necesidad	Aporte ET	Aporte ET/Necesidad
Especial	7	800.065	266.690	33,3%	533.375	66,7%
1	30	465.750	232.915	50,0%	232.835	50,0%
2	18	203.940	102.005	50,0%	101.935	50,0%
3	16	99.065	49.550	50,0%	49.515	50,0%

4	29	202.270	135.515	67,0%	66.755	33,0%
5	33	134.815	90.325	67,0%	44.490	33,0%
6	988	1.396.070	935.350	67,0%	460.720	33,0%
<b>Total</b>	<b>1.121</b>	<b>3.301.975</b>	<b>1.812.350</b>	<b>54,9%</b>	<b>1.489.625</b>	<b>45,1%</b>

Nota: La estimación supone la participación en el programa de la totalidad de los municipios.

Fuente: Tomado de Mintic (2016).

Por diversos factores, el número de equipos efectivamente entregados a una sede puede diferir con respecto a las necesidades estimadas por CPE mediante la fórmula citada. Puede ocurrir, por ejemplo, que la entidad territorial no esté interesada, o que no realice las gestiones necesarias para obtener el beneficio o que carezca de los recursos de contrapartida requeridos. Debido a que la fórmula ha operado más como guía para las decisiones que como regla forzosa, puede ocurrir que la entidad territorial no sea seleccionada como beneficiaria. Y puede ocurrir también que las autoridades territoriales o los directivos de los establecimientos educativos no distribuyan los equipos entre las sedes de acuerdo con las necesidades.

Si bien proveer conectividad a las instituciones educativas no hace parte de las estrategias y fines de CPE, esta ha sido un factor limitante en el uso de los computadores, algo especialmente cierto en la primera década de existencia del programa. En cuanto al internet de banda ancha, "en 2009 se tenían registros que indicaban que el 60% de los suscriptores se hallaban concentrados en las cinco principales ciudades del país que concentran el 30% de la población" (CONPES, 2010 documento 3670). Muchos establecimientos educativos ubicados fuera de los grandes centros urbanos o no tenían acceso al servicio o tenían un servicio deficiente. Aunque todavía no del todo, esta limitante ha perdido importancia, gracias a una política tendiente a promover la universalización del acceso a las tecnologías de la información y las comunicaciones (ibid).

### 1.2.2. Estudios anteriores

Dentro de los antecedentes de estudios de evaluación de impacto del programa CPE se encuentran los desarrollados por el Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico (CEDE) de la Universidad de los Andes en el año 2011 y por el Centro Nacional de Consultoría (CNC) en el 2015. A continuación, se mencionan algunas generalidades asociadas a estos estudios previos.

Los investigadores del CEDE (Rodríguez, Sánchez, & Márquez, 2011) realizaron el estudio con el objetivo de medir el impacto del programa CPE entre el año 2000 y el 2008, a partir de tres indicadores: deserción escolar, logro escolar e ingreso a la educación superior. La deserción escolar se calculó teniendo en cuenta los datos de la totalidad de estudiantes en el sistema

público de Colombia<sup>1</sup> y el tiempo de exposición del estudiante al programa. Por su parte, el logro escolar fue medido a través del puntaje estandarizado en la prueba de Estado Colombiano SABER 11 (Examen ICFES). En cuanto al ingreso a la educación superior, este indicador fue calculado teniendo en cuenta tiempo de beneficio de la sede educativa y la información disponible en el SPADIES (Sistema para la Prevención y Análisis de la Deserción en las Instituciones de Educación Superior) del Ministerio de Educación que registra todos los estudiantes que han ingresado a las instituciones educativas en este nivel.

Posteriormente, el CNC (Lemoine, 2015) además de medir el impacto del programa CPE entre el año 2010 y 2013 a partir de los indicadores ya definidos por el CEDE (deserción escolar, logro escolar e ingreso a la educación superior), incluyó en su estudio indicadores de repitencia y huella de carbono. Al igual que en el indicador de deserción, para el cálculo de la repitencia se tuvo en cuenta los datos de la totalidad de estudiantes en el sistema público de Colombia y el tiempo de exposición del estudiante al programa, contemplando de manera diferencial los niveles de enseñanza de primaria y secundaria. Por su parte, la huella de carbono (indicador relacionado con la cantidad de gases efecto invernadero producidos directa o indirectamente) fue calculado a través del Estándar de Contabilidad y Reporte del Ciclo de Vida de un Producto<sup>2</sup>.

En relación con los estudios realizados anteriormente, es importante mencionar que la presente evaluación de impacto mantiene los indicadores definidos en el año 2014 (deserción escolar, repitencia, logro escolar, tasa de ingreso a las instituciones de educación superior y huella de carbono) y la metodología asociada al modelo econométrico propuesto en los estudios realizados previamente.

---

<sup>1</sup> De acuerdo con el CEDE, esta información está disponible a través del Ministerio de Educación para el periodo 2005-2008 – en la llamada Resolución 166.

<sup>2</sup> De acuerdo con el CNC, este estándar es el Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard desarrollado por el WRI (World Resources Institute) y el WBCSD (World Business Council for Sustainable Development).

## 2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

### 2.1. VARIABLES E INDICADORES DEL ESTUDIO

#### 2.1.1. Variables de salida con base en información secundaria (estudios anteriores)

Tras retomar las variables de salida presentados en los estudios de evaluación de impacto realizados previamente (Rodríguez, Sánchez, & Márquez, 2011; Lemoine, 2015), uno de los objetivos de este estudio es estimar la incidencia de la estrategia de CPE (a partir de la formación docente y entrega de terminales) sobre cuatro variables dependientes (variables de salida con base en información secundaria), a saber: tasa de deserción, tasa de repitencia, logros académicos (medido por los puntajes en la prueba SABER 11) y tasa de ingreso a las Instituciones de Educación Superior (IES). Los indicadores de estas variables se resumen en la tabla 7.

Tabla 7. Definición indicadores evaluación programa Computadores para Educar (anteriores).

Indicador	Unidad de medida	Fórmula
Variación en la tasa de deserción	Puntos porcentuales	$(\text{Estudiantes desertores al terminar el año lectivo X} / \text{Estudiantes matriculados durante el año lectivo X}) \times 100$
Variación en la tasa de repitencia	Puntos porcentuales	$(\text{Estudiantes repitentes en el nivel educativo X en el año lectivo} / \text{Estudiantes matriculados en el nivel educativo X en el año lectivo}) \times 100$
Variación en el desempeño de los estudiantes en las pruebas Saber 11	Desviaciones estándar	$\text{Coef. variable explicativa}^3 \times \text{desv. est. variable explicativa} / \text{desv. est. promedio saber 11}$
Variación en la tasa de ingreso a la educación superior	Puntos porcentuales	$(\text{Estudiantes que ingresaron a la educación superior en el año X+1} / \text{Número de estudiantes del año X}) \times 100$

Fuente: elaboración propia<sup>4</sup>.

#### 2.1.2. Indicadores de salida con base en información primaria

Además de retomar las variables de salida abordadas en los estudios de evaluación de impacto realizados previamente, se propusieron cuatro variables adicionales para analizar la incidencia

<sup>3</sup> La variable explicativa puede corresponder a la proporción de docentes formados o promedio de años de experiencia como docentes formados por CPE.

<sup>4</sup> La formulación de estos indicadores se realizó considerando los elementos reportados en los informes de evaluación de impacto generados por el CNC 2015 y CEDE 2011.

de la estrategia de formación de CPE: apropiación TIC<sup>5</sup>, docentes innovadores<sup>6</sup>, actitudes hacia las TIC<sup>7</sup> y experiencias significativas con el uso de TIC<sup>8</sup>. La selección de estas variables se realizó teniendo en cuenta referentes bibliográficos asociados a estudios internacionales en los que se reportan este tipo de variables como elementos pertinentes para el análisis de los procesos de integración de TIC en el ámbito educativo. De igual forma, para la formulación de los nuevos indicadores se consideraron criterios de funcionalidad, disponibilidad, confiabilidad, pertinencia, utilidad, relevancia, credibilidad, accesibilidad, oportunidad y coherencia (Quintero, 2008).

La tabla 8 muestra la definición de los nuevos indicadores propuestos para el presente estudio. Es importante mencionar que la unidad de medida asociada a los diferentes indicadores corresponde a valores porcentuales, exceptuando el indicador “Actitud hacia el uso educativo de TIC”, cuya unidad de medida es adimensional y corresponde al puntaje de la escala de actitudes por agente. Así mismo, para todos los casos, la periodicidad de medición corresponde a la ventana de observación del estudio.

Tabla 8. Nuevos indicadores propuestos.

Nombre	Descripción	Fórmula <sup>9</sup>
Apropiación TIC docentes y directivos docentes	Porcentaje de docentes y directivos docentes participantes de la estrategia ETIC@ apropiados de las TIC.	Docentes y directivos docentes en alguno de los dos últimos niveles de apropiación / Docentes y directivos docentes participantes de la estrategia ETIC@
Docentes innovadores	Docentes en el nivel “innovador” en al menos una de las dimensiones del instrumento de competencias TIC.	Docentes en el nivel “innovador” en al menos una de las dimensiones del instrumento de competencias TIC / Docentes participantes estrategia ETIC@

<sup>5</sup> Se aborda la Apropiación de las TIC desde el modelo de apropiación de tecnología (MTA) desarrollado por Carroll, Howard, Peck, & Murphy. Desde esta perspectiva, la apropiación se concibe como un proceso a través del cual las personas adoptan, adaptan e incorporan la tecnología en sus prácticas ocupacionales (Fidock & Carroll, 2006).

<sup>6</sup> Se consideran como docentes innovadores aquellos que se encuentran en el último nivel de competencia TIC. En este nivel el docente es capaz de poner en práctica (con pocas dificultades) el uso de las TIC para crear contenidos educativos, para expresar sus ideas en diferentes espacios y por múltiples canales de comunicación, para construir colectivamente nuevos conocimientos y para construir estrategias novedosas que le permitan reconfigurar su práctica y su saber pedagógico (MEN, 2013).

<sup>7</sup> Se considera como un constructo unitario (con propiedades de dirección e intensidad) que se manifiesta a través de componentes relacionados con el uso de TIC: afectivo (emociones), cognitivo (pensamientos), comportamental y valorativo (García-Santillan et al., 2012).

<sup>8</sup> Práctica concreta (programa, proyecto, actividad) que integra el uso de tecnología y que es al mismo tiempo: a) estructurada, b) un contexto de interacción, c) una situación de resolución de problemas y d) una situación que exige el uso de múltiples competencias (MEN, 2010).

<sup>9</sup> En el presente estudio, el valor de las variables asociadas a los indicadores propuestos se establecen a través de la aplicación de instrumentos en la muestra definida para el levantamiento de información primaria.

Experiencias significativas con el uso de TIC en instituciones educativas	Instituciones educativas en las que se reportan experiencias significativas con el uso de TIC en el aula.	Cantidad de instituciones educativas en las que se reportan experiencias significativas en el aula / Cantidad de instituciones educativas beneficiadas con la estrategia ETIC@
Actitud hacia el uso educativo de TIC	Actitudes de docentes hacia el uso educativo de TIC.	Promedio de la evaluación de actitudes de docentes (participantes de la estrategia ETIC@) hacia el uso educativo de TIC

Fuente: elaboración propia

## 2.2. FUENTES DE INFORMACIÓN DEL ESTUDIO

De acuerdo con la definición de Myriam Polo de Molina (citada por De la Parra, 2012) son fuentes de información todos los recursos que la contienen sean estos formales, informales, escritos, orales o multimediales. Para esta autora, las fuentes primarias “ofrecen información de primera mano, que proviene directamente del autor, que se publica por primera vez, que no ha sido filtrada, interpretada o evaluada por nadie más”, mientras que las fuentes secundarias: “ofrecen información de alguna manera procesada u organizada de acuerdo con un criterio específico” (De la Parra, 2012, p.97).

### 2.2.1. Información primaria

Durante la fase de trabajo de campo del estudio se adelantaron actividades que tuvieron como propósito aplicar en sedes educativas, bibliotecas y casas de la cultura previamente seleccionadas, los instrumentos de recolección de información primaria necesaria para los distintos objetivos y componentes del estudio, estas actividades estuvieron organizadas en cuatro fases ejecutadas de forma escalonada y paralela en todo el país: contacto inicial con instituciones, visitas de levantamiento de información, auditoría y verificación de la información, y finalmente, la sistematización de la misma.

La metodología y planeación propuesta por la Universidad Nacional incluyó seleccionar una muestra con holgura que permitiera solventar posibles eventualidades sin afectar el desarrollo de los objetivos del estudio, específicamente, fueron seleccionadas 1.647 sedes educativas y 60 casas de la cultura y/o bibliotecas, de acuerdo con la técnica y procedimientos de muestreo establecidos para el estudio (ver numeral 2.3.1), lo que significa un total de 1.707 visitas. Una vez finalizadas las actividades en campo, fueron realizadas en total 1.686 visitas, las cuales equivalen al 105,37% del mínimo establecido y al 98,77% de la planeación con holgura mencionada. Teniendo en cuenta los criterios de representatividad y diversidad establecidos para el estudio, la muestra inicial incluyó 770 sedes educativas ubicadas en zonas rurales de país y 937 sedes educativas, casas de la cultura y bibliotecas ubicadas en zonas urbanas. Finalizadas las actividades en campo, fueron realizadas 762 visitas rurales, equivalentes al

98,96% de la planeación con holgura, y 924 visita urbanas, equivalentes al 98,61% de dicha planeación, manteniendo la distribución establecida en la metodología de muestreo (ver tabla 9).

Tabla 9. Distribución de visitas realizadas según zona y región.

Región	Rurales	Urbanas	Total visitas
Amazonía	4	10	14
Costa Atlántica	256	239	495
Costa Pacífica	110	106	216
Llanos Orientales	15	11	26
Andina	377	558	935
<b>Total visitas</b>	<b>762</b>	<b>924</b>	<b>1.686</b>

Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta la metodología de muestreo y los instrumentos de captura de información descritos en el numeral 2 de este documento, se establecieron cuatro tipos de visita según los agentes participantes y los instrumentos aplicados, así: 1) instrumentos base para directivos, docentes, estudiantes y acudientes, 2) los mismos del tipo 1 más entrevista estructura al directivo docente, 3) los mismos del tipo 2 más observación en el aula, grupo focal de docentes y actividad emergente con estudiantes, y 4) instrumentos base para encargados de bibliotecas y casas de la cultura (ver tabla 10).

Tabla 10. Distribución de visitas según agentes participantes e instrumentos aplicados.

Región	Rurales				Urbanas				Total visitas
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	
Amazonía	3	0	1	0	2	2	1	5	14
Costa Atlántica	234	11	11	0	191	12	12	24	495
Costa Pacífica	99	5	6	0	87	7	6	6	216
Llanos Orientales	13	1	1	0	6	2	2	1	26
Andina	337	20	20	0	491	21	22	24	935
<b>Total visitas</b>	<b>686</b>	<b>37</b>	<b>39</b>	<b>0</b>	<b>777</b>	<b>44</b>	<b>43</b>	<b>60</b>	<b>1.686</b>

Fuente: elaboración propia.

Respecto a la participación de los distintos agentes objeto del trabajo de campo (directivos, docentes, estudiantes y acudientes de sedes educativas, y encargados de casas de cultura o bibliotecas), es importante resaltar que la cantidad de instrumentos aplicados en cada visita, corresponde tanto a aspectos previsibles como el tamaño de la sede (matrícula) y los grados y niveles educativos impartidos en la institución, como a situaciones emergentes asociadas a restricciones de tiempo por parte de algunos docentes y directivos, la no disponibilidad de acudientes en algunas instituciones, la coincidencia con otras actividades escolares, y

esporádicas diferencias entre la información disponible en las bases de datos administrativas y la situación real de algunas de las sedes visitadas (por ejemplo fusiones o niveles educativos inexistentes). A continuación, la tabla 11 presenta las cifras agregadas de participación de los distintos agentes de las comunidades educativas visitadas, de acuerdo con los tipos de instrumentos aplicados y las actividades realizadas durante las visitas.

Tabla 11. Cantidad de instrumentos aplicados durante el trabajo de campo<sup>10</sup>.

Tipo	Instrumento	Cantidad
Instrumentos base	Directivos (rectores, coordinadores o docentes encargados)	1.617
	Docentes	3.788
	Estudiantes	10.901
	Acudientes	6.099
	Encargados de casa de cultura o biblioteca	60
Instrumentos adicionales	Entrevista a directivos	158
	Grupos focales con docentes	81
	Observaciones en aula	84
	Actividades emergentes (no estándar)	81
<b>Total de instrumentos aplicados:</b>		<b>22.869</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.2. Información secundaria

Con el propósito de integrar y depurar el panel de datos requerido para la implementación del modelo econométrico descrito en el numeral 2.3 (cálculo del impacto sobre variables repitencia, deserción, ingreso a la educación superior y logro en pruebas estandarizadas), se solicitaron y trataron las siguientes bases de datos administrativas, de acuerdo con los protocolos y mecanismos de confidencialidad y limitación de uso establecidos por cada entidad origen, y la mediación y supervisión de CPE (ver tabla 12):

Tabla 12. Bases de datos administrativas utilizadas en el estudio.

Base de datos	Entidad origen	Descripción	Registros (filas)
Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales - SISBEN	Departamento Nacional de Planeación - DNP	Información socioeconómica de la población durante las vigencias de estudio	2014 = 36.112.040 2015 = 37.213.947 2016 = 37.600.623 2017 = 38.426.122
Sistema Integrado de Matrícula - SIMAT	Ministerio de Educación Nacional - MEN	Estudiantes matriculados en las sedes educativas durante las vigencias del estudio	2014 = 8.655.081 2015 = 8.420.856 2016 = 8.305.035 2017 = 8.189.181

<sup>10</sup> La información detallada de instrumentos aplicados por departamento, municipio e institución, está disponible en el capítulo 1 del informe cuantitativo del estudio (2B) y sus anexos.

Planta de docentes, directivos docentes y administrativos - SINEB	Ministerio de Educación Nacional - MEN	Docentes y directivos adscritos a las sedes educativas durante las vigencias del estudio	2014 = 320.047 2015 = 322.038 2016 = 322.801 2017 = 331.341
Infraestructura tecnológica de instituciones educativas - SINEB	Ministerio de Educación Nacional - MEN	Reporte de terminales disponibles en las sedes educativas durante las vigencias del estudio	2014 = 43.320 2015 = 43.154 2016 = 43.160 2017 = 43.546
Directorio Único de Establecimientos Educativos - DUE establecimientos	Ministerio de Educación Nacional - MEN	Información de establecimientos educativos durante las vigencias del estudio	2014 = 31.965 2015 = 31.965 2016 = 32.289 2017 = 32.645
Directorio Único de Establecimientos Educativos - DUE sedes	Ministerio de Educación Nacional - MEN	Información de sedes educativas durante las vigencias del estudio	2014 = 62.197 2015 = 62.751 2016 = 64.037 2017 = 64.617
Sistema Nacional de Información de la Educación Superior - SNIES	Ministerio de Educación Nacional - MEN	Información de matrícula en instituciones de educación superior durante las vigencias del estudio	2014 = 4.397.685 2015 = 4.580.486 2016 = 4.613.419 2017 = 4.487.044
Despachos de dotación para sedes beneficiadas	Computadores para Educar - CPE	Información histórica de entrega de terminales (computadores y tabletas).	2001-2013 = 80.352 2014 = 21.190 2015 = 29.279 2016 = 17.173 2017 = 7.588
Entregas de terminales a docentes	Computadores para Educar - CPE	Terminales entregadas a docentes formados durante las vigencias del estudio.	2015 = 19.014 2016 = 72.529 2017 = 29.284
Participantes en la estrategia de formación ETIC@	Computadores para Educar - CPE	Docentes y directivos participantes en los diplomados de la estrategia ETIC@	2015 = 19.015 2016 = 72.529 2017 = 55.399
Casos de la mesa de asistencia técnica de CPE - MAT <sup>11</sup>	Computadores para Educar - CPE	Información de las solicitudes atendidas por la MAT durante las vigencias del estudio.	2014-2015 = 5.235 2015-2016 = 12.579 2016-2017 = 26.948
Resultados pruebas SABER 11 <sup>12</sup>	Instituto Colombiano para la Evaluación de la	Resultados generales y por área de conocimiento durante las vigencias del	2014 = 334.129 2015 = 359.018 2016 = 372.567

<sup>11</sup> La información de la MAT fue utilizada como insumo para el análisis complementario de información cualitativa asociado a la incidencia de las soluciones tecnológicas entregadas por CPE, no fue insumo del modelo econométrico.

<sup>12</sup> En el caso de la base de datos SABER 11, esta no fue recibida ni procesada directamente por la Universidad Nacional, los cruces de datos respectivos fueron realizados directamente en las instalaciones y en la infraestructura tecnológica del ICFES, de acuerdo con los protocolos de confidencialidad y anonimización de la información establecidos por dicha entidad.

	Educación ICFES	estudio.	2017 = 389.991
--	-----------------	----------	----------------

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información recibida de las fuentes mencionadas, se procedió a través de la aplicación iterativa de criterios de calidad y cruces de información, a la conformación las estructuras de datos consolidados requeridas para la implementación del modelo econométrico ("sábanas" de datos), las cuales fueron posteriormente cargadas y balanceadas en el software seleccionado para la codificación y ejecución del modelo (STATA). Las distintas iteraciones de procesamiento y consolidación de datos tuvieron como propósito aumentar la cantidad de registros u observaciones disponibles para el panel del modelo econométrico, velando por la confiabilidad y calidad de la información utilizada (ver tabla 13).

Tabla 13. Estructuras de datos consolidadas para modelo econométrico.

Estructuras consolidadas ("sábanas" de datos)		2014	2015	2016	2017	Total de registros
1	Estudiantes de primaria y media matriculados, con información sociodemográfica y variables de deserción, repitencia, cambio de sede y reingreso. Estudiantes registrados simultáneamente en SIMAT y SISBEN.	4.873.568	6.075.563	6.098.402	5.701.565	22.749.098
2	Estudiantes grado 11 y ciclo 6 (adultos) con información sociodemográfica, puntaje pruebas SABER 11 (general y áreas de interés) e información sobre acceso a las IES. Estudiantes registrados en SIMAT e ICFES simultáneamente.	334.129	359.018	372.567	389.991	1.455.705
3	Establecimientos educativos con información general sobre éstos y datos referentes a la participación de sus docentes en la formación ETIC@.	31.963	31.963	32.287	32.645	128.858
4	Sedes educativas con información general sobre éstas, datos de infraestructura tecnológica disponible y terminales entregadas por CPE.	43.128	43.132	43.138	43.288	172.686
5	Todos los estudiantes registrados en SIMAT con los datos de repitencia, deserción, reingreso y cambio de sede	8.631.654	10.852.118	10.679.886	10.263.683	40.427.341

Fuente: elaboración propia.

### 2.3. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE FUENTES PRIMARIAS

### 2.3.1. Muestreo para recolección de información primaria

El estudio de evaluación de impacto para el programa incluyó el levantamiento de información primaria para responder preguntas relacionadas con competencias docentes, apropiación y ruralidad. La población que se consideró como universo de estudio fue el conjunto de Sedes educativas, Bibliotecas y Casas de la Cultura beneficiarias del programa CPE del año 2014 al año 2017.

Se considera el marco de muestreo como el elemento físico que permite tener acceso a la población de estudio. Para la construcción del marco de muestreo estadístico, CPE dispuso del listado de las sedes educativas, bibliotecas y casas de la Cultura que fueron beneficiadas con el programa, así como la cantidad de terminales que les fueron entregadas en la ventana de observación. De otra parte, se utilizó la base de datos de las sedes educativas relacionadas por el MEN a febrero de 2016, para lograr una plena identificación de éstas. A través del cruce entre estos listados se identificaron un total de 30.681 sedes, de las cuales el 22% son urbanas y 78% rurales, correspondiendo a una matrícula de 6.584.092 estudiantes, con 72% en el área urbana y 28% en el área rural. La unidad de muestreo fueron las sedes educativas seleccionadas para la muestra. La unidad de análisis y observación fueron los estudiantes, padres de familia y acudientes, docentes o directivos, que hicieron parte de las sedes beneficiarias del programa CPE del año 2014 al año 2017.

El diseño de la muestra probabilística consistió en un enfoque de conglomerados proporcional al tamaño, en la que inicialmente se seleccionan municipios y posteriormente se seleccionan sedes educativas. Este diseño fue probabilístico, porque cada una de las unidades seleccionadas tienen una probabilidad de selección conocida y mayor a cero; de conglomerados, porque se conformaron grupos de las unidades de muestreo y observación; y proporcional al tamaño, porque la probabilidad de selección de un municipio fue directamente proporcional a la matrícula del mismo.

Para la selección de municipios se realizó un muestreo proporcional al tamaño donde la unidad de tamaño es la matrícula en el municipio, esto garantiza que municipios con una alta cantidad de matrícula hagan parte de la muestra ya que son considerados de inclusión forzosa. Al interior de cada municipio seleccionado se realiza un muestreo aleatorio simple sobre las unidades de muestreo, la cantidad de unidades de muestreo seleccionadas en cada municipio es proporcional a la cantidad de sedes del municipio con respecto al total de sedes en los municipios seleccionados en la muestra. En cada una de las sedes seleccionadas se realizó el levantamiento de información de manera aleatoria a las unidades de observación: estudiantes, docentes y padres de familia.

En total se consideraron para la muestra 1549 sedes a visitar de las cuales el 53% se encuentran en el área urbana y el 47% en el área rural<sup>13</sup>. Con respecto a la matrícula se evidencia que el 89,6% hace parte de sedes urbanas y el 10,4% al área rural. Adicionalmente, se incluyeron sesenta casas de la cultura y bibliotecas de manera aleatoria en los municipios que se escogieron en la muestra. De otra parte, para elegir en qué subconjunto de sedes educativas se aplicarían los instrumentos de recolección de información en profundidad descritos en la sección 2.3.2 (entrevistas, grupos focales, observaciones en aula y actividades emergentes), se estableció primero cuáles de las sedes de la muestra contarían con un número plural de docentes participantes en la estrategia de formación ETIC@, y luego, cuáles tendrían por lo menos grado 3o, para posteriormente a través de un muestreo aleatorio simple conformar submuestras del 10% y 5% de las sedes iniciales.

Por último, en los estudios basados en muestras, mediante la aplicación de factores expansión se llevan los valores muestrales a los valores de las variables poblacionales. El factor de expansión se calcula a partir de las probabilidades de selección en cada una de las etapas: probabilidad de seleccionar un municipio, probabilidad de seleccionar una sede y probabilidad de seleccionar docentes estudiantes o padres de familia. El factor de expansión corresponde al inverso del producto de estas tres probabilidades.

### **2.3.2. Instrumentos para recolección de información primaria**

Los instrumentos de evaluación empleados para la recolección de información en el marco de la evaluación de impacto del programa Computadores para Educar (CPE) se constituyen como una de las principales herramientas de recolección primaria de información elaboradas para el presente estudio. En este sentido la información recolectada en la muestra de directivos docentes, docentes, estudiantes, acudientes y bibliotecas y casas de la cultura de instituciones que han recibido beneficios por parte de CPE debe ser considerada como información primaria.

Los instrumentos de evaluación son herramientas que permiten valorar aspectos de la realidad de los atributos (variables) en contextos específicos y por ende se diseñan a partir de las necesidades del contexto y de los objetivos específicos de la información. Para su diseño y elaboración, los instrumentos requieren consideraciones teóricas y empíricas de los constructos a evaluar o de las variables que se desean indagar, con el fin de contar con soporte que permita evaluar su validez, confiabilidad y objetividad tanto antes como después de ser aplicados.

---

<sup>13</sup> De acuerdo con lo establecido por CPE, el diseño del trabajo de campo complementó esta muestra inicial con 98 sedes adicionales pertenecientes a la Ruta de Monitoreo previamente definida por la entidad y con 60 casas de la cultura y bibliotecas.

Para la elaboración de los instrumentos de evaluación se empleó el Diseño Centrado en Evidencias (Mislevy, Almond, & Lukas, 2003) cuyos pasos se describen a grandes rasgos en la figura 3.

Figura 3. Fases del Diseño Centrado en Evidencias.

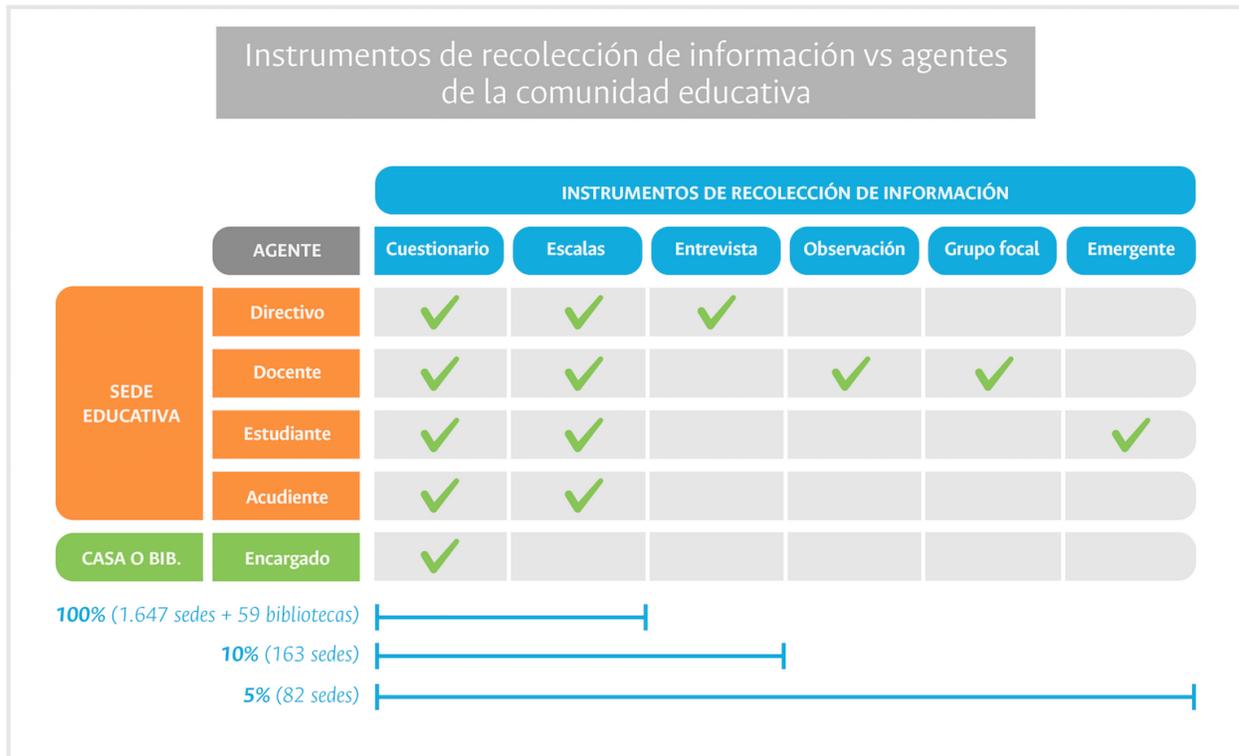


Fuente: elaboración propia.

Luego del desarrollo de los instrumentos y consolidación de la versión inicial de los mismos, se procedió a una fase de validación por juicio de expertos tanto de CPE como de la Universidad Nacional de Colombia, cuyo principal objetivo fue el de mejorar aspectos de claridad en la redacción de las preguntas y evaluar la relevancia y pertinencia de los instrumentos de evaluación para los objetivos del presente estudio.

De forma previa al despliegue de las rutas de trabajo campo, se realizaron dos pruebas piloto de los instrumentos a aplicar. El primer piloto se realizó en tres sedes externas al proceso (no incluidas en la muestra) pero representativas por su tipología y contexto (sede urbana en ciudad, sede urbana en municipio y sede rural), la segunda prueba piloto se realizó en dos sedes urbanas seleccionadas para el estudio. Estas pruebas arrojaron resultados valiosos para el proceso, ya que permitieron identificar puntos de mejora en el contenido de los instrumentos, en los procedimientos de aplicación de los mismos, en aspectos logísticos de las visitas y en la gestión de los técnicos de campo. A continuación, la figura 4 presenta los instrumentos de recolección de información primaria según su agente objetivo.

Figura 4. Instrumentos de recolección de información vs agentes de la comunidad educativa.



Fuente: elaboración propia.

### 2.3.3. Consolidación de información primaria

La consolidación de la información primaria se realizó mediante un control en cuatro niveles:

- Aplicación en campo: los profesionales que realizaron la aplicación de los instrumentos, al estar debidamente capacitados, se constituyeron en un primer filtro de calidad de la información.
- Sistematización de la información: los encargados de organizar y escanear los instrumentos diligenciados controlaron errores de transcripción.
- Generación de las bases de datos: el software de procesamiento permitió identificar alertas de posibles errores de diligenciamiento (como multimarcas en preguntas de única respuesta) y los encargados de escanear los instrumentos verificaron dichas alertas.
- Depuración de la información: los profesionales en psicometría desarrollaron y aplicaron las reglas de validación para estandarizar la información, previo al procesamiento de la misma.

### 2.3.4. Análisis de información primaria cuantitativa

El análisis de la información primaria cuantitativa se realizó desde dos perspectivas, la primera de ella es la perspectiva de estimación de las propiedades psicométricas, mediante la cual se aportan las evidencias de validez y confiabilidad de los instrumentos empleados en la medición de los constructos y variables de interés (evidencias que indican el control del error aleatorio y el error sistemático en el proceso de medición). La segunda perspectiva consiste en los modelos de análisis de datos, mediante los cuales se aplican procedimientos estadísticos que permiten concluir sobre las preguntas de investigación planteadas con base en la información recolectada.<sup>14</sup>

#### *Estimación de las propiedades psicométricas de los instrumentos:*

El objetivo de estas estimaciones es recolectar evidencias acerca de la confiabilidad (estabilidad) de la medida de las escalas a través del análisis de su consistencia interna, así como de la dimensionalidad, que hace referencia a la agrupación de los ítems de acuerdo con el constructo o variable que miden, en este sentido la confiabilidad y dimensionalidad pueden ser entendidas como evidencias empíricas de la calidad de los instrumentos utilizados. Para estas estimaciones se utilizaron técnicas como Análisis de Ítems (dificultad y discriminación), Análisis Factorial Confirmatorio y estimación del coeficiente de confiabilidad Alfa de Cronbach y Omega de McDonald<sup>15</sup>

#### *Modelos de análisis de datos:*

Para el procesamiento de los datos resultantes de las fuentes primarias se emplearon varios modelos de análisis a través de software estadístico específico. Dentro de los principales modelos se tienen estimaciones de prueba de hipótesis, es decir; pruebas de significación estadística que cuantifican hasta qué punto la variabilidad de la muestra puede ser responsable de las diferencias que se encuentran entre grupos sometidos a comparación. Los principales modelos empleados en el análisis fueron: Prueba t de Student/Welch, ANOVA y Test de independencia Chi Cuadrado, cada uno de ellos con sus respectivas estimaciones del tamaño del efecto.<sup>16</sup>

### **2.3.5. Análisis de información primaria cualitativa**

Para la información proveniente de fuentes cualitativas y atendiendo a la necesidad de narrar densamente las categorías para comprender su complejidad y la relación con su contexto, la técnica principal de análisis de contenido fue de tipo temático inicialmente y de tipo semántico interpretativo en un segundo momento (Andreú, 2000).

<sup>14</sup> Para consultar información en detalle sobre estos aspectos remitirse al 'Anexo 4 – Metodología para la consolidación de instrumentos base y adicionales' del informe cuantitativo del estudio (2B).

<sup>15</sup> Ibid.

<sup>16</sup> Ibid.

El análisis de contenido temático contempla la presencia de conceptos en el corpus discursivo de las estrategias cualitativas, con independencia de las relaciones surgidas entre ellos. De modo que se sirve de la identificación y clasificación temática mediante la búsqueda y análisis detenido de unidades textuales que se vinculan de forma explícita positiva o negativamente con una determinada temática. Aunque esta técnica se presta muy bien para una aplicación extensiva, es decir para muestras grandes de entrevistas o grupos focales (Andreú, 2000) su pertinencia radica en la posibilidad de "construir unidades tensionales de sentido, que se construyen a partir de los temas y la estructura de las contradicciones, las oposiciones e implicaciones alrededor de estos" (Pochet, 1996, citado en Fernández, 2002).

Por otra parte, el análisis de contenido semántico define una estructura significativa de relación y considera todas las ocurrencias que concuerden con dicha estructura, por lo que su objetivo es estudiar las relaciones entre los temas tratados en un corpus. Para ello el analista define los patrones de relaciones que se tomarán en cuenta, por ejemplo, "expresiones de posición favorables y desfavorables a la utilización de las TIC con fines comunicativos" (Andreú, 2000). Esta gama de expresiones significativas permite encontrar relaciones que tengan sentido para los agentes participantes con respecto a los conceptos desde los cuales se está leyendo su realidad, permitiendo siempre el desarrollo emergente de categorías explicativas que sean coherentes y pertinentes con los objetivos de la investigación y excluyentes con las categorías previamente elaboradas por el analista o su marco teórico.

## **2.4. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE FUENTES SECUNDARIAS**

### **2.4.1. Modelo econométrico**

Para establecer el impacto que tiene CPE sobre las cuatro variables de resultado (repitencia, deserción, ingreso a la educación superior y logro en pruebas estandarizadas) se utilizaron dos técnicas de estimación: el método de diferencias en diferencias y el enfoque de variables instrumentales. Sin embargo, dado que CPE es una intervención social con dos modalidades de tratamiento y diferentes niveles de intensidad, los modelos especificados a continuación se construyeron para evaluar la aplicación y la intensidad de la política. Entiéndase por aplicación el hecho de recibir o no formación docente bajo la estrategia ETIC@, sin importar la intensidad y la exposición del programa. Es decir, un establecimiento en el cual CPE incluyó en sus programas de formación a alguno de sus docentes. Por su parte, intensidad se refiere a qué tan extensa fue la aplicación de CPE en las sedes o establecimientos: cuántas terminales se entregaron conforme al número de estudiantes, y cuántos docentes accedieron y culminaron los programas de formación ofertados por CPE en el marco de ETIC@.

Bajo estas condiciones, el modelo general que mide el impacto del programa, en términos de intensidad y exposición en el *i-ésimo* estudiante, de la *j-ésima* sede educativa o establecimiento<sup>17</sup> en el periodo de referencia *t*, fue:

$$y_{i,j,t} = \beta_0 + \gamma CPE_{j,t} + B' \vec{X}_{i,j,t} + \lambda_j + \delta_t + \rho_d * \delta_t + \varepsilon_{i,j,t} \quad (1)$$

Donde  $y_{i,j,t}$  representa cada una de las cuatro variables de resultado;  $\beta_0$  captura todas las condiciones iniciales para cada variable; y el impacto del programa lo captura el coeficiente  $\gamma$ , cuya variable asociada  $CPE_{j,t}$  es la variable de tratamiento para el *j-ésimo* establecimiento educativo o sede en el periodo de referencia *t*. En este caso, para medir la intensidad de la formación docente y la intensidad en la entrega de terminales, se utilizó una variable de tratamiento continua que indicaba el número de docentes formados por cada establecimiento educativo, por un lado, y el número de terminales por estudiante entregadas por CPE, por otro. Finalmente, para medir la aplicación al programa de ETIC@, se utilizó una variable:

$$Cpe_{j,t} = \begin{cases} 1, & \text{si el } j - \text{ésimo establecimiento fue beneficiado con formación CPE} \\ 0, & \text{si el } j - \text{ésimo establecimiento es no beneficiario} \end{cases}$$

Por su parte,  $\vec{X}_{i,j,t}$  es el vector columna de variables control, tanto socioeconómicas como sociodemográficas del *i-ésimo* estudiante pero agrupadas a nivel de establecimiento educativo o sede. Por ejemplo, se tiene el promedio del puntaje SISBEN de los estudiantes de cada establecimiento. Por su parte,  $B'$  es el vector fila de los coeficientes asociados a dichas covariables.

Finalmente, se incluyeron factores que no cambian en el tiempo para cada establecimiento educativo (o sede), en su defecto, factores que afectan a todos los individuos en un momento determinado. Por tanto, el término  $\lambda_j$  permite controlar los efectos fijos individuales, mientras que el término  $\delta_t$  controla factores temporales que afectan la variable de resultado de toda la población estudiada. Adicionalmente, se consideran efectos fijos territoriales denotados por el término  $\rho_s * \delta_t$ , el cual representa la interacción entre el periodo de referencia y la secretaría de educación a la cual pertenece el *j-ésimo* establecimiento al que asiste el *i-ésimo* estudiante. Este último término permite controlar características no observables que afectan a los estudiantes de la *s-ésima* secretaría en un año determinado, tales como políticas educativas propias de cada una de ellas.

Como mecanismo de corrección al problema de la endogeneidad de la variable de tratamiento, se usó el método de variables instrumentales. Para ello, se estimó el impacto del programa mediante dos etapas:

<sup>17</sup> Se utilizó como unidad de análisis la sede educativa para el beneficio por acceso a terminales. Por su parte, para el programa de formación docente se utilizó el establecimiento educativo como unidad de análisis.

$$\text{Etapa 1: } \widehat{CPE}_{j,t} = \alpha_0 + \Theta' \vec{Z}_{j,m,t} + B' \vec{X}_{i,j,t} + \lambda_j + \delta_t + \rho_d * \delta_t + v_{i,j,t}$$

$$\text{Etapa 2: } Y_{ijt} = \beta_0 + \gamma \widehat{CPE}_{j,t} + B' \vec{X}_{i,j,t} + \lambda_j + \delta_t + \rho_d * \delta_t + \varepsilon_{i,j,t}$$

En la primera de ellas, se estimó cada variable de tratamiento utilizada en función de las covariables del modelo general, los efectos fijos de tiempo, individuo y secretaría, y un conjunto de instrumentos que permiten explicar la participación en el programa pero que no están correlacionados con variables no observables que afectan la variable de resultado. Los instrumentos seleccionados hacen referencia a la formación docente de la estrategia ETIC@ y a la entrega de terminales por parte de CPE. Así, para la participación en los programas de formación se utiliza i) el porcentaje de docentes formados en la secretaría de educación a la cual pertenece el establecimiento educativo, excluyendo el porcentaje de docentes formados en el *j*-ésimo establecimiento, y ii) el promedio de terminales CPE en la secretaría de educación a la cual pertenece el establecimiento educativo, excluyendo las terminales entregadas por CPE al *j*-ésimo establecimiento. En cuanto a entrega de terminales, se utilizaron como instrumentos el promedio rezagado de estudiantes por municipio excluyendo el *j*-ésimo establecimiento y la misma variable de tratamiento rezagada un periodo, pero en promedio por secretaría para el *j*-ésimo establecimiento.

Como se comentó en los párrafos anteriores referentes a la metodología empleada<sup>18</sup>, en la estrategia de especificación del modelo se cuenta con un vector de variables de control, las cuales deben también explicar la variable de resultado en cuestión. Se partió de los trabajos de Rodríguez, Sánchez y Márquez (2011) y Lemoine (2015), que consideran un vector de controles similar para la mayoría de sus estimaciones. Así pues, las primeras variables que se tuvieron en cuenta en los modelos que evaluaron ETIC@, tomando como referencia los trabajos en mención, fueron la proporción de terminales por estudiante registradas por el Ministerio de Educación Nacional para cada establecimiento educativo. De igual manera y como se aprecia en Rodríguez, Sánchez y Márquez (2011), se utilizó el cuadrado de este variable para capturar su efecto marginal.

De otra parte, en aras de capturar el efecto de la riqueza, se incluyó el promedio del puntaje SISBEN para cada establecimiento o sede como proxy. Esta variable se encuentra en las bases de datos del SISBEN y se construye a partir de una serie de variables socioeconómicas y sociodemográficas de los estudiantes inscritos. Tanto la proporción de terminales como el puntaje SISBEN se incluyeron con el fin de seguir la metodología empleada originalmente, para así, tratar de establecer una estrategia de especificación que hiciera el presente ejercicio relativamente comparable con las dos evaluaciones de impacto realizadas hasta la fecha. Por

<sup>18</sup> Información detallada disponible en la sección ‘2.1.1. Especificación de los modelos de evaluación de impacto’ del informe cuantitativo (2B) del estudio.

último, en el vector de variables se incluyó la proporción de estudiantes cabeza de familia y la proporción de estudiantes en estado de embarazo y/o con hijos. En estos dos casos, al realizar las pruebas de los modelos, se observó que dichas variables tenían un impacto significativo sobre las variables de resultado. Además, se encontraban en las bases del SIMAT teniendo así una aproximación universal, toda vez que no todos los estudiantes cuentan con SISBEN.

En cuanto a los modelos de intensidad en terminales, el vector de variables de control fue diseñado bajo otra selección: se incluyó el puntaje SISBEN y la proporción de estudiantes cabeza de familia, pero se excluyeron las variables relacionadas con proporción de terminales registradas por el MEN. Esto por el problema de multicolinealidad que producía tener en cuenta las terminales registradas por el MEN en un modelo cuya variable de tratamiento era la proporción de terminales registradas por CPE. Adicionalmente, se incluyó en este vector una dicotómica de si la sede contaba con conexión a internet, el promedio de edad y la proporción de hombres por sede como proxy del género. Estas últimas dos variables también fueron utilizadas en la estrategia de especificación de Rodríguez, Sánchez y Márquez (2011) y en Lemoine (2015). En cuanto al proxy de género, sólo se utilizó en los modelos de intensidad en terminales toda vez que en los modelos que evaluaron ETIC@ se correlacionaba con la proporción de estudiantes en embarazo y/o con hijos, y además, en muchas de las estimaciones de ese modelo en específico se obtuvieron coeficientes no significativos.

Ahora bien, uno de los criterios fundamentales para seleccionar el vector de variables de control fue que el coeficiente estimado fuese estadísticamente significativo, aumentara el poder explicativo del modelo y que no se presentase multicolinealidad. Es decir, que no existiese una dependencia lineal entre las variables explicativas, toda vez que esto origina problemas en los estimadores e incluso, cuando es severa, puede generar un vector de coeficientes indeterminados (Gujarati, 2004; entre otros). Por tanto, en la selección de variables de control que finalmente se utilizó en las especificaciones se utilizaron aquellas que presentaron la menor correlación posible entre ellas. Hubo variables como la educación de los padres del *i-ésimo* estudiante que, pese a su fuerte poder explicativo, en las bases de datos trabajadas para el periodo 2014 – 2017 presentaba una fuerte correlación con puntaje SISBEN. Es por ello que no se incluyó en el vector de variables de control, a diferencia de las evaluaciones pasadas. Lo mismo ocurrió con el promedio de edad en los modelos que evaluaron ETIC@, pues tenía una fuerte correlación con la proporción de computadores registradas por el MEN.

#### **2.4.2. Análisis de casos atendidos por la Mesa de Ayuda Técnica CPE**

El análisis cualitativo de casos reportados a la Mesa de Ayuda Técnica (MAT) de CPE, relacionado principalmente con la identificación de categorías emergentes y tipificación de casos de la MAT durante el periodo 2014-2017, se estableció como una estrategia para complementar los hallazgos asociados al componente de acceso del presente estudio. Para realizar el análisis de casos de la MAT, inicialmente se llevó a cabo un proceso de depuración

de la información registrada en las bases de datos y se estableció el subconjunto de casos (38% del total de casos) a analizar a través de la aplicación de un muestreo estratificado. Esta técnica de muestreo fue seleccionada con el fin de garantizar la diversidad en la información analizada (permitiendo contemplar inclusive los municipios en los que sólo se habían reportado un par de casos). A continuación, se realizó el proceso de codificación con el fin de establecer el conjunto de categorías que permitirían caracterizar o tipificar los casos analizados de acuerdo con la muestra definida. Posteriormente, se desarrolló el análisis cualitativo de los casos de la muestra a través de la técnica de análisis de contenido, considerando las categorías emergentes identificadas. Finalmente, a partir de la categorización y tipificación de los casos analizados, se realizó un análisis cuantitativo orientado a establecer la cantidad de casos reportados por tipo de zona (rural y urbana), los tipos de actores que se comunican más frecuentemente con la MAT, tipo de solución generada por la MAT, tipos de equipos reportados, tipos de problemas más frecuentes, entre otros.

## **2.5. ANÁLISIS DE LA ESTRATEGIA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

La gestión ambiental de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, RAEE, llevada a cabo por CPE se divide en cuatro procesos principales: retoma, demanufactura, valorización de residuos aprovechables y disposición final de residuos peligrosos. La retoma consiste en la recolección de aquellos equipos de cómputo que han cumplido su ciclo de vida útil en las instituciones educativas, casas de la cultura y bibliotecas públicas; la demanufactura es un proceso manual mediante el cual se desensamblan equipos recolectados en la retoma; en la valorización los componentes aprovechables obtenidos en la demanufactura se someten a procesos de subasta pública para su adquisición por diversas empresas gestoras de residuos; y el proceso de disposición final de residuos peligrosos consiste en la entrega de estos residuos a gestores ambientales que cuentan con los permisos o autorizaciones ambientales respectivas, quienes realizan su aprovechamiento, tratamiento térmico o disposición final.

En el marco de este estudio, se determinó la huella de carbono y se cuantificaron los impactos sociales, ambientales y económicos, con la correspondiente valoración costo beneficio, de la gestión ambiental de RAEE llevada a cabo por CPE en el periodo 2014-2017.

### **2.5.1. Cálculo de la huella de carbono del proceso de retoma de CPE**

La huella de carbono – HC - mide la totalidad de gases efecto invernadero – GEI - emitidos directa o indirectamente por un individuo, organización, evento, proceso o producto; si bien se tienen en cuenta diferentes GEI, los resultados se reportan en equivalentes de dióxido de carbono (Eusko Jaurlaritz, 2009). Para el cálculo de la huella de carbono de la gestión ambiental de RAEE desarrollada por CPE se utilizó la metodología Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del Protocolo de GEI, ECCR.

Los objetivos, límites organizacionales y límites operacionales establecidos como marco para el cálculo de la HC de la gestión ambiental de residuos electrónicos efectuada por Computadores para Educar tuvieron como origen los objetivos y preguntas planteados para este estudio (ver tabla 14).

Tabla 14. Objetivos y límites organizacionales del cálculo de la huella de carbono.

VARIABLE	RESULTADO
Objetivo del cálculo de la HC	Actualizar el cálculo de la huella de carbono de las actividades de gestión ambiental de residuos electrónicos efectuada CPE en el periodo 2014 – 2018.
Límites organizacionales	Enfoque de control operacional.
Límites operacionales	Retoma, demanufactura, valorización de residuos y transporte a disposición final de residuos peligrosos.

Fuente: elaboración propia.

La metodología seleccionada incluye la identificación de las emisiones de GEI clasificadas en tres categorías: Alcance 1, correspondiente a emisiones directas, Alcance 2, emisiones asociadas a la electricidad, y Alcance 3, correspondiente a otras emisiones indirectas. Para proceder con el cálculo de la HC se identificaron las actividades a incluir en cada uno de los tres alcances en mención (ver tabla 15):

Tabla 15. Actividades incluidas para el cálculo de la HC en cada uno de los alcances de la metodología ECCR.

VARIABLE	RESULTADO
Alcance 1	En el CENARE no se desarrolla ninguna actividad que conlleve a la generación de emisiones directas de GEI.
Alcance 2	Consumo de energía eléctrica en el periodo de estudio.
Alcance 3	1. Retoma. 2. Valorización de residuos aprovechables. 3. Transporte de residuos peligrosos desde el CENARE hasta los sitios de aprovechamiento, tratamiento y disposición final.

Fuente: elaboración propia.

### 2.5.2. Cuantificación y valoración de impactos del proceso de retoma de CPE

La Ley 99 de 1993 instauró en Colombia una de las herramientas más utilizadas a nivel mundial en materia de control ambiental, esta herramienta es el Estudio de Impacto Ambiental – EIA – el cual tiene como propósito el análisis sistemático, reproducible e interdisciplinario de los impactos potenciales o generados por proyectos existentes o por ejecutar sobre los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos presentes en un área geográfica específica.

En el Decreto 1076 de 2015 se define Impacto Ambiental – IA – como una alteración generada en el medio ambiental biótico, abiótico y socioeconómico como consecuencia del desarrollo de una actividad, obra o proyecto. La alteración en mención puede ser beneficiosa cuando conlleva al mejoramiento de la calidad ambiental o adversa cuando ocurre la situación contraria (MADS, 2015).

Para la cuantificación de los impactos ambientales, sociales y económicos de la gestión ambiental de RAEE realizada por CPE se utilizó la metodología Gómez Orea la cual se divide en dos fases, la Fase I correspondiente a la identificación de impactos ambientales, económicos y sociales, y la Fase II correspondiente a la valoración de los impactos identificados en la Fase I. La Fase I incluye la descripción de la gestión ambiental de RAEE realizada por CPE y de la línea base que, en un estudio de impacto ambiental, se realiza para conocer las condiciones ambientales del área de influencia de un proyecto; como parte de la descripción de la gestión ambiental objeto de estudio, se presentan en la tabla 16 sus objetivos, escenarios evaluados, etapas, entradas, salidas y localización.

Tabla 16. Descripción de la gestión ambiental de RAEE realizada por CPE.

ITEM	DESCRIPCIÓN
Objetivos de la gestión ambiental de RAEE realizada por CPE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir los impactos ambientales que se generarían al presentarse una gestión ambiental inadecuada de los RAEE retomados por CPE.</li> <li>Mitigar los impactos ambientales generados en el proceso de gestión ambiental de RAEE realizado por CPE.</li> <li>Valorizar los residuos aprovechables generados en la demanufactura de RAEE.</li> </ul>
Escenarios que evaluar	<p>Para este estudio se definieron dos escenarios para la cuantificación de los impactos económicos, sociales y ambientales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Impactos con proyecto, es decir los generados por la gestión ambiental adecuada de RAEE realizada por CPE.</li> <li>Impactos sin proyecto, correspondientes a los que se generarían en ausencia de la gestión ambiental desarrollada por CPE y en presencia de esquemas de gestión ambiental inadecuada.</li> </ul>
Etapas de la gestión ambiental	La gestión ambiental de RAEE realizada por CPE está constituida por cuatro procesos principales: retoma, demanufactura, valorización de residuos aprovechables y disposición final de residuos peligrosos.
Entradas	<ul style="list-style-type: none"> <li>RAEE.</li> <li>Servicios logísticos.</li> <li>Servicios públicos.</li> </ul>
Salidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Residuos aprovechables.</li> <li>Residuos peligrosos.</li> <li>Oferta de empleo.</li> </ul>

Localización	El proceso de retoma se realiza en todo el territorio colombiano y la demanufactura se realiza en las instalaciones del CENARE localizadas en la Calle 17A #69F-49 Bogotá D.C.
--------------	--

Fuente: elaboración propia.

La metodología Gómez Orea utiliza la incidencia y magnitud de los impactos para su posterior valorización; la incidencia hace referencia a la severidad y forma de alteración del factor ambiental por cada uno de los impactos identificados y la magnitud a la cantidad y calidad del factor ambiental modificado en términos relativos a un marco de referencia adoptado. Para determinar la incidencia se utilizaron los atributos y escalas presentadas en la tabla 17.

Tabla 17. Descripción y código numérico de los atributos utilizados por la metodología Gómez Orea para determinar la incidencia de los impactos.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CÓDIGO NUMÉRICO
Signo del efecto	Indica el carácter benéfico o perjudicial del efecto.	Benéfico	+
		Perjudicial	-
Inmediatez, I	Hace referencia al efecto directo o indirecto sobre el factor ambiental.	Directo	3
		Indirecto	1
Acumulación, A	Puede ser de carácter simple o acumulativo: simple cuando se manifiesta en un solo componente ambiental sin inducir efectos secundarios acumulativos o sinérgicos, y acumulativo cuando aumenta progresivamente su gravedad al prolongarse la acción que lo genera.	Simple	1
		Acumulativo	3
Sinergia, S	Un efecto se considera sinérgico cuando su coexistencia con otros efectos simples conlleva un efecto mayor.	Leve	1
		Media	2
		Fuerte	3
Momento, M	Lapso que transcurre desde la ejecución de una acción y la aparición del efecto por ella producida. Se divide en tres categorías: corto plazo cuando el efecto se manifiesta en un ciclo anual, mediano cuando el efecto se manifiesta entre 1 y 5 años, y largo plazo cuando la manifestación del efecto se presenta en periodos mayores.	Corto	1
		Mediano	2
		Largo plazo	3
Persistencia, P	Se divide en permanente, cuando el efecto perdura por un tiempo indefinido, y en temporal, cuando el efecto perdura por un tiempo determinado.	Temporal	1
		Permanente	3
Reversibilidad, R	El efecto es reversible cuando el factor ambiental puede asimilarlo por sí solo siendo capaz de	A corto plazo	1
		A mediano plazo	2

	recuperar las condiciones iniciales una vez producido el efecto, y es irreversible cuando esta situación no se presenta o para alcanzarla transcurre un largo periodo de tiempo.	A largo plazo o irreversible	3
Recuperabilidad, R	El efecto recuperable es el que puede eliminarse o reemplazarse por acción humana o natural mientras el irreparable no lo es.	Recuperable	1
		Irrecuperable	3

Fuente: (Gómez Orea, 2003)

Una vez asignados y cualificados los atributos de cada impacto se procedió a su ponderación con la siguiente expresión:

$$\text{Valor del impacto} \quad V = 2I + 3A + 3S + M + P + 2R + R$$

Valor máximo expresión típica: 39

Valor mínimo expresión típica: 13

Posteriormente, se realizó la estandarización de los resultados entre 0 y 1 para determinar la incidencia por medio de la siguiente expresión:

$$\text{Incidencia} = \frac{V - V_{\text{mínimo}}}{V_{\text{máximo}} - V_{\text{mínimo}}}$$

En esta expresión las variables corresponden a:

V = valor obtenido por el impacto en la ponderación

$V_{\text{mínimo}}$  = valor del impacto si los atributos se manifestarán con el menor valor

$V_{\text{máximo}}$  = valor del impacto si los atributos se manifestarán con el mayor valor

En la determinación de la magnitud de los impactos, primero se realizó su cuantificación en unidades heterogéneas, es decir las correspondientes a cada impacto, y luego se procedió a transformarlas a unidades homogéneas adimensionales con el objetivo de compararlas; la escala adimensional adaptada se encuentra en un intervalo que varió entre 0 y 1. Para conseguir la homogeneización de la magnitud de los impactos se utilizaron funciones de transformación que son relaciones entre la magnitud de cada indicador, medida en las unidades propias de cada uno, y su calidad ambiental expresada en unidades comparables.

El Análisis Costo Beneficio (ACB), soportado en las teorías utilitaristas del bienestar, permite estimar el balance de los beneficios y costos generados por el programa al entorno y la sociedad. En este estudio se consideró la estructura secuencial del Análisis Costo Beneficio establecido por el MADS (2015) y ANLA (2017) en la guía que indica los criterios técnicos para

el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental.

Para la valoración económica de los cambios en los bienes y servicios ecosistémicos se usaron los siguientes métodos:

- **Precios sombra:** tiene por objetivo determinar los costos de los proyectos "sombra" que ofrecen un servicio ambiental sustituto, con el fin de compensar la pérdida de los bienes o servicios ecosistémicos amenazados por el proyecto.
- **Transferencia de beneficio:** es una técnica utilizada para estimar valores económicos mediante la transferencia de información disponibles.
- **Cambios en la productividad:** el bien o servicio ambiental es un insumo dentro de la función de producción de utilidad de un individuo o una familia costos de enfermedad: se analiza la probabilidad de una persona de tener una enfermedad como consecuencia de la contaminación ambiental.

Después de asignar un valor monetario a las externalidades o impactos ambientales positivos y negativos se realiza el cálculo del Valor Presente Neto (VPN) y la Relación Beneficio Costo (RBC).

## 2.6. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

La metodología descrita en este capítulo buscó generar la aproximación más confiable y robusta para responder las preguntas del estudio. No obstante, diversas limitaciones y restricciones deben considerarse:

- No se cuenta con una línea de base que permita realizar comparaciones en el tiempo de las nuevas variables propuestas en este estudio, es decir: apropiación, competencias TIC docentes, docentes innovadores y experiencias significativas.
- Los niveles de desagregación de algunos datos no son comparables. Por ejemplo, las terminales se distribuyen por sede mientras que la formación está asociada a establecimientos educativos. Este tipo de diferencias impidió que otros cruces de información pudieran realizarse.
- Algunas bases de datos de CPE no capturan información que podría ser muy útil para establecer características deseables en los procesos de formación, por ejemplo: área del conocimiento del docente, nivel educativo en el que imparte, años de experiencia, etc.
- Los datos utilizados para la estimación de los impactos provienen de fuentes que pueden tener modificaciones en su definición, medición, o captura. En particular, en la ventana de observación de este estudio el ICFES durante el 2016 cambió la

metodología de evaluación de los ítems lo que generó resultados considerablemente diferentes al histórico y redujo la comparabilidad con los estudios previos (*Profesores de los Andes cuestionan los resultados de las pruebas Saber. 2017, marzo*).

- A nivel de validez los resultados de este estudio sólo son generalizables al universo de sedes que han sido beneficiarias de CPE durante la ventana de estudio (2014-2017).
- Al no existir una línea de base previa de la medición de atributos como apropiación, actitudes y competencias en los diferentes agente educativos evaluados, la comparación entre los docentes formados con los no formados por CPE supone que otras características individuales y socioculturales que pueden afectar las variables evaluadas se distribuyen de forma aleatoria y no dependen directamente de las características que definen el universo de muestreo.
- Zonas donde la situación de orden público dificultó la evaluación en campo quedaron excluidas del estudio por lo que su situación puede no quedar reflejada en los resultados de sedes beneficiadas por CPE.
- Se supuso que prácticamente la totalidad de sedes (99.5%) han tenido beneficio en términos de la entrega de terminales por parte de CPE desde que el programa fue creado. Por tanto, este estudio tuvo mayor énfasis en preguntarse sobre la formación y la intensidad (número de terminales por estudiante) en lugar de si una sede contaba con terminales o no, como ocurrió en estudios anteriores.
- Se supuso que las interacciones entre sede educativa y secretaría de educación eran más significativas que las que se podrían presentar entre la sede y el departamento en el que ésta se encuentra. Esto debido a que administrativamente los establecimientos educativos y por ende sus sedes están suscritos a la secretaría y las decisiones que se tomen allí pueden generar más efectos que lo que ocurra en el departamento.

### 3. RESULTADOS PRINCIPALES DEL ESTUDIO

#### 3.1. COMPONENTE GESTIÓN AMBIENTAL

##### 3.1.1. Cálculo de huella de carbono del proceso de retoma de CPE

De acuerdo con el marco metodológico expuesto en la sección 2 de este documento, a continuación, se presentan los resultados del cálculo de la huella de carbono de la estrategia de gestión ambiental de CPE (Figura 5).

Figura 5. Huella de carbono de la gestión ambiental de CPE.



Fuente: elaboración propia.

El cálculo de las emisiones de cada proceso de la gestión ambiental objeto de estudio se realizó a través del uso de factores de emisión; los resultados se presentan en la Tabla 18. Es importante mencionar que en el cálculo se obtienen dos resultados principales, uno correspondiente a emisiones generadas por el consumo de energía y transporte tanto de RAEE como de residuos peligrosos, y el otro correspondiente a emisiones evitadas por la valorización

de residuos al ser reincorporados a cadenas productivas y con esto, la prevención de las emisiones que se generarían desde la extracción de las materias primas para la fabricación los componentes valorizados.

Tabla 18. Resultados consolidados del cálculo de la HC.

<b>EMISIONES GENERADAS, toneladas CO<sub>2</sub> e</b>					
<b>Proceso</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>Total</b>
Retoma	37,72	29,77	59,57	86,26	213,32
Demanufactura	3,04	3,15	3,01	2,80	12,00
Transporte a disposición final de Respel	1,06	0,25	0,32	0,53	2,17
<b>Emisiones totales generadas de GEI</b>	<b>41,82</b>	<b>33,18</b>	<b>62,90</b>	<b>89,59</b>	<b>227,50</b>

<b>EMISIONES EVITADAS, toneladas CO<sub>2</sub> e</b>					
<b>Proceso</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>Total</b>
Valorización de residuos	1.125,54	399,99	530,92	742,47	2.798,92

<b>Total EMISIONES EVITADAS, toneladas CO<sub>2</sub> e</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>Total</b>
<b>Emisiones evitadas - Emisiones generadas</b>	<b>1.083,72</b>	<b>366,81</b>	<b>468,02</b>	<b>652,88</b>	<b>2.571.43</b>

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.2. Cuantificación y valoración de impactos del proceso de retoma de CPE

De acuerdo con los referentes metodológicos descritos en la sección 2 de este documento, a continuación, se presentan los resultados de la cuantificación y valoración de impactos de la estrategia de gestión ambiental de RAEE de CPE. Las tablas 19 y 20 presentan los resultados de la cuantificación de los impactos de mayor significancia de carácter negativo y positivo respectivamente.

Tabla 19. Resultados de la cuantificación de los impactos de mayor significancia de carácter negativo.

<b>ETAPA</b>	<b>COMPONENTE / FACTOR AMBIENTAL / ACCIÓN</b>	<b>IMPACTO</b>	<b>VALOR DEL IMPACTO<sup>19</sup></b>
Disposición final de residuos peligrosos	Suelo / Uso / Disposición de residuos peligrosos en celdas de seguridad	Aumento de la pérdida del potencial de producción de suelos	-0,53

<sup>19</sup> Escala adimensional adaptada para hacer comparables unidades heterogéneas de los distintos impactos (ver metodología detallada en el numeral '6.5.2. Fase II. Valoración de los impactos' del informe cuantitativo del estudio 2B).

Disposición final de residuos peligrosos	Atmósfera / Calidad del aire / Transporte de residuos peligrosos	Emisión de gases de efecto invernadero	-1,76E-06
Retoma	Atmósfera / Calidad del aire / Transporte - Uso de combustibles	Emisión de gases de efecto invernadero	-1,30E-06
Demanufactura	Atmósfera / Calidad del aire / Consume de energía eléctrica	Emisión de gases de efecto invernadero	-1,28E-06

Fuente: elaboración propia.

Tabla 20. Resultados de la cuantificación de los impactos de mayor significancia de carácter positivo.

ETAPA	COMPONENTE / FACTOR AMBIENTAL / ACCIÓN	IMPACTO	VALOR DEL IMPACTO
Valorización de residuos aprovechables	Paisaje / Estética característica / Disposición de RAEE en áreas públicas	Disminución en el cambio en la estética característica	0,16
Demanufactura	Comunidad / Bienestar social / Actividades de bienestar orientadas a trabajadores del CENARE	Mejoramiento de la calidad de vida	0,53
Valorización de residuos aprovechables	Suelo / Uso / Fomento aprovechamiento de residuos	Disminución de la pérdida del potencial de producción de suelos	0,57
Valorización de residuos aprovechables	Agua / Calidad fisicoquímica / Prevención de la disposición de RAEE o sus componentes en cuerpos de agua	Disminución de la contaminación del agua al evitarse la liberación de sustancias contaminantes	0,65
Valorización de residuos aprovechables	Atmósfera / Calidad del aire / Prevención de la quema de RAEE o sus componentes	Prevención de la contaminación del aire al evitarse la quema a cielo abierto de RAEE	0,65
Valorización de residuos aprovechables	Comunidad / Salud / Prevención de generación de emisiones con sustancias nocivas	Prevención del aumento de infecciones respiratorias agudas	0,65
Valorización de residuos aprovechables	Comunidad / Salud / Prevención de generación de sustancias tóxicas	Prevención del aumento de intoxicaciones	0,65

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la cuantificación de impactos presentada y la metodología propuesta, p 1,19 pesos (ver tabla 21).

Tabla 21. Resultados Análisis Costo Beneficio.

	2014	2015	2016	2017	Total
<b>Beneficios</b>	\$1.552.857.646	\$1.283.018.734	\$1.568.599.644	\$2.595.504.057	\$6.999.980.081
<b>Costos</b>	\$1.213.808.053	\$1.358.745.680	\$1.524.564.149	\$1.710.296.163	\$5.807.414.044
<b>VPN</b>	\$339.049.593	-\$75.726.945	\$44.035.495	\$885.207.895	\$1.192.566.037
<b>B/C</b>	<b>1,28</b>	<b>0,94</b>	<b>1,03</b>	<b>1,52</b>	<b>1,20</b>

Fuente: Elaboración propia

En todos los años, excepto en el año 2015, el VPN es mayor a cero por lo que los beneficios del proyecto son mayores que sus costos, esto significa que se genera ganancias en bienestar social. De igual forma, todos los años, excepto en el año 2015, se muestra una relación costo beneficio mayor que 1, es decir que los beneficios superan los costos y se destaca el año 2017 con 1,52.

## 3.2. COMPONENTE ACCESO

### 3.2.1. Principales hallazgos

La tabla 22 presenta la descripción de las variables de resultado para los datos de los paneles utilizados durante la ventana de observación de este estudio. Se observa que la tasa de repitencia se mantiene entre 0.0224 y 0.0313; la de deserción inter-anual entre 0.1043 y 0.1301; desempeño en pruebas entre 243.639 y 248.957, finalmente la tasa de ingreso a las IES entre 0.1299 y 0.1496. Para el momento de la evaluación no se contaba con información para calcular la variable tasa de ingreso a las IES para el año 2017, toda vez que se requería de información a cierre de 2018, asimismo no se tenía la información del año 2013 para el cálculo de la tasa de deserción.

Tabla 22. Resumen Variables de Resultado en los paneles depurados e incluyendo el año base (por Establecimiento Educativo).

Año	Tasa de repitencia	Tasa de deserción inter-anual	Pruebas SABER 11	Tasa de ingreso a las IES
2014	0.0224	-	244.083	0.1282
2015	0.0313	0.1301	243.639	0.1496
2016	0.0267	0.1112	248.957	0.1478

2017	0.0293	0.1043	246.265	-
------	--------	--------	---------	---

Fuente: elaboración propia.

Las estimaciones de los modelos econométricos en función de la proporción de terminales por estudiante para el periodo 2014 – 2017 (terminales acumuladas / número estudiantes sede) mostraron resultados positivos para las cuatro variables de resultado asociadas al desempeño escolar. Esto indica que los establecimientos educativos que recibieron equipos del programa CPE redujeron las tasas de repitencia y deserción mientras que aumentaron la tasa de ingreso a la educación superior y el logro en pruebas saber 11. La tabla 23 presenta los valores de los coeficientes que miden el impacto, su significancia estadística y los resultados de las pruebas asociadas a la confiabilidad de los instrumentos empleados.

Tabla 23. Impacto de la intensidad de terminales entregados (proporción de terminales por estudiante para el periodo 2014 – 2017) sobre las variables resultado.

	<b>TASA DE REPITENCIA<sup>20</sup></b>	<b>TASA DE DESERCIÓN<sup>21</sup></b>	<b>TASA INGRESO A LAS IES<sup>22</sup></b>	<b>LOGRO ESCOLAR<sup>23</sup></b>
<b>Tratamiento</b>	-0.0788 (***) (0.009)	-0.3634 (***) (0.05)	0.1396 (***) (0.009)	0.2810 (**) (0.124)
<b>Test de Sargan (P-valor)</b>	0.3148	0.0312	0.8631	0.1080
<b>Kleibergen Paap F</b>	1557.13	179.64	1549.74	641.39
<b>Valor Crítico S-Y (10%)</b>	19.93	19.93	19.93	19.93
<b>Constante</b>	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
<b>Efectos Fijos Sede</b>	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
<b>Efectos fijos año</b>	NO	NO	NO	NO
<b>Interacción años/secretarías</b>	NO	NO	NO	NO
<b>Variables de Control (+)</b>	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
<b>Observaciones</b>	74862	52738	19719	17993
<b>Sedes Educativas</b>	24954	26369	6605	6021

Fuente: elaboración propia.

\*\*\* significancia al 1%

\*\* significancia al 5%

<sup>20</sup> Resultado en puntos porcentuales.

<sup>21</sup> Para la tasa de deserción inter-anual el periodo estimado es 2015 – 2017. Resultados en puntos porcentuales.

<sup>22</sup> Para la tasa de ingreso a las IES el periodo estimado es 2014 – 2016. Resultados en puntos porcentuales.

<sup>23</sup> Resultado en desviaciones estándar.

En cuanto a la magnitud, y bajo las condiciones y restricciones del modelo econoétrico implementado, un punto porcentual adicional en la proporción terminales CPE por estudiante redujo la tasa promedio de repitencia en 0.07 puntos porcentuales y la tasa promedio de deserción inter-anual en 0.36 puntos porcentuales, y aumentó la tasa promedio de ingreso a la educación superior en 0.13 puntos porcentuales. Es importante resaltar que estos resultados tuvieron un nivel de significancia del 1%, es decir que solo con una probabilidad del 1% el aumento en la proporción de terminales no tendría efecto sobre las tres variables mencionadas. Por último, el logro promedio en la prueba Saber 11 aumentó en 0.0028 desviaciones estándar con 5% de nivel de significancia.

Adicionalmente, se determinó el impacto en las variables de resultado dependiendo del tipo de terminal: portátil o tableta. La tabla 25 muestra estos resultados. Para todos los casos, los coeficientes de impacto son mayores en cada variable para portátiles que para tabletas. En particular, la tasa de repitencia se habría reducido en 0.19 puntos porcentuales para los primeros, mientras que se habría reducido en 0.1 para las segundas; la tasa de deserción se habría reducido en 0.39 puntos porcentuales en sedes con portátiles y 0.17 para tabletas; la tasa de ingreso a la educación superior habría aumentado en 0.33 y 0.13, respectivamente. El desempeño en prueba Saber 11 habría aumentado en 0.0036 desviaciones estándar para sedes con computadores y 0.0015 en tabletas. Si bien los resultados presentan mejores resultados para uno de los tipos de terminales, es necesario tener en cuenta el mayor tiempo de exposición que han tenido los establecimientos educativos a los portátiles en comparación con las tabletas que solo se han entregado desde el año 2013, así mismo que la cantidad total disponible en las escuelas de estos dispositivos móviles es mucho más baja que de computadores.

Tabla 25. Impacto de la intensidad de tipos de terminales entregados (proporción de tipos de terminales por estudiante para el periodo 2014 – 2017) sobre las variables resultado.

	<b>Portátiles</b>	<b>Tabletas</b>	<b>General terminales</b>
<b>TASA DE REPITENCIA</b>	-0.1996(***) (0.0230)	-0.1027 (***) (0.0134)	-0.0788(***) (0.009)
<b>TASA DE DESERCIÓN</b>	-0.3919 (***) (0.0851)	-0.1706 (***) (0.010)	-0.3634 (***) (0.05)
<b>TASA DE INGRESO A LAS IES</b>	0.3390 (**) (0.1350)	0.1311 (***) (0.009)	0.1396 (***) (0.009)
<b>LOGRO ESCOLAR</b>	0.3696 (*) (0.21)	0.1578 (***) (0.048)	0.2810 (**) (0.124)

Fuente: elaboración propia.

\*\*\* significancia al 1%

\*\* significancia al 5%

\* significancia al 10%

Con el propósito exclusivo de ilustrar la posible interpretación de los anteriores resultados, a continuación se presentan estimaciones de escenarios hipotéticos, calculadas bajo las especificaciones, controles y restricciones del modelo econométrico mencionado:

- Durante los cuatro años de la ventana de observación, la tasa anual promedio de repitencia en las sedes educativas beneficiadas en acceso, habría pasado de 3,10% a 2,74%.
- Durante los cuatro años de la ventana de observación, la tasa anual promedio de deserción inter-anual en las sedes educativas beneficiadas en acceso, habría pasado de 13,17% a 11,52%.
- Durante los tres años de la ventana de observación (sin 2017), la tasa anual promedio de ingreso a las IES en las sedes educativas educativas beneficiadas en acceso, habría pasado de 13,43% a 14,19%.
- Durante los cuatro años de la ventana de observación, los resultados en las pruebas Saber 11 en las sedes educativas beneficiadas en acceso, habrían mejorado en 0,0126 desviaciones estándar al año (aproximadamente 0,05 desviaciones estándar durante los cuatro años de estudio).

### 3.2.2. Hallazgos complementarios

A partir del análisis de la información primaria relacionada con soluciones tecnológicas, se identificó que la mayoría de agentes (directivos docentes, docentes y estudiantes) reportan bajos tiempos de uso pedagógico de tabletas y computadores portátiles durante la jornada escolar. En particular, se reporta un uso pedagógico inferior a tres horas diarias por más del 80% de estudiantes y del 50% de docentes y directivos docentes. Así mismo, se identificó que la mayoría de directivos docentes (67% en zonas rurales y 84% en zonas urbanas) reportan que en la sede educativa se prefiere utilizar con mayor frecuencia computadores portátiles que tabletas.

Por otra parte, en relación con la funcionalidad de las soluciones tecnológicas, se identificó que los computadores portátiles son el tipo de equipo sobre el que se reportan más casos a la Mesa de Ayuda Técnica (MAT) de CPE. De esta manera, al analizar la relación entre la proporción de casos reportados a la MAT asociados a un determinado tipo de dispositivo y la proporción de dispositivos entregados (computador de escritorio, portátil o tableta), se evidencia que este indicador (para el caso de computadores portátiles) es cuatro veces mayor respecto al indicador estimado para tabletas. Dentro de los tipos de problemas reportados con mayor frecuencia a la MAT se encuentran: funcionamiento del sistema operativo (25%), disco duro (7,9%), board (12,8%), batería (2,6%) y encendido (15%). Este tipo de problemas coinciden con los "rasgos asociados al deterioro de equipos" reportados con mayor frecuencia por parte de los docentes: los dispositivos se ponen lentos y disminuye su rendimiento, no encienden, se apagan

automáticamente y no reconocen memorias ni dispositivos externos. Respecto a las acciones implementadas por los directivos docentes cuando se presentan fallas en los equipos, el 26% de directivos docentes reporta que solicita asistencia a la MAT, cerca del 15% señala que no realiza ninguna acción, mientras que el 48% prefiere contratar servicios de terceros o reparar directamente los equipos que presentan fallas (19%)<sup>24</sup>. Este resultado puede estar asociado adicionalmente con el hecho de que una proporción considerable de directivos docentes reporta el desconocimiento de la MAT (cerca del 65%).

Adicionalmente, como parte del análisis de variables asociadas a las soluciones tecnológicas entregadas por CPE, se caracterizaron condiciones de infraestructura de las sedes educativas a partir del auto reporte de docentes y directivos docentes. De acuerdo con la información suministrada por estos agentes, se presentan cortes de energía en cerca del 54% de sedes educativas rurales y el 25% de sedes educativas urbanas. Así mismo, cerca del 69% de agentes en zonas rurales reportan que la duración promedio de cortes de energía durante la jornada es superior a dos horas; en zonas urbanas, el 42% de agentes reporta promedios de duración superiores a dos horas diarias. Finalmente, en relación con la disponibilidad de internet en el aula para el desarrollo de actividades de enseñanza-aprendizaje, cerca del 28% de docentes en zonas rurales y el 56% de zonas urbanas, reporta que no cuentan con conectividad para desarrollar actividades con el uso de computadores y tabletas en el aula.

### 3.2.3. Contenidos para Educar

Los análisis cuantitativos evidencian que para los contenidos precargados en los dispositivos entregados por CPE y las páginas web institucionales, los directivos reportan en todas las regiones un alto porcentaje de promoción. Así mismo, el reporte de los docentes muestra porcentajes medios y altos de uso en el aula, sin embargo, en el caso de los estudiantes los porcentajes de conocimiento de estos contenidos son bajos en general, excepto en la Costa Atlántica y la Amazonía, donde se reportan porcentajes medios de conocimiento.

Para el caso de las plataformas didácticas y para el trabajo colaborativo en línea, los directivos reportan porcentajes medios y bajos de promoción excepto en los Llanos Orientales, donde los docentes también reportan un alto uso en el aula y de forma consecuente con los estudiantes de esta región oriental que conocen en altos porcentajes estas plataformas. En cuanto a los contenidos digitales como GeoGebra, Google Earth, Scratch, BrainPop, Edmodo, Te Protejo, Reconstrucción La guerra no es un juego y similares, se reporta una baja promoción por parte de los directivos excepto en los Llanos Orientales y un bajo uso en el aula por parte de los docentes. En contraste, los estudiantes reportan un bajo conocimiento de estos contenidos

---

<sup>24</sup> Considerando que esta información fue recopilada a través de instrumentos de auto-reporte, es importante aclarar que para esta variable en particular los directivos docentes podían seleccionar varias opciones de respuesta. Por esta razón, la sumatoria de proporciones de directivos docentes que reportan diferentes tipos de acciones que implementan no será necesariamente equivalente al 100%.

excepto en la Región Andina. A pesar de la variabilidad en la promoción y uso en el aula de los Contenidos para Educar, tanto los directivos como los docentes consideran en un muy alto porcentaje que son adecuados a los objetivos de formación y para sus procesos de enseñanza-aprendizaje.

A nivel cualitativo se identifica en los relatos de los docentes un reconocimiento por la utilidad de los contenidos precargados para mejorar sus clases aunque hacen énfasis en que la conectividad puede dificultar su utilización, en la formación que se les brinda no se les enseña a manejar estos contenidos, se pueden utilizar especialmente en primaria pero en secundaria se quedan cortos frente a los temas que se manejan y algunos docentes recomiendan que los contenidos no se dediquen exclusivamente a las áreas básicas sino que también puedan ser usados en otras complementarias como artes, música y educación física.

### 3.3. COMPONENTE FORMACIÓN

#### 3.3.1. Principales hallazgos

##### 3.3.1.1. Apropiación TIC docentes y directivos docentes

En la tabla 26 se muestra el porcentaje de directivos docentes y docentes participantes de la estrategia ETIC@ que se encuentran en los dos niveles más altos de apropiación (adaptación e integración). Se tuvo en cuenta el índice tanto a nivel general como por zona (rural, urbana). En este sentido, se identifica que un 77,6% de los directivos y un 80,4% de docentes que han participado en la estrategia Etic@ han alcanzado alguno de los dos niveles más altos de apropiación. Por otro lado, se muestran los resultados para la zona urbana y rural, donde se puede identificar que, aunque siguen siendo porcentajes altos, en la zona rural se presenta un índice más bajo que el encontrado en la zona urbana.

Tabla 26. Índice de apropiación TIC.

Agente	General	Urbano	Rural
Directivos	0,77	0,847	0,697
Docentes	0,804	0,806	0,677

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, se realizaron comparaciones<sup>25</sup> entre los docentes y directivos formados y aquellos que no fueron formados por CPE. Así mismo, se realizó una comparación de apropiación de estudiantes pertenecientes a sedes con al menos un docente formado y estudiantes pertenecientes a sedes que no han recibido formación por parte de CPE.

Los resultados señalan que los directivos y docentes de las zonas urbanas y de la Costa Atlántica que fueron formados por CPE tienen una mayor apropiación de las TIC en comparación con aquellos que no participaron de los diplomados. Para los estudiantes por el contrario resulta ser menor especialmente en la Costa Atlántica. La tabla 27 y la figura 6 presentan los valores de significación estadística para las diferencias entre los grupos de docentes y directivos formados por CPE con aquellos que no fueron formados y los estudiantes de las sedes donde se encuentran estos docentes.

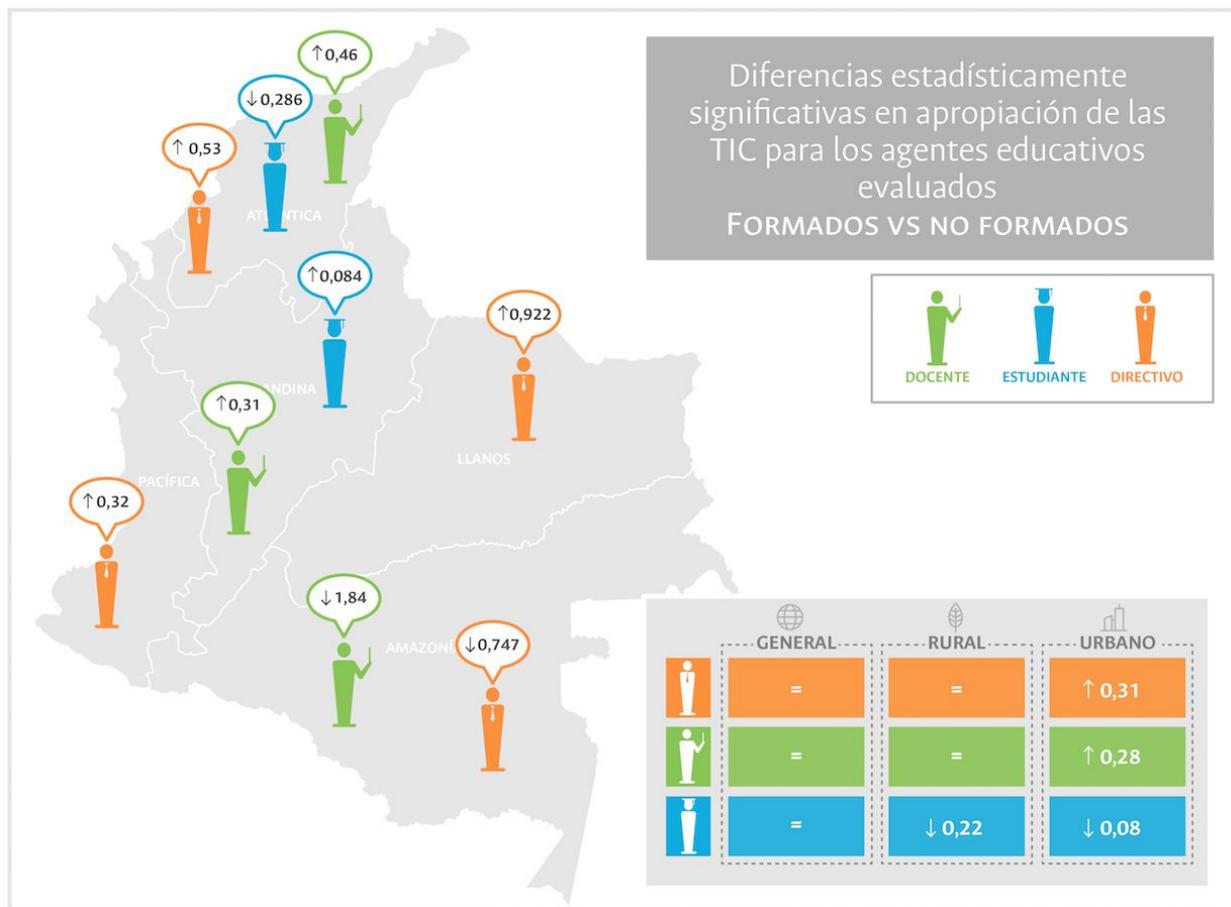
Tabla 27. Diferencias estadísticamente significativas en apropiación de las TIC para los agentes educativos evaluados (Formados vs No formados).

Agente	Universo Sedes CPE		
	General	Rural/Urbano	Región
<b>Directivos docentes</b>	=	Urbano (0,31) ↑	Atlántica (0,53) ↑ Pacífica (0,32) ↑ Llanos (0,922) ↑ Amazonía (0,747) ↓
<b>Docentes</b>	=	Urbano (0,28) ↑	Atlántica (0,46) ↑ Andina (0,31) ↑ Amazonas (-) (1,84) ↓
<b>Estudiantes</b>	=	Rural (-) (0,22) ↓ Urbano (-) (0,08) ↓	Andina (0,084) ↑ Atlántica (-) (0,286) ↓

Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Diferencias estadísticamente significativas en apropiación de las TIC para los agentes educativos evaluados (Formados vs No formados).

<sup>25</sup> Las comparaciones que se hacen en esta sección tienen en cuenta las diferencias estadísticamente significativas y el tamaño del efecto de esta diferencia. Esta magnitud es una forma sencilla de cuantificar el tamaño de la diferencia entre dos grupos. Se puede aplicar a cualquier resultado medido en Educación o Ciencias Sociales y es especialmente valioso para cuantificar la efectividad de una intervención particular, en relación con alguna comparación. De acuerdo con Coe (2002) La interpretación de los tamaños del efecto puede ser de gran ayuda con algunos ejemplos de investigaciones existentes (ver listado completo de estas investigaciones en el informe 2B). Tras la búsqueda de estas investigaciones, se encontró que el tamaño del efecto reportado en algunas intervenciones con TIC en el contexto educativo es pequeño según la escala de Cohen. Sin embargo, algunas investigaciones (e.g., Olejnik & Algina, 2000) afirman que un tamaño del efecto alrededor de 0.2 representa una diferencia que la mayoría de las escuelas clasificarían como bastante sustancial (Coe, 2002).



Fuente: elaboración propia.

Para los directivos y docentes, la apropiación de las TIC en los entornos educativos está vinculada con la conectividad de sus instituciones. Por lo tanto, la dificultad de integrar las TIC a las prácticas educativas es causada en parte porque algunas de las herramientas que se enseñan en los diplomados y que más interés generan entre los docentes, tienen que ver con la web 2.0 que exige una conectividad mucho mejor que la que actualmente existe en las instituciones rurales e inclusive urbanas del país, a pesar de que la mayor parte de los Contenidos para Educar no necesitan de esta conectividad. Adicionalmente, esta menor apropiación en los estudiantes de zonas rurales es consistente con la indagación cualitativa que revela unas bajas proporciones de apropiación en los estudiantes de estas zonas, predominando aún el nivel de adaptación que es el previo al nivel más alto de integración.

### 3.3.1.2. Docentes y Directivos Innovadores

Con el fin de identificar la proporción directivos docentes en el Nivel "innovador" en al menos una de las dimensiones del instrumento de competencias TIC para el desarrollo profesional

docente, se calculó el índice presentado en la Tabla 28. A nivel global se identifica que el 52% de los directivos y el 45,4% de docentes participantes en la estrategia Etic@ alcanzan el nivel innovador en por lo menos una de las cinco competencias (de gestión, pedagógica, tecnológica, comunicativa e investigativa). Se evidencia que en la zona rural la proporción es menor con respecto a la zona urbana.

Tabla 28. Índice de docentes y directivos innovadores.

Agente	General	Urbano	Rural
<b>Directivos</b>	0,52	0,581	0,451
<b>Docentes</b>	0,454	0,486	0,454

Fuente: elaboración propia.

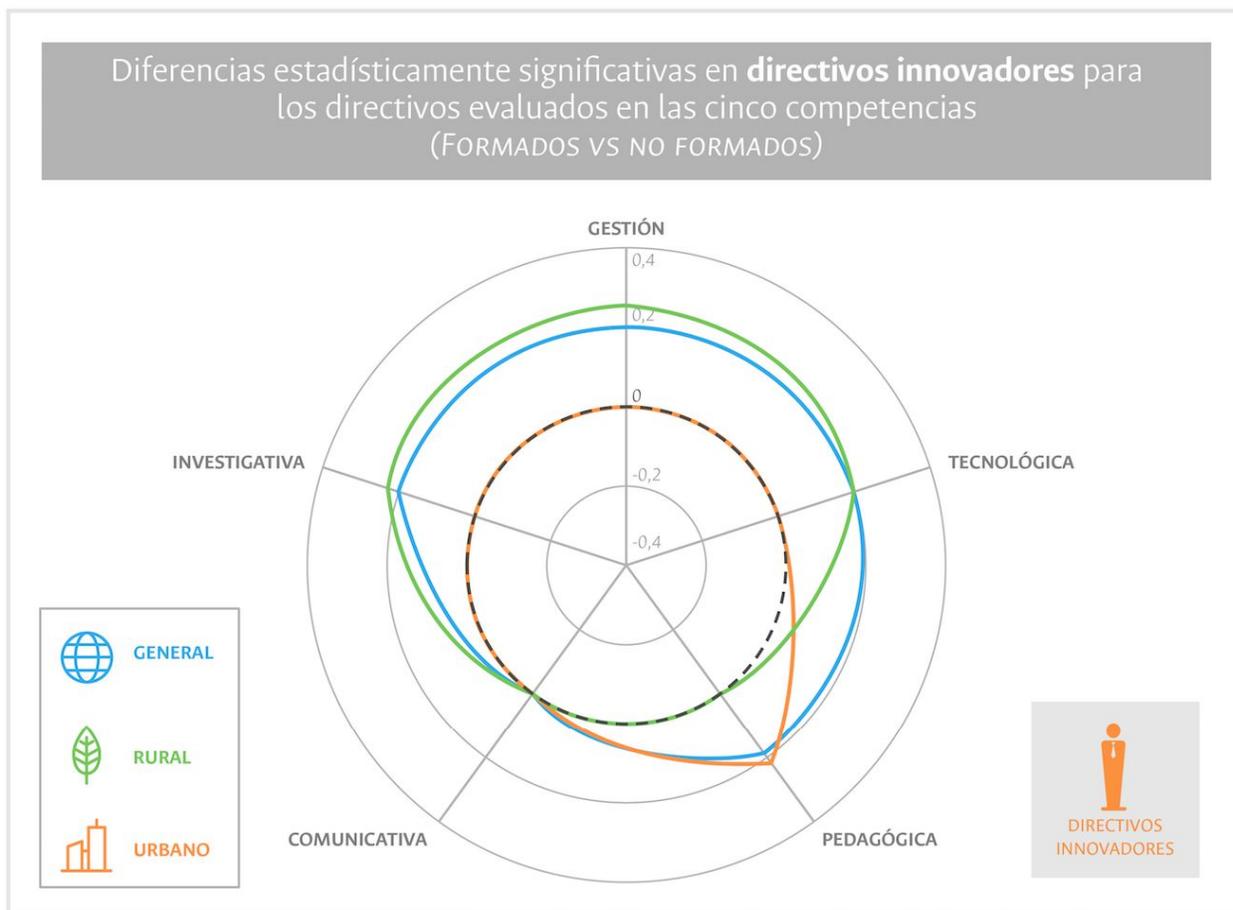
Por otro lado, se realizaron comparaciones entre los docentes y directivos formados y aquellos que no fueron formados por CPE. Los resultados señalan que los directivos a nivel general que fueron formados por CPE son innovadores en un mayor porcentaje en comparación con aquellos que no participaron de los diplomados excepto en la competencia comunicativa donde no hay diferencias, lo que puede atribuirse a que el uso de las TIC para aspectos comunicativos se desarrolla en ámbitos que van más allá del educativo. La tabla 29 presenta los valores de significación estadística para las diferencias entre los grupos de directivos formados por CPE con aquellos que no fueron formados en las cinco competencias TIC para el desarrollo profesional docente.

Tabla 29. Diferencias estadísticamente significativas en directivos innovadores para los directivos evaluados en las cinco competencias (Formados vs No formados).

Competencia	Universo Sedes CPE		
	General	Rural/Urbano	Región
<b>Gestión</b>	(0,2) ↑	Rural (0,25) ↑	Atlántica (0,52) ↑
<b>Tecnológica</b>	(0,2) ↑	Rural (0,20) ↑	Atlántica (0,47) ↑ Amazonía (1,42) ↑
<b>Pedagógica</b>	(0,18) ↑	Urbana (0,21) ↑	Atlántica (0,61) ↑ Llanos (0,87) ↑
<b>Comunicativa</b>	=	=	Atlántica (0,48) ↑ Pacífica (0,46) ↑ Llanos (0,98) ↑ Amazonía (0,98) ↑ Andina (-) (0,282) ↓
<b>Investigativa</b>	(0,2) ↑	Rural (0,24) ↑	Amazonía (2,68) ↑ Atlántica (0,51) ↑

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Diferencias estadísticamente significativas en directivos innovadores para los directivos evaluados en las cinco competencias (Formados vs No formados).



Fuente: elaboración propia.

En la indagación cualitativa sobre las competencias TIC, se encuentra que los directivos están en un alto porcentaje en el nivel innovador, sin embargo, esta primera aproximación debe leerse a la luz de que sus experiencias significativas se encuentran aún en proceso de desarrollo y no alcanzan transformaciones estructurales. De manera consistente con los hallazgos cuantitativos, en los relatos se identifica que la competencia pedagógica y tecnológica son las que más desarrollo encuentran y las que mejor pueden ser comprendidas.

Ahora bien, al realizar una aproximación según la zona, se encuentra en los relatos de las zonas rurales que la competencia tecnológica en los directivos se vincula a una mayor promoción del uso de las TIC en proyectos transversales que involucran la invitación a todos los docentes a trabajar con estas tecnologías sistemáticamente en sus clases y la integración de

las TIC a los procesos de convivencia para generar retroalimentación y procesos autónomos de solución de conflictos, en otras palabras, se orienta a procesos institucionales más globales. Por otra parte, se encuentra en los relatos de las zonas urbanas que la competencia pedagógica en los directivos se vincula con la utilización de las TIC en proyectos de aula por docentes de áreas tanto científicas como artísticas, la mejora de la motivación de los estudiantes para aprender y participar de los procesos de enseñanza, la utilización de las TIC como medios lúdicos para desarrollar un aprendizaje significativo y como formas de desarrollar los intereses personales de los estudiantes a nivel profesional, en otras palabras, se orienta a acciones concretas al interior de las clases y con énfasis en los procesos de aprendizaje.

En los relatos en general, la competencia comunicativa presenta un grado medio de participación en los discursos mientras que la competencia investigativa es la más ausente y la que menor desarrollo le proporcionan los directivos. En este último caso en las zonas urbanas se propicia una reflexividad mediada por las TIC sobre las prácticas pedagógicas y en las zonas rurales especialmente se vincula con la conformación eficaz de culturas de investigación y producción de ciencia ciudadana explorada especialmente desde la actividad estudiantil.

Por otra parte, los resultados para el segundo indicador señalan que los docentes a nivel general, en las zonas urbanas y las regiones Andina y Costa Atlántica que fueron formados por CPE son innovadores en un mayor porcentaje en comparación con aquellos que no participaron de los diplomados excepto en la competencia investigativa a nivel general donde no hay diferencias, posiblemente debido a que en las zonas rurales la proporción de docentes innovadores es menor para los formados. La tabla 30 presenta los valores de significación estadística para las diferencias entre los grupos de docentes formados por CPE con aquellos que no fueron formados en las cinco competencias TIC para el desarrollo profesional docente.

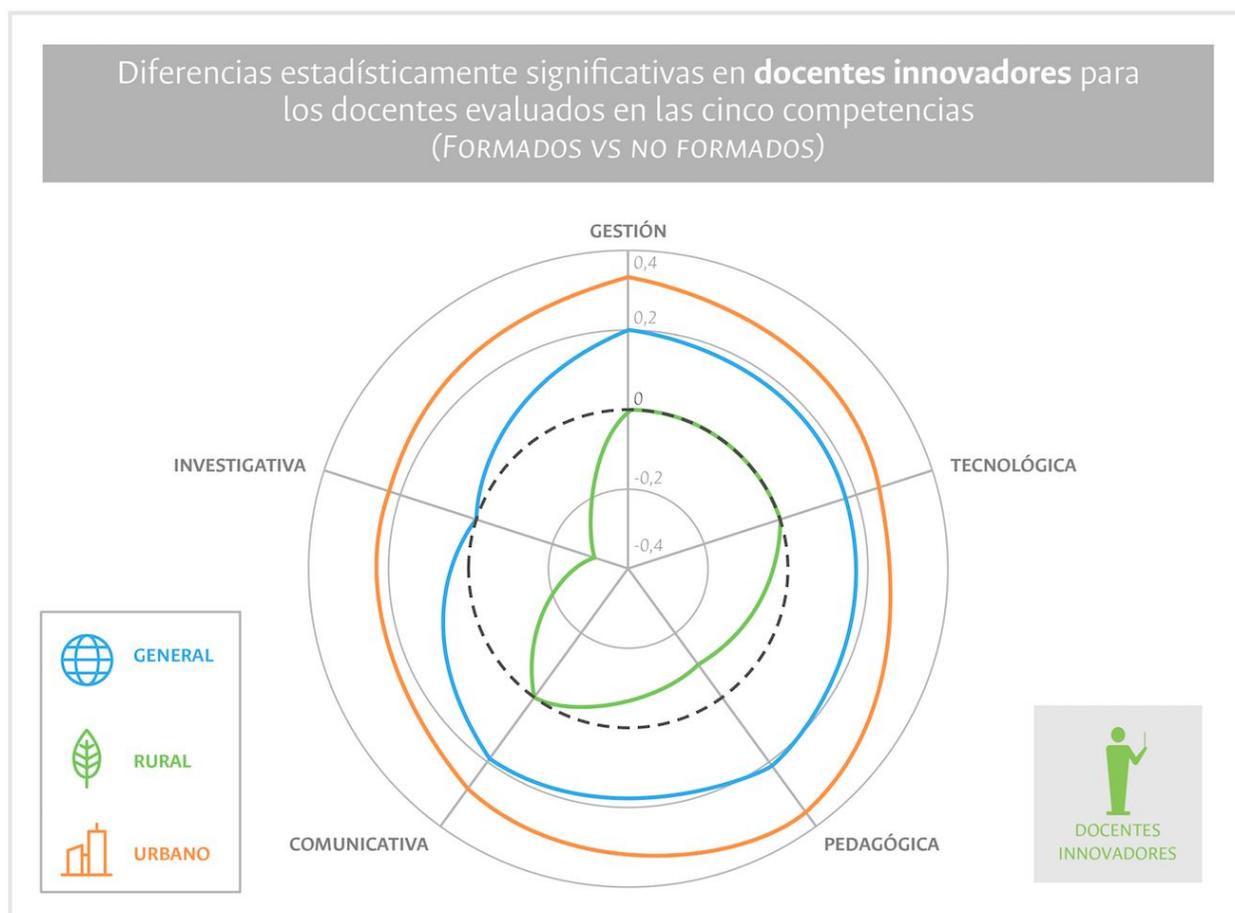
Tabla 30. Diferencias estadísticamente significativas en docentes innovadores para los docentes evaluados en las cinco competencias (Formados vs No formados).

Competencia	Universo Sedes CPE		
	General	Rural/Urbano	Región
<b>Gestión</b>	(0,2) ↑	Urbano (0,34) ↑	Atlántica (0,34) ↑ Andina (0,29) ↑
<b>Tecnológica</b>	(0,17) ↑	Urbano (0,26) ↑	Atlántica (0,37) ↑ Andina (0,27) ↑
<b>Pedagógica</b>	(0,21) ↑	Rural (-) (0,16) ↓ Urbano (0,36) ↑	Atlántica (0,36) ↑ Andina (0,31) ↑
<b>Comunicativa</b>	(0,19) ↑	Urbano (0,287) ↑	Atlántica (0,433) ↑ Andina (0,30) ↑
<b>Investigativa</b>	=	Rural (-) (0,326) ↓	Atlántica (0,21) ↑

		Urbano (0,233) ↑	Andina (0,14) ↑
--	--	------------------	-----------------

Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Diferencias estadísticamente significativas en docentes innovadores para los docentes evaluados en las cinco competencias (Formados vs No formados).



Fuente: elaboración propia.

En la indagación cualitativa sobre las competencias TIC, se encuentra que los docentes están en un alto porcentaje en el nivel integrador, aunque el porcentaje de docentes que alcanza el nivel innovador es mayor para quienes recibieron la formación de CPE. De manera consistente con los hallazgos cuantitativos, en los grupos focales se identifica que la competencia pedagógica y tecnológica son las que más desarrollo encuentran y las que mejor pueden ser comprendidas, mientras que la competencia investigativa es la que menor atención encuentra. En lo relatos se evidencia que la brecha entre lo urbano y lo rural se asocia fuertemente a las dificultades de conectividad más agudas en las zonas rurales.

### 3.3.1.3. Experiencias significativas con el uso de TIC en instituciones educativas

Con el fin de identificar la proporción de instituciones educativas en las que se reportan experiencias significativas con el uso de TIC en el aula se calculó el índice que se presenta en la tabla 31. Los resultados encontrados evidencian que solamente se han desarrollado experiencias significativas en un 38,4% de las sedes. Por otro lado, se evidencia que en la zona rural el índice es muy bajo a comparación de la zona urbana.

Tabla 31. Índice de experiencias significativas.

Agente	General	Urbano	Rural
<b>Directivos</b>	0,384	0,452	0,271

Fuente: elaboración propia.

A nivel cualitativo, las experiencias significativas de los docentes destacan el reconocimiento del programa CPE, tanto en lo relacionado con la tableta y equipos entregados, como por la formación impartida, en particular para las sedes ubicadas en zonas rurales, la formación recibida resultó importante para el desarrollo de su quehacer como docentes, para quienes la formación recibida les abrió puertas a un mundo digital que les resultaba distante. En relación con sus prácticas pedagógicas, se encuentra que a partir de la formación impartida por CPE se crearon blogs para trabajar las asignaturas con los estudiantes, el uso de programas como Scratch, Wix o Weebly, el acceso y conocimiento de portales educativos y objetos virtuales de aprendizaje enfatizando la enseñanza de idiomas donde las experiencias logran pasar de significativas a innovadoras. Sin embargo, el común denominador indica que las zonas rurales presentan experiencias significativas más personales y locales para los docentes, en comparación con las zonas urbanas, donde estas tecnologías logran transformar de forma más efectiva las prácticas de los maestros, porque la utilización de estas tecnologías por parte de los docentes suele ser usual a nivel personal previamente.

#### **3.3.1.4. Actitud hacia el uso educativo de TIC**

El índice propuesto para identificar las actitudes hacia las TIC se presenta como el promedio obtenido por directivos y docentes en la escala diseñada para medir las actitudes (ver sección 2.1.2 de este informe). En la tabla 32 se presentan los resultados obtenidos. Se evidencia que en la zona rural tanto en directivos como en docentes se presentan promedios más bajos en comparación con la zona urbana.

Tabla 32. Índice de actitudes.

Agente	General	Urbano	Rural
<b>Directivos</b>	38,17	38,81	37,44
<b>Docentes</b>	43,98	44,32	43,18

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, se realizaron comparaciones entre los docentes y directivos formados y aquellos que no fueron formados por CPE. Así mismo se realizaron comparaciones para los estudiantes y acudientes entre aquellos pertenecientes a sedes con al menos un docente formado por CPE y aquellos que pertenecen a sedes que no han recibido formación por CPE.

Los resultados señalan que los directivos y docentes de las zonas urbanas que fueron formados por CPE tienen actitudes más positivas hacia las TIC en comparación con aquellos que no participaron de los diplomados. Para los estudiantes por el contrario resulta ser menor especialmente en la Costa Atlántica y la Región Andina. La tabla 33 presenta los valores de significación estadística para las diferencias entre los grupos de docentes y directivos formados por CPE con aquellos que no fueron formados y los estudiantes de las sedes donde se encuentran estos docentes.

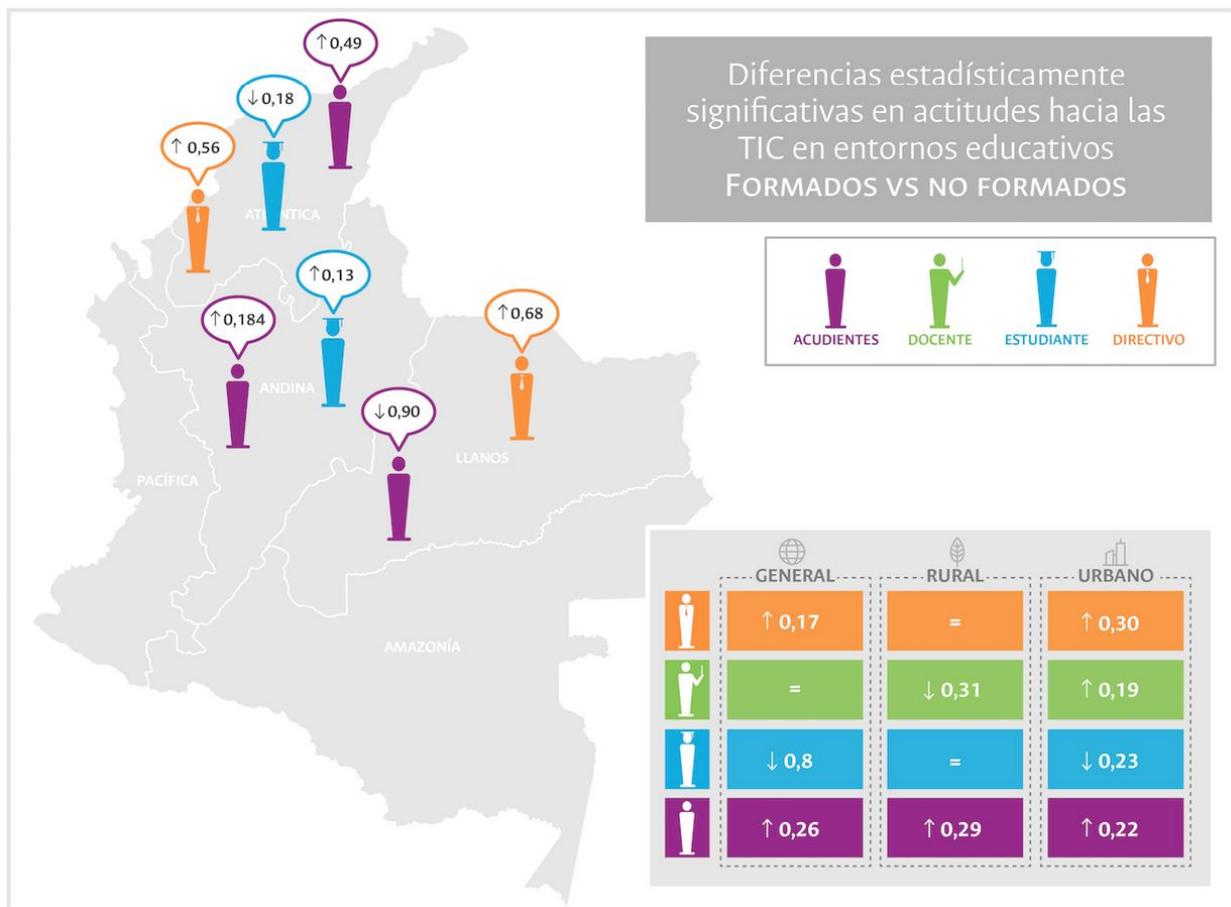
Los resultados para las actitudes hacia la TIC de los acudientes o padres de familia de sedes con docentes que han recibido formación de CPE indican que los efectos son coherentes a los esperados, contrastando con los resultados positivos en cuanto al acompañamiento y el efecto general positivo que perciben sobre la educación de sus hijos. El único caso donde las diferencias son significativas de forma negativa es en los Llanos Orientales.

Tabla 33. Diferencias estadísticamente significativas en actitudes hacia las TIC en entornos educativos (Formados vs No formados).

Agente	Universo Sedes CPE		
	General	Rural/Urbano	Región
<b>Directivos Docentes</b>	(0,17) ↑	Urbana (0,30) ↑	Atlántica (0,56) ↑ Llanos (0,68) ↑
<b>Docentes</b>	=	Rural (-) (0,31) ↓ Urbano (0,19) ↑	=
<b>Estudiantes</b>	(0,08) ↓	Urbano (-) (0,23) ↓	Andina (-) (0,13) ↓ Atlántica (-) (0,18) ↓
<b>Acudientes</b>	(0,26) ↑	Rural (0,29) ↑ Urbana (0,22) ↑	Llanos (0,90) ↓ Andina (0,184) ↑ Atlántica (0,49) ↑

Fuente: elaboración propia.

Figura 9. Diferencias estadísticamente significativas en actitudes hacia las TIC en entornos educativos (Formados vs No formados).



Fuente: elaboración propia.

A nivel cualitativo se encuentra que los directivos de las zonas tanto urbanas como rurales que han sido formados por CPE presentan actitudes positivas hacia el uso educativo de las TIC para mejorar y hacer más significativos los aprendizajes de los estudiantes. En este sentido, los datos cuantitativos indican que, debido a las dificultades asociadas con la apropiación de las TIC en las zonas rurales, las actitudes aún no son mejores entre formados en comparación con los no formados debido a que no dependen principalmente del conocimiento sobre el modo de utilizarlas en el aula sino de las características actuales de la ruralidad que dificultan un uso continuado de estas tecnologías (relacionado con conectividad y electricidad especialmente) a pesar de que los Contenidos para Educar son resaltados como herramientas valiosas para integrar las TIC en el aula. Para el caso de los estudiantes, las referencias a los proyectos de aula dadas por los docentes contrastan con estas actitudes menos positivas, lo cual puede deberse a que en las zonas urbanas particularmente existe el temor entre los docentes de que los estudiantes dañen los dispositivos y deban responder económicamente por ellos, en otras palabras, la manipulación de las TIC suelen realizarla los docentes en el aula y los estudiantes

fuera de la institución mediante web 2.0 o bajo la tutoría de los docentes de informática directamente.

### 3.3.1.5. Incidencia de la estrategia de formación ETIC@

Todos los diplomados de formación impartidos por CPE están compuestos por niveles, cada uno de los cuales es un módulo de contenido que tiene objetivos específicos articulados al objetivo general del diplomado.

Tabla 34. Diferencias estadísticamente significativas en competencias y actitudes asociadas a cada uno de los diplomados evaluados en el estudio (Formados vs No formados).

Diplomado	Variable	Universo Sedes CPE		
		General	Rural/Urbano	Región
DirecTIC	Competencia Gestión	(0,22) ↑	=	Atlántica (0,60) ↑
	Actitudes hacia las TIC	(0,24) ↑	=	Atlántica (0,66) ↑
TecnoTIC	Competencia Tecnológica	(0,22) ↑	Rural (-) (0,23) ↓ Urbana (0,39) ↑	Amazonía (-) (1,80) ↓ Llanos (-) (1,17) ↓ Atlántica (0,50) ↑ Andina (0,36) ↑
	Competencia Pedagógica	(0,34) ↑	Urbana (0,43) ↑	Atlántica (0,73) ↑ Andina (0,43) ↑ Llanos (-) (1,26) ↓ Amazonas (-) (1,94) ↓
	Actitudes hacia las TIC	(0,28) ↑	Urbana (0,45) ↑	Atlántica (0,39) ↑ Andina (0,38) ↑ Llanos (-) (0,80) ↓
InnovaTIC	Competencia Tecnológica	(0,24) ↑	Urbana (0,39) ↑	Amazonía (-) (1,18) ↓ Atlántica (0,54) ↑ Andina (0,27) ↑
	Competencia Pedagógica	(0,34) ↑	Urbana (0,45) ↑	Atlántica (0,79) ↑ Andina (0,32) ↑ Amazonía (-) (1,17) ↓
	Actitudes hacia las TIC	(0,17) ↑	Urbana (0,30) ↑	Atlántica (0,37) ↑ Andina (0,17) ↑ Llanos (-) (0,52) ↓
DocenTIC	Competencia Pedagógica	(0,27) ↑	Urbana (0,36) ↑	Atlántica (0,76) ↑ Andina (0,31) ↑ Llanos (-) (1,57) ↓ Amazonas (-) (1,13) ↓

	<b>Actitudes hacia las TIC</b>	(0,13) ↑	Urbana (0,21) ↑	Atlántica (0,43) ↑ Andina (0,17) ↑ Llanos (-) (1,03) ↓
--	------------------------------------	----------	-----------------	--

Fuente: elaboración propia.

*DirectTIC:*

Entre los niveles que componen el diplomado, los directivos formados en DirectTIC utilizan en su mayoría en el grado más alto el Plan estratégico TIC. En cuanto a la competencia de gestión, los directivos que han participado en la formación tienen mejores niveles de competencia, fundamentalmente aquellos de sedes de la Costa Atlántica. Así mismo, los directivos que participaron en el diplomado tienen actitudes más positivas hacia las TIC, fundamentalmente aquellos de sedes de la Costa Atlántica.

Figura 10. Diferencias estadísticamente significativas en competencias asociadas al diplomado DirectTIC (Formados vs No formados).



Fuente: elaboración propia.

*TecnoTIC:*

Entre los niveles que componen el diplomado, los docentes formados en TecnoTIC utilizan en su mayoría en el grado más alto el de actualización en lenguajes de programación y herramientas para desarrollar apps. En cuanto a las competencias TIC, los docentes que han participado en la formación tienen mejores niveles de competencia, tanto tecnológica como pedagógica, fundamentalmente aquellos de sedes urbanas. Los docentes formados de las zonas rurales, al contrario, tienen menores niveles de competencia tecnológica. Así mismo, los docentes formados de los Llanos Orientales y la Amazonía tienen menores niveles de competencia tanto tecnológica como pedagógica. En cuanto a las actitudes, los docentes que participaron en el diplomado tienen actitudes más positivas hacia las TIC, fundamentalmente aquellos de sedes urbanas y de la Región Andina y la Costa Atlántica; en los Llanos Orientales, al contrario, tienen actitudes menos positivas hacia las TIC.

Figura 11. Diferencias estadísticamente significativas en competencias asociadas al diplomado TecnoTIC (Formados vs No formados).



Fuente: elaboración propia.

*InnovaTIC:*

Entre los niveles que componen el diplomado, los docentes formados en InnovaTIC utilizan en su mayoría en el grado más alto el de estructuración y planificación de Entornos Personales de Aprendizaje (PLE) como metodología de innovación en el aula. En cuanto a las competencias TIC, los docentes que han participado en la formación tienen mejores niveles de competencia, tanto tecnológica como pedagógica, fundamentalmente aquellos de sedes urbanas. Los docentes formados de la Amazonía, tienen menores niveles de competencia tanto tecnológica como pedagógica, caso contrario de los docentes formados de la Región Andina y la Costa Atlántica que tienen niveles más altos de estas competencias. Así mismo, los docentes que han participado en el diplomado tienen actitudes más positivas hacia las TIC, fundamentalmente aquellos de sedes urbanas y de la Región Andina y la Costa Atlántica, mientras que en los Llanos Orientales, al contrario, tienen actitudes menos positivas hacia las TIC.

Figura 12. Diferencias estadísticamente significativas en competencias asociadas al diplomado InnovaTIC (Formados vs No formados).



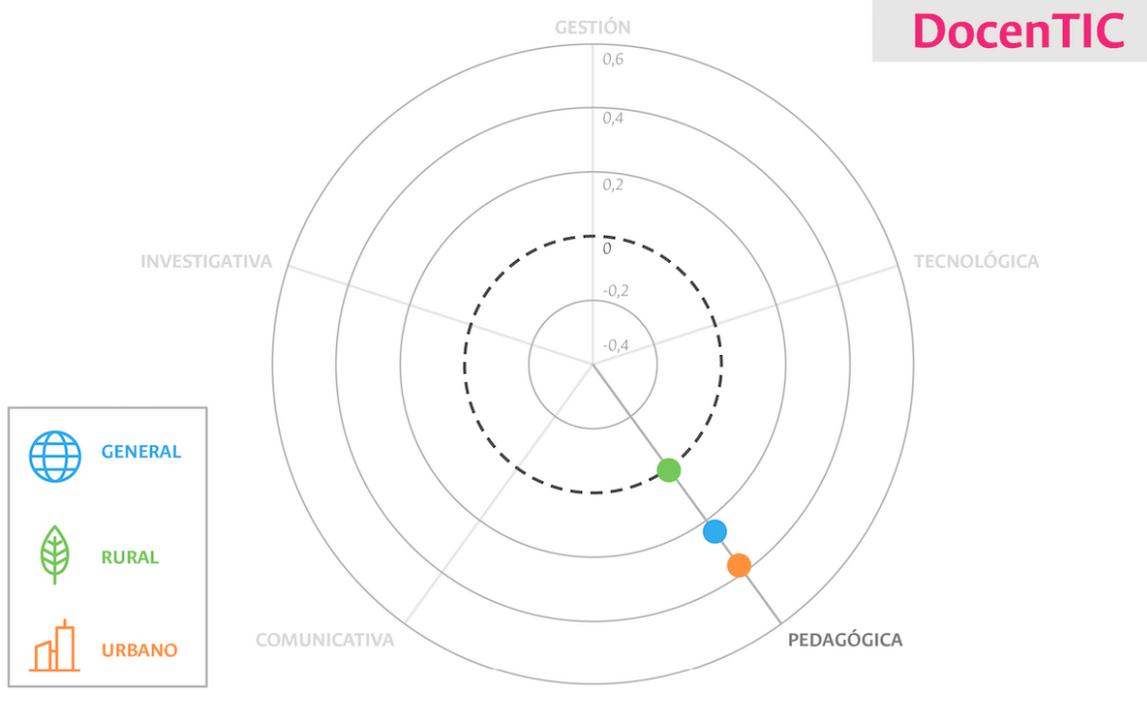
Fuente: elaboración propia.

**DocenTIC:**

Entre los niveles que componen el diplomado, los docentes formados en DocenTIC utilizan en su mayoría en el grado más alto el de estructuración del Proyecto Educativo en TIC. En cuanto a la competencia pedagógica, los docentes que han participado en la formación tienen mejores niveles de competencia, fundamentalmente aquellos de sedes urbanas y de la Costa Atlántica y la Región Andina. Así mismo, los docentes que participaron en el diplomado tienen actitudes más positivas hacia las TIC, fundamentalmente aquellos de sedes urbanas y de la Región Andina y la Costa Atlántica; en los Llanos Orientales, al contrario, tienen actitudes menos positivas hacia las TIC.

Figura 13. Diferencias estadísticamente significativas en competencias asociadas al diplomado DocenTIC (Formados vs No formados).

Diferencias estadísticamente significativas en competencias asociadas a cada uno de los diplomados evaluados en el estudio  
(FORMADOS VS NO FORMADOS)



Fuente: elaboración propia.

En general, los procesos de formación de CPE son vistos de forma positiva por parte de los directivos y docentes, especialmente en las zonas rurales, sin embargo también se expresa que los diplomados suelen omitir en el acompañamiento posterior a la culminación de los procesos de formación, con lo cual la retroalimentación una vez los docentes y directivos ponen en contexto lo aprendido en los diplomados con relación al uso educativo de las TIC, es casi nulo, por lo que es necesario reforzar el seguimiento y la realimentación para los docentes que han concluido los procesos formativos, especialmente en las zonas rurales, donde la conectividad suele ser escasa.

### 3.3.1.6. Hallazgos para acudientes

#### *Percepción de competencias:*

La percepción de competencias por parte de los acudientes o padres de familia de las sedes indaga por las competencias tecnológica y comunicativa, sin embargo, los cuestionarios no

arrojan un indicador general por lo que la tabla 35 resume los hallazgos para los ítems en este componente.

En general, los acudientes de sedes con al menos un docente o directivo formado por CPE reportan en mayor porcentaje: ayudar a sus hijos a estudiar con tabletas, una mayor frecuencia de ayuda a sus hijos a estudiar con computadores o tabletas, una mayor frecuencia de reforzar con sus hijos lo visto en las clases. Así mismo, también reportan en mayor porcentaje que sus hijos utilizan los computadores o tabletas para comunicarse con sus compañeros con el fin de estudiar y aprender, que conocen que sus hijos participan en actividades grupales utilizando computadores o tabletas y que creen que estas tienen efectos positivos sobre sus hijos. El indicador donde las respuestas son más bajas, aunque siguen siendo favorables para las sedes con formación por parte de CPE, es la de conectividad de las sedes donde estudian sus hijos.

Tabla 35. Síntesis de las diferencias estadísticamente significativas de percepción de competencias en acudientes de sedes que tienen docentes formados por CPE (Formados vs No formados).

Agente	Universo Sedes CPE		
	General	Rural/Urbano	Región
Acudientes	+*	Rural* Urbana*	N/A

\* El efecto positivo se identifica por mayor proporción de acudientes que hacen uso de las TIC en sedes donde al menos un docente fue formado por CPE

Fuente: elaboración propia.

### **3.3.1.7. Hallazgos sobre variables de resultado (escenario econométrico intensidad en formación)**

Finalmente se presentan los resultados de impacto sobre la repitencia originados en la intensidad de la aplicación de ETIC@, es decir, los docentes que accedieron y culminaron los programas de formación ofertados por CPE en proporción al total de docentes del establecimiento. En este sentido, dicha intensidad se captura a través de esta proporción. Para la estimación por variables instrumentales, los instrumentos empleados corresponden al promedio de docentes formados por secretaría y el promedio de terminales CPE entregadas por secretaría, en los dos instrumentos, excluyendo el establecimiento en cuestión. La estimación muestra que por cada punto porcentual en que aumentó la intensidad se redujo la tasa promedio de repitencia en 0.0044 puntos porcentuales (con 10% de nivel de significancia).

Tabla 36. Impacto de la intensidad de formación (proporción de docentes formados por establecimiento educativo) sobre la tasa de repitencia para el periodo 2015-2017

	<b>TASA DE REPITENCIA (puntos porcentuales)</b>
<b>Tratamiento</b>	-0.0044(*) (0.002)
<b>Test Stock y Yogo</b>	
<b>Kleibergen Paap F</b>	281.09
<b>Valor Crítico S-Y (10%)</b>	19.93
<b>Constante</b>	SÍ
<b>Efectos Fijos Sede</b>	SÍ
<b>Efectos fijos año</b>	SÍ
<b>Interacción años/secretarías</b>	SÍ
<b>Variables de Control (+)</b>	SÍ
<b>Observaciones</b>	23985
<b>Sedes Educativas</b>	7995

Fuente: elaboración propia.

Con el propósito exclusivo de ilustrar la posible interpretación de los anteriores resultados, a continuación se presentan estimaciones de escenarios hipotéticos, calculadas bajo las especificaciones, controles y restricciones del modelo econométrico mencionado: Durante los tres años de la ventana de observación (sin 2014), la tasa anual promedio de repitencia en las sedes educativas educativas beneficiadas en formación ETIC@, habría pasado de 2,95% a 2,91%.

### **3.3.1.8. Hallazgos sobre la incidencia de la estrategia de formación ETIC@ en zonas rurales**

Hasta aquí se han presentado de manera transversal los hallazgos principales en relación a la incidencia de la estrategia ETIC@ para zonas rurales y urbanas. Considerando las preguntas propuestas en el presente estudio, a continuación, se resaltan los resultados para zonas rurales relacionados con la incidencia de la estrategia sobre el nivel de apropiación TIC, competencias TIC y actitudes hacia las TIC de docentes y directivos.

Respecto al análisis de promedios de actitudes hacia las TIC de docentes y directivos docentes, se observa que no se presentan diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de directivos formados y no formados, lo que quiere decir que no se encontró una evidencia estadística que permita afirmar que la estrategia ETIC@ ha incidido en las actitudes de estos

agentes hacia las TIC. Adicionalmente, para el caso de docentes, se identificó (con una diferencia estadísticamente significativa) que los docentes que no han participado en diplomados de CPE presentan una actitud más favorable hacia las TIC que aquellos que han estado en estos procesos.

Por otra parte, los promedios en las competencias TIC sugieren un efecto positivo de la estrategia de formación de CPE en el nivel más alto (innovador) de las competencias de gestión, tecnológica e investigativa en directivos de zonas rurales. No obstante, este efecto no se observa para ninguna de las competencias TIC en docentes de la misma zona. Por el contrario, en los escenarios en los que se evidenciaron diferencias significativas entre docentes formados y no formados respecto al nivel de competencias, se identificó que el promedio del nivel de competencias TIC era mayor en los docentes que no han participado en procesos de formación liderados por CPE. Así mismo, no se identificaron diferencias significativas asociadas al promedio de apropiación en agentes formados y no formados de la zona rural, lo cual sugiere que la estrategia de formación ETIC@ no tiene incidencia en la apropiación TIC de docentes y directivos docentes de zonas rurales.

Finalmente, al analizar de manera comparativa los resultados obtenidos (indicadores y escenarios de incidencia) en zonas rurales y urbanas, se identifica que los valores de los indicadores y del tamaño del efecto en zonas rurales (en los pocos casos en los que existe) son inferiores a los registrados para zonas urbanas.

### **3.3.2. Hallazgos complementarios**

Finalmente, a partir de la información primaria recopilada en el presente estudio, se caracterizó la demanda de formación por parte de directivos docentes, docentes, estudiantes y acudientes. Cerca del 60% de los docentes y directivos docentes reportaron que la cantidad de horas de los diplomados de CPE no eran suficientes para aprender los contenidos de la formación. De igual forma, más del 90% de directivos y docentes manifestaron una percepción positiva asociada a la posibilidad de ampliar la cantidad de horas de formación presenciales, mientras que cerca del 70% reportaron estar de acuerdo con la posibilidad de aumentar la cantidad de horas virtuales. Así mismo, la mayoría de agentes reporta que les gustaría que la formación de CPE se fortaleciera en los siguientes elementos: oferta anual más variada de diplomados, integración de más herramientas TIC sobre los temas tratados en los diplomados y seguimiento a los aprendizajes del diplomado.

Por otra parte, se identificaron las expectativas de estudiantes y acudientes respecto a las temáticas que les gustaría que se incluyeran en los procesos de formación de CPE. En el caso de estudiantes, se reportaron temáticas relacionadas con aplicaciones para actividades académicas, portales de aprendizaje, redes sociales, desarrollo de aplicaciones, lenguajes de programación, entre otros. Mientras que los acudientes incluyeron temáticas relacionadas con

portales de aprendizaje, seguridad de la información y redes sociales, como algunos de los elementos que les gustaría que se priorizaran en la Escuela TIC para padres de familia.

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. CONCLUSIONES SOBRE LAS PREGUNTAS DEL ESTUDIO

En el presente estudio se realizó la evaluación de impacto del programa CPE durante el periodo 2014-2017. Considerando los indicadores propuestos y las estrategias (componentes) del programa de CPE, se definió un conjunto de preguntas para determinar los efectos que el programa generó en términos de variables asociadas al desempeño escolar en las instituciones educativas (repitencia, deserción, ingreso a la educación superior y logro en pruebas estandarizadas) y en el fomento de capacidades para el uso, apropiación e innovación con TIC en el contexto escolar. A continuación, se presentan las conclusiones de la evaluación de impacto en el marco de las preguntas que guiaron el desarrollo del estudio.

A partir del análisis de resultados del modelo econométrico, se identificaron impactos positivos del programa CPE 2014-2017 sobre la repitencia, deserción, ingreso a la educación superior y logro escolar, en escenarios de intensidad de terminales e intensidad de formación. De esta manera, se encontró que los establecimientos educativos que recibieron equipos del programa CPE redujeron las tasas de repitencia y deserción, mientras que aumentaron la tasa de ingreso a la educación superior y el logro escolar. De igual forma, los establecimientos educativos con docentes formados en la estrategia ETIC@ presentaron reducciones en la tasa de repitencia.

Para realizar la interpretación de estos resultados (impacto asociado a la cantidad de terminales entregados y proporción de docentes formados) es importante tener en cuenta los beneficiarios directos de las estrategias de CPE y las dinámicas de transferencia en los procesos de apropiación de tecnología en el contexto educativo. Por una parte, los directivos docentes, docentes y acudientes (en menor medida) constituyen los beneficiarios directos de las acciones adelantadas en la estrategia de formación de CPE, por lo que es de esperarse que inicialmente los efectos del programa se observen sobre esta población (variables asociadas a competencias TIC y apropiación). Desde esta perspectiva, se necesita un mayor tiempo de consolidación de competencias TIC y su transferencia a las prácticas de aula para evidenciar efectos sobre las variables de resultado que tienen relación directa con el desempeño del estudiante (repitencia, deserción, logro escolar e ingreso a la educación superior).

Por otra parte, a diferencia del componente de formación de CPE, los estudiantes sí pueden considerarse como beneficiarios directos de la estrategia de acceso del programa, lo que lleva a pensar que su efecto puede ser observable en el corto plazo. Adicionalmente, el acercamiento que tienen los estudiantes a la tecnología es cada vez mayor y sus actitudes hacia las TIC

tienden a ser positivas (promedio de actitud favorable hacia las TIC de 51)<sup>26</sup>, lo que podría favorecer un uso incipiente de tecnologías por parte de estos agentes. Este uso inicial de los estudiantes, posibilitado por la inmediatez en el acceso a los dispositivos entregados por CPE, se fortalece a medida que se consolida la transferencia a las prácticas educativas de los procesos de formación en los que participan sus docentes.

Considerando estos elementos, es razonable que se evidencien impactos moderados en variables de resultado o indicadores relacionados con el desempeño del estudiante y que los mayores efectos de las estrategias de CPE se observen en variables que dan cuenta de los procesos de transferencia de competencias TIC a las prácticas de aula de los beneficiarios directos, tales como: actitudes hacia las TIC, apropiación y niveles de innovación en competencias TIC.

Al analizar la incidencia de la estrategia de formación ETIC@ en las actitudes hacia las TIC en las comunidades educativas beneficiadas, se identificó una incidencia positiva en directivos docentes y docentes de zonas urbanas. Esto quiere decir que los directivos y docentes de sedes educativas urbanas que participaron en procesos de formación CPE tuvieron una mejor actitud hacia las TIC que aquellos que no lo hicieron. Este es un elemento relevante, ya que la percepción y las actitudes positivas hacia las TIC pueden favorecer los procesos de apropiación de tecnologías. Particularmente, la actitud y motivación pueden llegar a ser determinantes en la etapa de adaptación de las TIC en los contextos educativos (nivel de la escala de apropiación TIC en la que se encuentran la mayoría de docentes y directivos de las sedes beneficiadas por CPE). Adicionalmente, teniendo en cuenta que en términos generales el concepto de competencia articula elementos de actitudes, conocimientos y habilidades (saber hacer), las actitudes hacia las TIC pueden considerarse como uno de los elementos (junto con otros factores propios de cada contexto educativo) sobre los que se configuran ambientes en los que se potencian competencias TIC.

De esta manera, se evidencian resultados positivos en relación a la incidencia de la estrategia de formación ETIC@ en el nivel de apropiación y competencias TIC de docentes y directivos docentes de algunas de las instituciones educativas beneficiadas. Particularmente, la estrategia de formación ha incidido positivamente en el nivel de apropiación de directivos y directivos docentes en zonas urbanas. Así mismo, de acuerdo con el análisis de incidencia de la estrategia por región, se identificó una incidencia positiva para estos agentes (docentes y directivos) en la región Atlántica.

De otro lado, en cuanto a la incidencia de la estrategia ETIC@ en las competencias TIC de los directivos docentes se encontró que, a nivel general, es positiva para las competencias

---

<sup>26</sup> Puntaje promedio de actitud de estudiantes en el presente estudio. La escala de actitudes para estos agentes se encuentra definida entre 17 y 68.

tecnológica, pedagógica, investigativa y de gestión. A nivel rural es positiva en las competencias tecnológica, investigativa y de gestión, mientras que a nivel urbano solo incide en la competencia pedagógica. A nivel regional solo en la Costa Atlántica se encuentra una incidencia positiva para todas las competencias. Para el caso particular de docentes, a nivel general se encuentra una incidencia positiva de la estrategia ETIC@ en todas las competencias TIC, excepto en la investigativa. En cuanto al análisis por zona y regiones, se encuentra una incidencia positiva para todas las competencias TIC en zonas urbanas, al igual que en las regiones Andina y Atlántica.

Hasta el momento, es evidente que la mayoría de resultados positivos asociados a la incidencia de la estrategia de formación ETIC@ corresponden a zonas urbanas (exceptuando algunas competencias TIC en directivos de zonas rurales). Considerando que las sedes educativas ubicadas en zonas rurales tienen elementos contextuales que difieren de las sedes educativas urbanas, en el presente estudio se analizó la incidencia de la estrategia de formación ETIC@ en el nivel de apropiación, competencias TIC y actitudes hacia las TIC de docentes y directivos docentes de zonas rurales. De acuerdo con los resultados obtenidos, sólo se encontraron evidencias de incidencia positiva de la estrategia de formación de CPE en la competencia TIC tecnológica, investigativa y de gestión de directivos docentes de zonas rurales. De esta manera, no se evidenció incidencia positiva de la estrategia ETIC@ en las competencias TIC de docentes, ni en la apropiación o actitudes hacia las TIC de ninguno de los agentes. Inclusive, para zonas rurales, se identificó que el nivel de competencias TIC en las dimensiones pedagógica e investigativa es mayor en los docentes no formados que en los docentes que han sido beneficiados con la estrategia de formación ETIC@. En esta misma línea, se encontró que los docentes que no han participado en estos procesos tienen en promedio una actitud más favorable hacia las TIC que aquellos que sí han participado en la estrategia ETIC@.

Finalmente, teniendo en cuenta los distintos objetivos establecidos por las estrategias de CPE (componentes de formación, acceso y ambiental) y las preguntas del estudio, se identificaron beneficios en términos de la huella de carbono y la cuantificación de impactos de la estrategia de gestión ambiental del programa CPE en la ventana de observación del estudio. En particular, se resalta el beneficio ambiental asociado al incentivo a sistemas productivos por la valorización de metales ferrosos y no ferrosos, metales preciosos y residuos aprovechables, pues además de dinamizar la economía, permiten que los materiales en mención se reincorporen en nuevos procesos productivos generando empleos indirectos. Así mismo, se identificó que en términos generales existe poca información relacionada con los impactos y valoración económica ambiental de los impactos generados por la inadecuada disposición de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos – RAEE en Latinoamérica. Por esta razón, la valoración económica ambiental de este estudio es una aproximación conservadora que usa la información disponible. Los costos ambientales se maximizan y los beneficios ambientales se minimizan.

#### 4.2. RECOMENDACIONES SOBRE EL PROGRAMA CPE Y FUTUROS ESTUDIOS DE IMPACTO

A partir del análisis de la información primaria recopilada en el presente estudio, los resultados de impacto del programa CPE, la incidencia de la estrategia de formación ETIC@ y las tendencias de formación reportadas en la literatura, a continuación se proponen un conjunto de recomendaciones que pueden considerarse como un insumo para el fortalecimiento integral de los componentes ambiental, de acceso y formación del programa de Computadores Para Educar:

- Priorizar la entrega de computadores portátiles con contenidos precargados para favorecer su uso en sedes educativas con limitaciones de conectividad a internet.
- Diversificar la oferta temática de los diplomados integrando temas curriculares más específicos y actividades para la aplicación de estrategias didácticas en áreas básicas utilizando las TIC como herramientas offline. En esta misma línea, es importante fortalecer los espacios al interior de los diplomados para tratar temas de interés de los docentes participantes según sus contextos particulares e intereses para hacerlos más pertinentes a sus necesidades locales.
- Fortalecer la estrategia de formación ETIC@ desde una mirada diferencial pertinente para los contextos rurales. En particular, se puede priorizar la integración de contenidos y herramientas con un enfoque contextualizado, además de garantizar que el acceso y funcionalidad de los mismos no dependa de la conectividad a internet.
- Realizar acciones orientadas a fortalecer los procesos de seguimiento a los agentes (principalmente docentes y directivos docentes) que participan en las estrategias de formación de CPE. Uno de los esquemas de seguimiento alternativos sugerido para procesos de formación de corta duración (como diplomados) consiste en la generación de redes de apoyo (en los diplomados) entre los docentes participantes. Por una parte, durante el proceso de formación, estas redes o comunidades pueden permitir la multiplicación de los conocimientos aprendidos entre otros docentes al interior de las instituciones donde desarrollan su actividad docente. Por otra parte, en momentos posteriores al proceso de formación (una vez concluida la participación en el diplomado), estas redes permiten que los docentes socialicen sus experiencias de integración de TIC y obtengan realimentación de pares.
- Fortalecer el modelo de implementación en campo de las estrategias de formación, de manera que se garantice que los tiempos reales de implementación (participación, en el caso de docentes y directivos) de los diplomados sean consecuentes con lo planteado pedagógicamente desde el esquema de implementación de las estrategias de formación.
- Fortalecer los procesos de sensibilización y formación de acudientes, considerando que algunos de estos agentes ya han superado la etapa de sensibilización y plantean

expectativas de formación en temáticas particulares tales como: portales de aprendizaje, seguridad de la información, redes sociales, entre otros.

- El mayor costo ambiental es generado por la disposición final de algunos componentes de RAEE en celdas de seguridad, por lo que se recomienda sustituirla por prácticas ambientales disponibles que permitan aumentar el porcentaje de aprovechamiento de los diferentes materiales.

Así mismo, se proponen las siguientes recomendaciones que pueden ser consideradas para futuros estudios y evaluaciones de impacto:

- Utilizar los instrumentos de evaluación diseñados y sometidos a proceso de validación en el presente estudio, de modo que la información obtenida se establezca como una línea de base para futuras evaluaciones. Si en futuras evaluaciones se decide diseñar nuevos instrumentos de evaluación se recomienda seguir la metodología de diseño centrado en evidencias y realizar los análisis psicométricos de los nuevos instrumentos para aportar evidencias sobre su fiabilidad y validez.
- Utilizar como referente los tamaños del efecto identificados en las diferentes comparaciones realizadas, para establecer contrastes con resultados que se identifiquen en futuros estudios.
- Fortalecer los procesos de levantamiento de información de caracterización de los beneficiarios de los programas de CPE durante la ejecución de las actividades propias asociadas a los diferentes componentes, con el fin de posibilitar análisis sobre diversas relaciones entre las poblaciones y los objetivos del programa.
- Integrar en el proceso de seguimiento del despliegue en campo la recolección de información para alimentar la medición de los efectos de la intervención. Asimismo, considerar el hecho de diseñar como parte del programa CPE para la próxima vigencia grupos diferenciales de entrega de terminales y formación que permitan adelantar la evaluación de impacto sobre un grupo cuasiexperimental y otro cuasicontrol en lugar de las estimaciones adelantadas en los tres estudios previos.
- Considerar diferentes variables de análisis a las de resultado que se han utilizado en los estudios anteriores. Por ejemplo, se podrían considerar el desarrollo de competencias transversales o blandas, pensamiento computacional, habilidades comunicativas, segunda lengua, entre otras.
- Para implementar el modelo econométrico, se recomienda trabajar con un conjunto de datos de años extendido con respecto a la ventana de evaluación, idealmente se recomienda tener las bases de datos de dos años antes y dos años después de la ventana de evaluación. Sin embargo, por las restricciones de tiempo inherentes a este tipo de proyectos, se puede trabajar incluyendo en la evaluación datos de un año antes y un año después de la ventana de evaluación, por ejemplo, si se plantea un proyecto con una ventana de evaluación de 2018 a 2022 se debe asegurar la disponibilidad de todas las bases de datos al menos desde 2017 a 2023. Tener este conjunto de datos de

años extendidos asegura que se puedan calcular todas las variables para todos los años y así tener un modelo aún más robusto.

- Tener en cuenta marcos internacionales de buenas prácticas para el diseño, implementación y control de calidad de ejercicios de evaluación de políticas públicas, como por ejemplo el establecido por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID, por sus siglas en inglés). Como ejercicio académico externo al marco contractual del presente estudio, la Universidad Nacional realizó el ejercicio interno de validar esta evaluación de impacto de CPE con base en la rúbrica establecida por la USAID (ver Anexo 3).

## 5. REFERENCIAS

Andreú, J. (2000). *Las técnicas de análisis de contenido: una revisión actualizada*. Fundación Centro Estudios Andaluces, Universidad de Granada, 10(2), p. 1-34. Recuperado de <http://public.centrodeestudiosandaluces.es/pdfs/S200103.pdf>.

ANLA. (2017). Obtenido de Valoración Económica-Instrumentos Económicos en la Evaluación de Impacto Ambiental. Recuperado de: <http://www.anla.gov.co/valoracion-economica-instrumentos-economicos-evaluacion-impacto-ambiental>

Coe, R. (2002). It's the effect size, stupid: What effect size is and why it is important.

CONPES. (2010). *Lineamientos de política para la continuidad de los programas de acceso y servicio universal a las tecnologías de la información y las comunicaciones*. Documento 3670. Recuperado de: [http://www.mintic.gov.co/arquitecturati/630/articles-9029\\_documento.pdf](http://www.mintic.gov.co/arquitecturati/630/articles-9029_documento.pdf)

CONPES. (1999). Programa de donación masiva de computadores a colegios públicos "Computadores para Educar". Documento 3063. Recuperado de: [http://www.computadoresparaeducar.gov.co/sites/default/files/inline-files/Conpes\\_3063.pdf](http://www.computadoresparaeducar.gov.co/sites/default/files/inline-files/Conpes_3063.pdf)

CPE. (Computadores Para Educar) (2016). Estrategia de Innovación Educativa y uso de las TIC para el Aprendizaje ETIC@: Bogotá.

Decreto 2324. (2000). Derecho del Bienestar Familiar. Diario Oficial No 44.228, del 15 de noviembre de 2000. Recuperado de: [http://www.computadoresparaeducar.gov.co/sites/default/files/inline-files/Derecho%20del%20Bienestar%20Familiar%20%5BDECRETO\\_2324\\_2000%5D.pdf](http://www.computadoresparaeducar.gov.co/sites/default/files/inline-files/Derecho%20del%20Bienestar%20Familiar%20%5BDECRETO_2324_2000%5D.pdf)

Directiva Presidencial 2 (2001). 28 de agosto de 2000. Recuperado de: [https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-3646\\_documento.pdf](https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-3646_documento.pdf)

De la Parra, N. (2013). *La incorporación de las TICS en forma transversal al currículo y la utilización de éstas para organizar nuevas modalidades de enseñanza* (Doctoral dissertation, Universitat de les Illes Balears).

Eusko Jaurlaritza, G. V. (2009). Análisis de ciclo de vida y huella de carbono. *Ihobe*, 1–53.

- Fernández, F. (2002) El análisis de contenido como ayuda metodológica para la investigación. *Revista de Ciencias Sociales (Cr)*, 2(96), 35-53
- Fidock, J., & Carroll, J. (2006). The model of technology appropriation: A lens for understanding systems integration in a Defence context. *ACIS 2006 Proceedings*, 88.
- García-Santillan, A., Moreno-García, E., Castro, J., Zamudio-Abdala, J., & Garduno-Trejo, J. (2012). Cognitive, affective and behavioral components that explain attitude toward statistics. *Journal of mathematics research*, 4(5), 8-16.
- Gómez Orea, D. (2003). *Evaluación de Impacto Ambiental*. (Ediciones Mundi Prensa, Ed.) (Segunda Ed). Madrid.
- Gujarati, D. (2004). "Econometría". Cuarta Edición. Traducción: Demetrio Garmendia y Gladys Arango; Mexico DF: Mc. Graw Hill.
- Hitos. (2018). Computadores para Educar Resumen de creación y constitución
- Lemoine, R. (2015). *Evaluación de impacto y de la sostenibilidad de computadores para educar en la calidad de la educación en las sedes educativas beneficiadas*. Bogotá D.C: Centro Nacional de Consultoría.
- Ley 99 (1993). Ley General Ambiental de Colombia. 22 de diciembre de 1993. Recuperado de: <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/pdf/Normativo/1993-12-22-ley-99-crea-el-sina-y-mma.pdf>
- MADS (2015). Decreto-Único-Reglamentario-Sector-Ambiental 1076. Recuperado de: <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/08/Decreto-Unico-Reglamentario-Sector-Ambiental-1076-Mayo-2015.pdf>
- Ministerio de Educación Nacional. (2013). Competencias TIC para el desarrollo profesional docente. [Documento pdf] Disponible en: [https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-339097\\_archivo\\_pdf\\_competencias\\_tic.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-339097_archivo_pdf_competencias_tic.pdf)
- Ministerio de Educación Nacional (2010). *Las rutas del saber hacer: Experiencias Significativas que transforman la vida escolar. Orientaciones para autores de experiencias significativas y establecimientos educativos*. Bogotá: Autor. Disponible en: [http://aprende.colombiaaprende.edu.co/ckfinder/userfiles/files/guia\\_37.pdf](http://aprende.colombiaaprende.edu.co/ckfinder/userfiles/files/guia_37.pdf)

Mintic (2016). Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones & Computadores para Educar. Política de beneficio de terminales.

Mislevy, R. J., Almond, R. G., & Lukas, J. F. (2003). *A brief introduction to evidence-centered design*. ETS Research Report Series, 2003(1).

Olejnik, S. and Algina, J. (2000) 'Measures of Effect Size for Comparative Studies: Applications, Interpretations and Limitations.' *Contemporary Educational Psychology*, 25, 241-286.

*Profesores de los Andes cuestionan los resultados de las pruebas Saber.* (2017, marzo). Revista Semana Educación. Recuperado de: <https://www.semana.com/educacion/articulo/pruebas-saber-2016-profesores-de-la-universidad-de-los-andes-se-cuestionan-los-resultados-de-las-pruebas-saber/520011>

Quintero, A. (2008). Guía para Diseño, Construcción e Interpretación de Indicadores. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) Colombia.

Rodríguez, C., Sánchez, F. y J. Márquez (2011). Impacto del Programa “Computadores para Educar” en la deserción estudiantil, el logro escolar y el ingreso a la educación superior. Documentos CEDE, 1-65.