

Evaluación de impacto y de la sostenibilidad de Computadores para Educar en la calidad de la educación en las sedes educativas beneficiadas

Primer informe

Bogotá, 16 de octubre de 2014

Centro Nacional de Consultoría S.A.

Calle 34 N° 5-27, Bogotá D.C. / Teléfono: (1) 3 39 48 88 - Fax: (1) 2 87 26 70

www.centronacionaldeconsultoria.com

Investigación + conversación = acción

El **Centro Nacional de Consultoría** es una firma de investigación y consultoría, centrada en la creación de valor a través de la escucha generosa de sus necesidades, el estudio cuidadoso de sus problemas y el desarrollo de soluciones comercialmente viables que les garanticen el progreso.

El Centro se compromete con un nuevo liderazgo de servicio construido sobre cuatro dimensiones: el sentido de realidad, la ética, la visión y el coraje para hacer siempre la tarea.

EQUIPO DE TRABAJO

Director del proyecto:

René Lemoine

Codirectores:

María Cecilia Alfonso, Juan Camilo Bohórquez, Juan Pablo Ossa

Líderes del equipo de educación:

Darío Maldonado, Fabio Sánchez (Profesores Universidad de los Andes)

Especialista en evaluación de impacto:

Darwin Cortés (Profesor Universidad de Rosario)

Profesional en temas relacionados con desarrollo ambiental sostenible:

Margarita Pava, Cristhian Ruiz

Líder administrativo encargado de los aspectos logísticos, estadísticos y recursos humanos:

Jovinton Yaya

Asistentes del equipo de educación:

Érika Londoño, Lina Lozano, Ana María Saavedra, Tatiana Velasco

Equipo de trabajo de campo cualitativo:

Eduardo Gutiérrez (Profesor Universidad Javeriana), María Del Pilar Quintero, Claudia Osorno, María Clara Martínez

Equipo de trabajo de campo:

Gladys Muñoz, Yamilet Possu, Ana María Vélez, Martha Gallo, Carmen Stella Uribe, Viviana TICTICTICora, Lina Coronado, Luz Dary Cadavid

Equipo de trabajo componente ambiental:

Germán García, Felipe Saavedra y Juliana Velandia

TABLA DE CONTENIDO

I. Introducción	5
II. Revisión de literatura	7
III. Instrumentos de campo	44
IV. Metodología	73
V. Temas Ambientales	73
Referencias	98

Anexo 1: Herramientas para la gestión de los desechos electrónicos.
Enfoques utilizados o propuestos

Anexo 2: Matriz de análisis de casos de estudio

Anexo 3: Matriz de requerimientos de información (Línea base de información CPE)

Anexo 4: Cuestionario ambiental y social

Anexo 5: Cuestionarios cuantitativos y cualitativos

Anexo 6: Reporte prueba piloto

I. Introducción

Con el objetivo de conocer información que permita mejorar su operación, Computadores Para Educar abrió el Concurso de méritos con precalificación No. 001 de 2014 para *Evaluar el impacto de Computadores para Educar en la calidad de la educación en las sedes beneficiadas y la sostenibilidad del Programa*. El Centro Nacional de Consultoría fue la firma escogida para la realización de la evaluación.

Este reporte es el primer informe realizado por el Centro Nacional de Consultoría (CNC) para Computadores Para Educar (CPE) de la consultoría contratada en Agosto de 2014. La consultoría tiene como objetivo evaluar el programa Computadores Para Educar principalmente en su relación con el objetivo de lograr mejores resultados educativos en la educación básica y media en Colombia. La consultoría también evalúa el componente ambiental del programa que busca reducir el impacto ambiental indeseado del programa. El proyecto es intensivo en uso de información cuantitativa; la evaluación se apoyará principalmente en el uso de información administrativa sobre el programa y sobre el sistema educativo colombiano. A esta información se añadirá información recopilada en un trabajo de campo diseñado para recoger información complementaria que no aparece en las bases de datos administrativas. El trabajo estará complementado por un trabajo de campo cualitativo que permitirá ahondar en los aspectos desarrollados en el trabajo cuantitativo.

El trabajo de la consultoría comenzó el 28 de agosto de 2014. Desde ese momento el CNC ha desarrollado una serie de actividades necesarias para el desarrollo del proyecto. Estas actividades han estado principalmente relacionadas con la recolección de información administrativa, la elaboración de instrumentos de campo y el diseño y el inicio del trabajo de campo. Los resultados del trabajo cuantitativo y cualitativo serán objeto de los informes 2, 3 y 4 que se entregarán en diciembre de este año.

Este informe contiene tres elementos necesarios para el desarrollo de la consultoría: i.) La revisión de documentación sobre programas similares a los desarrollados por CPE; ii.) Los instrumentos de campo; iii.) El diseño del método de análisis para la evaluación de los programas CPE. El informe se divide en tres partes (además de esta introducción) y cada una de ellas corresponde con cada uno de los tres objetivos mencionados. Es necesario aclarar que el objetivo de revisión de la literatura podría ser muy extenso; es por esto que para este informe se ha delimitado el objetivo de acuerdo con el objetivo final de la consultoría y se ha restringido la revisión de literatura a aspectos que van a ser estrictamente relevantes para el desarrollo del objetivo de evaluación de impacto de CPE y al contexto colombiano. Dada la importancia del tema ambiental para el programa CPE, este tema se presenta por aparte, de tal forma que cada parte del informe está dividida en dos: una que atañe a los temas de acceso y formación de CPE y otra que se refiere a los temas ambientales de CPE.

II. Revisión de literatura

II.A. Componente educativo

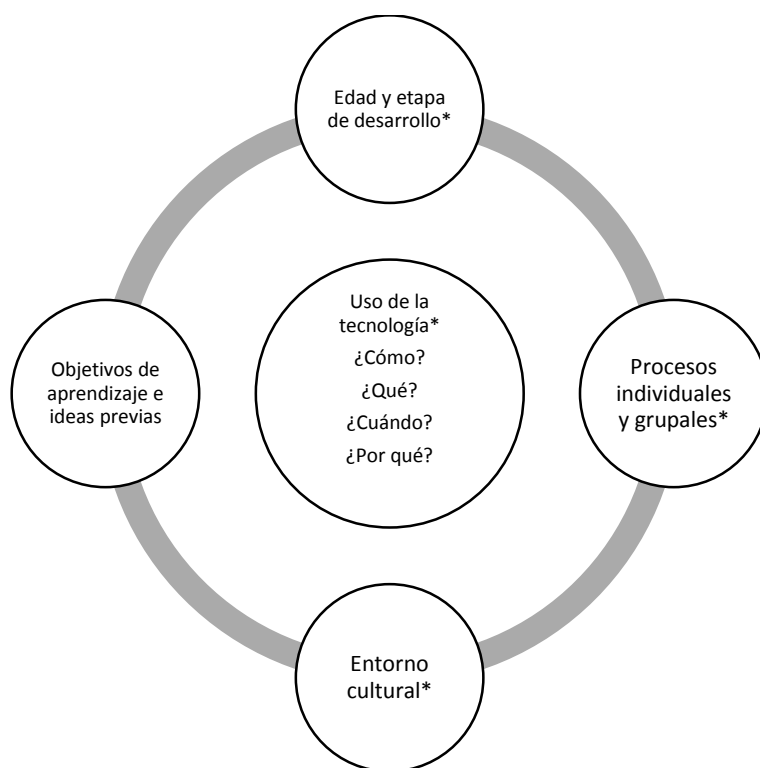
Objetivo 1. Analizar las tendencias internacionales y las expectativas de los docentes en términos de formación según las características de las sedes, contemplando: a. Estrategias internacionales encaminadas a la formación y apropiación de las TIC y las oportunidades o dificultades de su aplicación en Colombia. b. Los contenidos incluidos en cada programa, identificando la pertinencia de éstos en la reducción de la brecha digital.

Una de las tendencias principales de la investigación en TIC en la actualidad, está enfocada hacia el diseño y desarrollo de pedagogías escalables enmarcadas dentro del construccionismo. Se busca a partir del enfoque de un aprendizaje activo y del educando como autor de sus propios aprendizajes, desarrollar prácticas de enseñanza-aprendizaje que permitan y faciliten el uso adecuado de las TIC. Así mismo, se ha identificado que las actividades de aprendizaje con TIC pueden servir como herramienta facilitadora del

aprendizaje futuro (Schwartz, Bransford & Sears, 2005). Una de las posibilidades que existe dentro del aula, es el uso de estos equipos y herramientas digitales como una preparación frente al contenido que el docente enseñará más adelante. Otra de las oportunidades de mejora es la articulación entre el contenido de los video juegos y “las necesidades y demandas de los escenarios educativos tradicionales” (Frey, 2012, p. 432).

Estos hallazgos mencionados en el párrafo anterior, junto con otras estrategias, se encuentran articulados en la figura que aparece a continuación.

Figura 1. Oportunidades de capacitación*



*Tomado de Technology and Interactive Media as Tools in Early Childhood Programs Serving Children from Birth through Age 8.

La formación de los docentes debe ir encaminada a comprender la realidad y particularidad de su propio entorno. Como se muestra en la Figura 1, la literatura actual identifica la necesidad de incluir diferentes áreas, que se irán modificando a medida que se transforman las necesidades y se producen nuevos dispositivos. Aunque se requiere de unos lineamientos

macro de formación, lo más importante es que el profesor transfiera y adapte el contenido a su realidad. En el centro del diagrama aparece el uso de la tecnología, cada educador debe poder responder las cuatro preguntas planteadas al momento de hacer uso de las TIC en su práctica. Para ello, requiere de diferentes capacitaciones y talleres experienciales.

Dentro de las oportunidades de formación, también se encuentra la necesidad de entender la conexión que existe entre la edad y etapa de desarrollo del estudiante, y el funcionamiento y características de los diferentes dispositivos. El profesor debe conocer tanto las fortalezas y debilidades de cada dispositivo y su interrelación con los procesos de desarrollo de sus alumnos. Esta temática de formación tiene un gran valor educativo, pues las herramientas digitales no pueden remplazar actividades fundamentales en la etapa de desarrollo de los estudiantes, como los juegos en el parque y actividades al aire libre (Technology and Interactive Media as Tools in Early Childhood Programs Serving Children from Birth through Age 8, 2012). Las actividades con TIC deben ser planeadas identificando su pertinencia con los procesos de desarrollo, y a la vez, han de “conectar el aprendizaje durante el juego con la instrucción y la evaluación en el colegio” (Frey, 2012, p. 432) y con los objetivos de aprendizaje.

Otra de las temáticas de formación, está enfocada hacia el reconocimiento de los procesos y ritmos individuales y el trabajo colaborativo. Los maestros, deben reconocer las posibilidades que ofrecen las TIC para acompañar procesos ajustados a las necesidades de cada persona, como refuerzos escolares o la posibilidad de actividades con pares o en grupo. Si bien, cada una de las colecciones online para dispositivos tiene una Guía didáctica docente, estas habilidades requieren ser interiorizadas y su desarrollo depende de una adecuada capacitación. Finalmente, el docente debe conocer la realidad de su práctica cultural, de su entorno inmediato. Al comprender su contexto, puede empezar a desarrollar o fortalecer habilidades para “interactuar con las dinámicas cambiantes entre el aprendiz y el ambiente de aprendizaje” (Hung et al., 2012, p. 1077).

En los párrafos anteriores, se evidencia la conceptualización desde la práctica cotidiana del aula. Las siguientes son las competencias a partir de las cuales se deben definir los contenidos de un programa de formación:

Competencias	Descripción
Nociones básicas de TIC	-¿Cómo, dónde y cuándo del empleo de las TIC?
Profundización del conocimiento	-Utilizar conjuntamente metodologías didácticas y TIC. -El docente asume el rol de guía y administrador del ambiente de aprendizaje
Generación del conocimiento	-Apoyan a sus estudiantes a crear productos de conocimiento, modelan sus procesos de aprendizaje y participan en procesos de autoformación permanente.

UNESCO, 2008, citado en Díaz Barriga, 2011, p. 146 (información tomada textualmente).

Para desarrollar exitosamente este proceso de formación, se identifican algunas estrategias que pueden ser implementadas. En primer lugar, está la actividad práctica. Es decir, el docente debe recibir un proceso de formación experiencial y en lo posible, dentro de su mismo contexto de aula. En segundo lugar, debe generarse una comunidad local. Un grupo al interior del colegio para compartir y socializar tanto los aciertos como las dificultades encontradas en el proceso de implementación. Y finalmente, se deben facilitar espacios para que se pueda construir una comunidad global, en la que exista un intercambio de experiencias a través de comunidades virtuales (Díaz Barriga, 2011).

A partir de las estrategias expuestas anteriormente, Colombia puede implementar las siguientes iniciativas en los procesos de formación, para lograr disminuir la brecha digital:

- Comprender el propósito y la articulación de las TIC en los diferentes momentos del proceso de enseñanza (v.b. preparación para el aprendizaje futuro (Schwartz et al., 2005).
- Planeación didáctica de la clase a partir de preguntas de exploración ¿Cómo?, ¿Qué?, ¿Cuándo? y ¿Por qué?, aplicadas al ciclo que se encuentra en la figura 1.
- Articular las estrategias de formación en el proceso de Desarrollo profesional.

Expectativas docentes

En general gran parte de los estudios han encontrado que los profesores toman una actitud positiva hacia las TIC, computadores, internet y softwares educativos. Esta actitud positiva solo es reforzada si hay una intervención por parte del gobierno y un acompañamiento dentro de su formación. Dentro del seguimiento a un estudio noruego para los años 1999-2003 (UIT, 2004) se encontró que los maestros tienen una actitud más positiva hacia las TIC. El uso de TIC es mayor en Dinamarca en las escuelas de primaria y secundaria, y la gran mayoría de los docentes tienen una mayor participación frente a tres años atrás. En otro estudio (Ramboll Management, 2005) demostró que forzando a los docentes a usar sus propios computadores como herramientas de clase aumenta la auto-confianza y por ende a mejorar la dinámica de clase.

Existe una diversidad de opiniones con respecto a las TIC. Si bien, hay profesores que dicen tener muy poco tiempo para integrar las TIC, un número importante de los estudios muestran que gracias al uso de TIC se ahorra tiempo en la planificación de mediano y largo plazo, lo que se puede traducir en una reducción de la carga de trabajo de los docentes (Underwood, 2006). Por ejemplo, la encuesta (ICT in School in Europe, 2013) refleja que los docentes tienen un actitud favorable hacia el uso de las TIC, debido a que consideran que tienen un efecto positivo en el aprendizaje de sus alumnos. Además, se observa que el uso de TIC se realiza en su gran mayoría en escuelas donde tienen facilidad de acceso a estos equipos.

Con relación a las estrategias similares a CPE, estas son abordadas en el objetivo 9. En la bibliografía revisada, no son evidentes las tendencias ni se encontraron documentadas dificultades que han tenido que superar cada uno de los programas similares a CPE.

Objetivo 5. Establecer si existe alguna influencia directa de la estrategia en lograr mejores aprendizajes en los estudiantes.

La estrategia de uso de tecnologías en el aula implica implementación de distintas sub estrategias y desarrollo de varias actividades. Entre estas se encuentran: la provisión de computadores u otro tipo de terminales a los colegios, la provisión de conectividad, estrategias de formación de maestros en el uso de tecnologías y el establecimiento de contenidos educativos para los terminales.

La mayoría de la literatura inicial se enfocó en la evaluación de estrategias para llevar computadores al aula. En general estos estudios tienen resultados mixtos. Algunos de ellos muestran casos en los que los programas han permitido aumentar los resultados de aprendizaje de los estudiantes (Banerjee et al. 2005; Barrow, Markman y Rouse, 2009; Mo et al., 2012; Lai et al. 2011; Machin, McNally y Silva, 2007; Rodríguez, Sánchez y Márquez, 2011) pero otros no han mostrado impacto e incluso algunos han mostrado resultados negativos (Angrist y Lavy, 2002; Barrera y Linden, 2009; Cristia et al., 2012; Fairlie y Robinson, 2013; Leuven et al., 2004; Linden, 2008; Melo et al. 2013; Rouse y Kruger, 2004; Sharma, 2012; Tan y Lassibille, 1999). De acuerdo con esto, el examen crudo de esta literatura no permite decir contundentemente que los programas para llevar computadores a los colegios tengan necesariamente un impacto sobre el aprendizaje de los estudiantes. Sin embargo, en el desarrollo del objetivo 8 mostramos que hay una forma de entender estas diferencias y que existen estrategias para que estos programas sí tengan los objetivos deseados en el aprendizaje.

Las evaluaciones de otro tipo de estrategias relacionadas con las TIC en el aula han sido más escasas. Encontramos evaluaciones de estrategias para favorecer el acceso de computadores en los hogares (Malamud y Pop-Eleches, 2011), acceso a internet en los colegios (Goolsbee y Guryan, 2005), y llevar tableros digitales a los colegios (Higgins et al,

2005). Ninguno de estos estudios, muestra un efecto claro sobre el aprendizaje de los estudiantes.

Finalmente, vale la pena resaltar los trabajos que evalúan programas desarrollados en América Latina. Al respecto encontramos cinco trabajos. Barrera y Linden (2009) y Rodríguez, Sánchez y Márquez (2011) evalúan el programa *Computadores Para Educar* en Colombia; Melo et al. (2013) evalúan el *Plan Ceibal* en Uruguay; Bet, Ibararán y Cristia (2010) y Cristia et al. (2012) evalúan el programa *One Laptop per Child* en Perú; Carrillo, Onoga y Ponce (2013) evalúan el programa *Más Tecnología* en Ecuador. Una vez más la evidencia de estos programas es mixta. De estos trabajos sólo Rodríguez, Sánchez y Márquez (2010), Bet, Ibararán y Cristia (2010), y Carrillo, Onoga y Ponce (2013) obtienen resultados claros sobre una relación causal entre estos programas y el aprendizaje de los estudiantes. La evidencia mostrada por Cristia et al. (2012) es ambigua ya que el programa tiene resultados positivos y significativos únicamente en habilidades cognitivas básicas pero no en resultados en pruebas de matemáticas y lenguaje. Los dos trabajos sobre el programa *Computadores Para Educar* tiene resultados contrarios; en el objetivo 8 discutiremos más a fondo estos resultados.

Objetivo 6. Identificar si puede CPE impactar positivamente en procura de lograr mejores resultados en la aplicación de pruebas de Estados y pruebas de carácter internacional como las PISA (OECD).

Las pruebas PISA de la OECD son instrumentos robustos que miden aprendizaje en matemáticas, ciencias y lenguaje. El diseño de las pruebas es muy cuidadoso y no se enfoca únicamente en medir competencias de orden inferior sino también en las de orden superior. Estas evaluaciones son además un instrumento estadístico y como tal, se aplica a una muestra representativa de estudiantes y su aplicación guarda los principios de la reserva

estadística. Esto hace que no sean pruebas que puedan ser usadas para dirigir acciones a colegios, profesores o estudiantes particulares porque la OECD (y el ICFES que es quien las aplica en Colombia) respetan la confidencialidad tanto de los colegios como de los individuos que presentan la prueba. Todo esto hace que se pueda decir que las pruebas son confiables y que los resultados de este ejercicio, sí deben estar altamente correlacionados con el aprendizaje real de los estudiantes que presentan estas pruebas. De acuerdo con esto, en la medida en que el uso de TIC en el aula eleve los niveles de aprendizaje de los estudiantes, se esperaría que mejoren los resultados de los estudiantes colombianos en las pruebas de estado. Esto a su vez, se debería ver reflejado en una mejora en los resultados de pruebas internacionales como PISA, TIMS y SERCE.

Ahora bien, la literatura nos ha dado respuestas detalladas para esta pregunta. Por un lado tenemos, ya resultados sobre el impacto causal del uso de computadores en colegios colombianos sobre el logro escolar medido con pruebas Saber. Específicamente Barrera y Linden (2009) y Rodríguez, Sánchez y Armenta (2011) abordaron este tema con resultados discutidos en los objetivos 5 y 8.

Por otro, para el caso de las pruebas PISA tenemos resultados de Fuchs y Woessman (2004), Notten y Kraaykamp (2009), Luu y Freeman (2011), Kubatko y Vlckova (2010), Wittwer y Senkbeil (2008) y Spezia (2010). Todos estos trabajos excepto Wittwer y Senkbeil (2008) encuentran una relación positiva entre la frecuencia de uso de computadores en el colegio y los resultados en pruebas PISA de distintos años. Sin embargo, sólo uno de estos trabajos (Spezia, 2010) usa técnicas apropiadas para encontrar relaciones causales.

Objetivo 8. Identificar las principales características de los programas exitosos en el mejoramiento de la calidad educativa a través del uso de las TIC.

La literatura reseñada en el objetivo 5 muestra que las evaluaciones de programas para llevar computador a los colegios han tenido resultados mixtos (Banerjee et al. 2005; Barrera y

Linden, 2009; Lai et al. 2011; Melo et al. 2013; Linden, 2008; Tan y Lassibille, 1999; Rodríguez, Sánchez y Márquez, 2011). Sin embargo, un examen más minucioso de esta literatura muestra algunas condiciones bajo las que los resultados pueden ser positivos.¹

Primero, los resultados de estos programas son positivos cuando el computador se introduce como complemento y no como sustituto del profesor (Machin et al., 2007; Rodríguez et al. 2011). Esto tiene implicaciones muy importantes pues indica que la introducción de computadores en el aula de clase, debe estar acompañada de estrategias para que mejorar la labor del docente y no para remplazarlo. Este resultado es apoyado por otros trabajos como Guo (2006).

Segundo, es posible que algunos de estos programas hayan mostrado resultados no significativos porque el tiempo de exposición al programa cambia la relación de los mismos con el aprendizaje (Goolsbee y Guryan, 2005). Dos trabajos de los reseñados merecen especial atención porque señalan este efecto posible. Además de esto las dos investigaciones evaluaron el mismo programa desarrollado en Colombia. Barrera y Linden (2009) y Rodríguez, Sánchez y Márquez (2011), evalúan el programa Computadores para Educar. Los dos trabajos muestran resultados contrarios. Mientras Barrera y Linden (2009) no encuentran efecto significativo del programa, Rodríguez, Sánchez y Márquez (2011) encuentran un efecto positivo y significativo. Los dos trabajos comparten, además del país, que analizan los efectos del mismo programa en la misma muestra de colegios. La explicación más probable de esta diferencia, es que los efectos sobre el aprendizaje de los estudiantes de un programa para llevar computadores al aula de clase pueden tardar tiempo en reflejarse, puesto que puede tomar algún tiempo que los docentes se apropien de las tecnologías.

Un reporte muy reciente preparado para la Comunidad Europea resume los principales factores que se deben incluir en el diseño de programas de TIC en colegios para que estos tengan impacto en el aprendizaje estudiantil. (WASTIAU et al., 2013) implementa una encuesta en instituciones educativas de la Comunidad Europea para encontrar los factores

¹ Nuestra revisión se concentra en aspectos de política educativa que pueda ser relevante para el caso colombiano. Por esto no estamos teniendo en cuenta otras dimensiones muy importantes como las culturales, las políticas y las históricas. Existen estudios de caso que muestran como estos factores pueden ser importantes, por ejemplo Austin y Hunter (2013) estudian los casos de Canadá, Irlanda del Norte e Irlanda. Las especificidades de estos casos hacen que sus conclusiones no puedan ser extrapoladas para el caso colombiano.

asociados al éxito en el uso de TIC en colegios. El estudio argumenta que tres factores deben ser considerados: **equipamiento de las instituciones educativas, calidad del uso de las TIC en las instituciones educativas y desarrollo de actividades por y para docentes y estudiantes basadas en el aprendizaje**. Respecto del **equipamiento**, la investigación muestra que una escuela está equipada de forma adecuada si tiene equipos de nivel relativamente alto, un número adecuado de computadores, banda ancha rápida y alta conectividad (sitio web, correo electrónico, un entorno virtual de aprendizaje y red de área local). El estudio es útil porque permite conocer las tendencias en el uso de TIC en la Comisión Europea pero no tiene una estrategia sólida que permita entender los niveles adecuados de cada una de éstos elementos que se asocian a los niveles de aprendizaje de los estudiantes. Sin embargo, identifica como principales características de un programa exitoso:

1. Uso e infraestructura TIC

- 1.1. Se debe asegurar el acceso a terminales, con una medición y acompañamiento sobre su uso.
- 1.2. Hay que generar un trabajo conjunto a nivel local, regional y nacional. Es decir, los rectores, las secretarías de educación y el gobierno deben trabajar en equipo para lograr el acceso a las TIC y un uso adecuado por parte de los docentes.

2. Actividades de aprendizaje basadas en TIC y confianza en competencia digital

- 2.1. Fomentar las oportunidades de aprendizaje en el aula basadas en TIC.
- 2.2. Realizar el desarrollo profesional de los docentes, integrado a la práctica del aula. El ideal es que el profesor pueda tener un acompañamiento con propósitos formativos durante el ejercicio de sus actividades de enseñanza.
- 2.3. Involucra y empoderar a los rectores. El rector juega un papel fundamental para el cumplimiento de estas estrategias. Dentro de las actividades que el rector puede liderar para que un programa sea exitoso están: la planeación del programa de desarrollo profesional en TIC, promover comunidades de aprendizaje y facilitar espacios a los docentes para que compartan sus prácticas pedagógicas centradas

en TIC. Así mismo, se identifica que es de vital importancia involucrar al Coordinador Académico².

De las investigaciones mencionadas anteriormente, se encuentran que los siguientes proyectos fueron identificados como exitosos:

Tabla 1. Programas y/o intervenciones exitosas

	Programa/intervención	Autores
1	Computer-Assisted Learning Vadodara-India (4° grado)	Banerjee et al. 2005
2	Computer-Assisted Learning Beijing-China	Lai et al. 2011
3	Gyan Shala CAL Program India ³	Linden, 2009
4	Influencia de las TIC en resultados de lectura, Matemáticas y Ciencias a partir de datos de pruebas internacionales	Skryabin et al., 2015
5	Análisis de las actividades de enseñanza-aprendizaje con TIC en las aulas chilenas	Hinostroza et al., 2011
6	Estudio comparativo sobre las políticas en educación y prácticas con TIC tanto en Chile como en Sur África	Blignaut et al., 2010

Como se indicó en párrafos anteriores, dentro de las características que permiten que algunos de estos programas sean exitosos, se encuentra en el método de implementación (Linden, 2009). Uno de los formatos de implementación que se ha identificado como positivo es cuando los computadores complementan la labor del docente (Machin et al., 2007; Rodríguez et al. 2011). Esta primera característica indica, que el uso de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje, deben hacer parte de los currículos de enseñanza, de la planeación de clases y su uso debe ser estructurado en contextos no formales de aprendizaje.

Dentro de los hallazgos de un estudio reciente publicado por Skryabin, Zhang, Liu & Zhang (2015) a partir de bases de datos de las pruebas y bases internacionales⁴ se

² Aunque el estudio menciona la creación de un cargo para coordinador de TIC. Se considera que teniendo en cuenta la realidad del país y la organización interna de las, IEs este rol puede ser inicialmente asumido por el Coordinador Académico.

³ Esta investigación identifica que el programa es exitoso dependiendo del método de implementación. El formato que es exitoso es cuando los computadores son utilizados como complemento del proceso educativo, por fuera de la jornada escolar (Linden, 2009).

⁴ Pruebas: TIMMS 2011, PIRLS 2011 y PISA 2012 / Bases: Unión Internacional de Telecomunicaciones y Banco Mundial.

encontró que el nivel nacional de desarrollo en TIC⁵ (cuando el PIB se controlaba) es “un predictor positivo y significativo del desempeño académico individual” (Skryabin et al., 2015, p. 49) en las materias de Lectura, Matemáticas y Ciencias de estudiantes de cuarto y octavo grado⁶. Es decir, que a mayor nivel de desarrollo en TIC, los alumnos obtenían puntajes más altos. Esta investigación refuerza la necesidad de crear políticas públicas a largo plazo y de impulsar amplios niveles de implementación de programas de TIC en cada país. Adicionalmente, dependiendo del uso, se encontraron influencias diferentes de las TIC en las tres materias de todos los individuos. Lo anterior abre posibilidades de indagación hacia la necesidad de investigar la conexión entre uso y campo disciplinar.

Así mismo, el estudio Blignaut et al., 2010, identifica las diferencias que se dan en términos de acceso y apropiación entre Sur África y Chile, a partir de la implementación de políticas y programas en TIC. Reconociendo que la duración del programa (Chile inició sus proyectos educativos con TIC 15 años antes que Sur África), genera una diferencia en diferentes aspectos como disponibilidad de infraestructura y a la vez, en la aplicación de prácticas de enseñanza-aprendizaje consistentes con el uso de TIC. Este estudio reconoce además, que “a pesar de las difíciles condiciones de enseñanza-aprendizaje en países en vía de desarrollo, las TIC y su rol en la educación no pueden ser ignorados” (Blignaut, Hinostroza, Els & Brun, 2010, p. 1562). Por último, el estudio de Hinostroza, Labbé, Brun y Matamala (2011) sobre el uso de las TIC en las aulas chilenas, presenta diferencias en cuanto a la frecuencia de actividades con TIC en el aula. Una de las propuestas de que proponen los autores, es caracterizar tanto las actividades en las que se usan como en las que no se involucra las TIC para identificar oportunidades de mejora y fortalezas. Por ejemplo, una de las actividades en las que no se utilizan las TIC es en los procesos de evaluación. Destacan además, que las TIC generan procesos de aula centrados en el estudiante (Hinostroza et al., 2011).

El mensaje de los trabajos anteriores es reforzado por una serie de trabajos cualitativos en donde usando diversos métodos indagan por el rol de las actitudes de los docentes frente

⁵ “Se puede explicar por la brecha digital y la de logro escolar” (Skryabin et al., 2015, p. 57).

⁶ Hay diferencias entre los dos cursos en cuanto al nivel de dispersión.

a la utilidad de los computadores en la enseñanza (ver por ejemplo Montrieux et al., 2014; Vargas, 2014; Cardona, Fandiño y Galindo, 2014). En general estos trabajos sugieren que una **actitud de los docentes favorable al uso de los computadores en la enseñanza** es importante para asegurar la efectividad de estas estrategias.

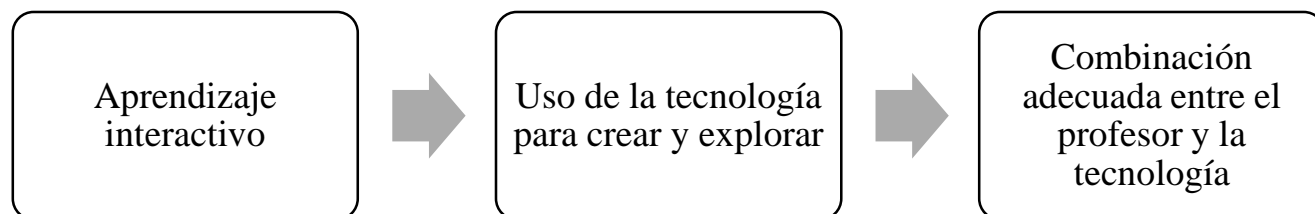
Objetivo 9. Identificar y caracterizar el estado actual y tendencias de las políticas, proyectos y modelos educativos que contemplen la educación mediada por diferentes tipos de terminales TIC (pc, tabletas, smart phones, etc) a nivel internacional, a través de comparativos entre estrategias de Acceso, Apropiación y Aprovechamiento tecnológico como CPE frente a otras iniciativas similares en otros países.

Los procesos de aprendizaje en contextos o ambientes mediados por la tecnología, cada día asumen una mayor relevancia. En la actualidad, la investigación está enfocada hacia la interacción y los procesos asociados con las terminales TIC. Con relación a la estrategia de acceso, se resalta la importancia de que cada alumno tenga la posibilidad de tener su propia terminal (Darling-Hammond, Zieleszinski, & Goldman, 2014), la infraestructura tecnológica asociada con los dispositivos como banda ancha y servidores (Darling-Hammond et al., 2014; ver ConnectED initiative - <http://www.ed.gov/connected>) y sobretodo, una infraestructura digital apropiada (Thigpen, 2014). Es decir, que aunque se reconoce la importancia del acceso a los recursos, es fundamental que la interacción con estos

dispositivos esté ligada a un sistema educativo holístico; al uso que se les dan en la planeación y aplicación del proceso de enseñanza aprendizaje.

Esta tendencia va de la mano con la estrategia de Apropiación de CPE. Se reconoce que para una adecuada interacción entre herramientas tecnológicas y procesos de enseñanza-aprendizaje es necesaria la apropiación e interacción de las siguientes variables:

Figura 2. Variables de éxito en el aprendizaje de nuevas habilidades



Fuente: Tomado de Darling-Hammond et al., 2014, p. 6.

De acuerdo con la Figura 2, los procesos de enseñanza y aprendizaje con las TIC deben facilitar la interacción con los contenidos desde diferentes formas y perspectivas, y un intercambio con los pares a través del trabajo colaborativo tanto presencial como virtual. La mediación del aprendizaje a través de la tecnología, debe promover la indagación y una actitud creativa en los estudiantes. Facilitar actividades para proponer, plantear, experimentar (Hung et al., 2012), así como la mejora de características individuales través de procesos de retroalimentación (Pellas, 2014). Finalmente, es fundamental que el profesor a través de reflexiones individuales y en comunidades de aprendizaje con otros docentes, identifique las mejores formas de conectar su labor con la tecnología. En donde es

determinante el uso y la pertinencia de los contenidos con los objetivos de aprendizaje. Aunque se considera que la estrategia de Aprovechamiento, es fundamental dentro del sistema de interacción con TIC. No se encontró literatura relevante al respecto.

▪ Modelos educativos

Antes de exponer algunos de los modelos educativos mediados por TIC, es pertinente aclarar que según Rogers y Twidle (2013) las TIC tienen dos características que se deben tener presentes:

- a) Versatilidad total: ha permeado diferentes disciplinas y son la base de un sinnúmero de aplicaciones.
- b) Están en permanente cambio.

A continuación, se exponen algunos de los modelos educativos vigentes. Es importante aclarar, que debido a las características expuestas anteriormente, éstos modelos están en permanente cambio, renovación y adaptación.

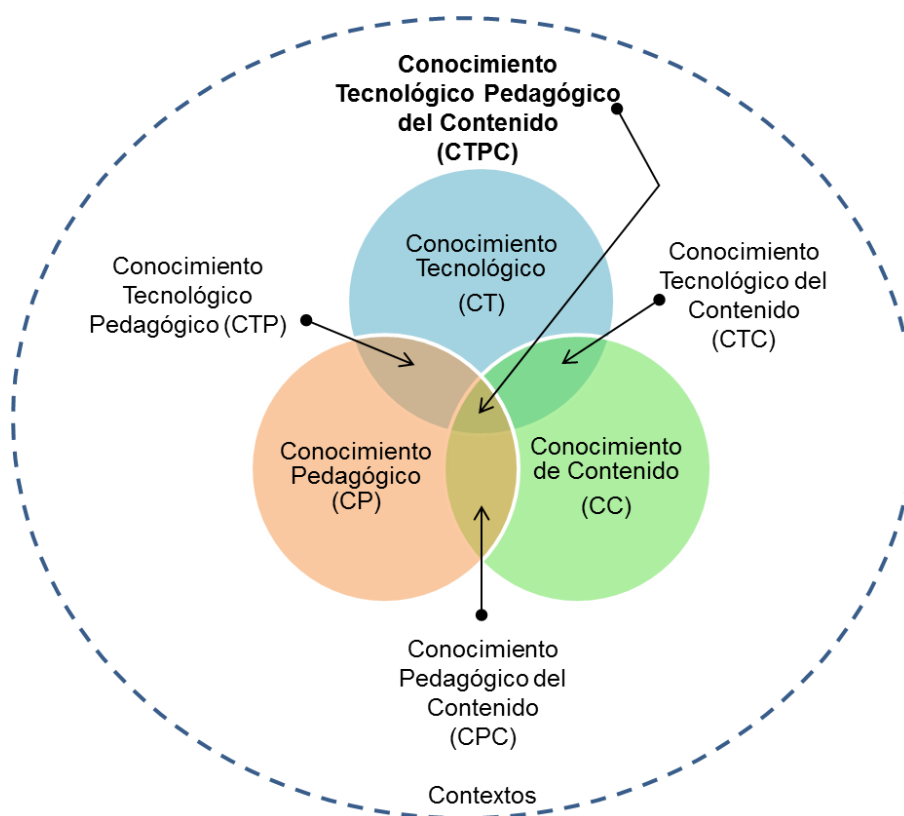
1. Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido⁷

Este modelo se apoya en la propuesta de Conocimiento Pedagógico del Contenido (Schulman, 1983), en el que establece que los profesores deben dominar tanto los

⁷ Recuperado de <http://www.tpck.org/>

conocimientos de la disciplina como la pedagogía de enseñanza del área. Teniendo como base el CPC (PCK en inglés) y la necesidad de generar un modelo que involucre las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje, Mishra y Koehler (2006) proponen el CTPC (TPACK en inglés). Este es un modelo que además de legitimar el conocimiento tanto pedagógico como de contenido, incluye el tecnológico. Como se puede observar en la Figura 3, todos los tipos de conocimiento están interconectados de manera holística, haciendo evidente que no solo se requiere de una implementación adecuada de la tecnología a nivel pedagógico, sino que además su uso debe ser pertinente con los contenidos que se van a enseñar. Finalmente, es una propuesta que resalta la naturaleza situada del aprendizaje. Es decir, que no existe una interacción estandarizada entre los componentes, sino que la cantidad e intensidad están hechas a la medida de cada contexto, adaptándose a sus características y necesidades

Figura 3. Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido

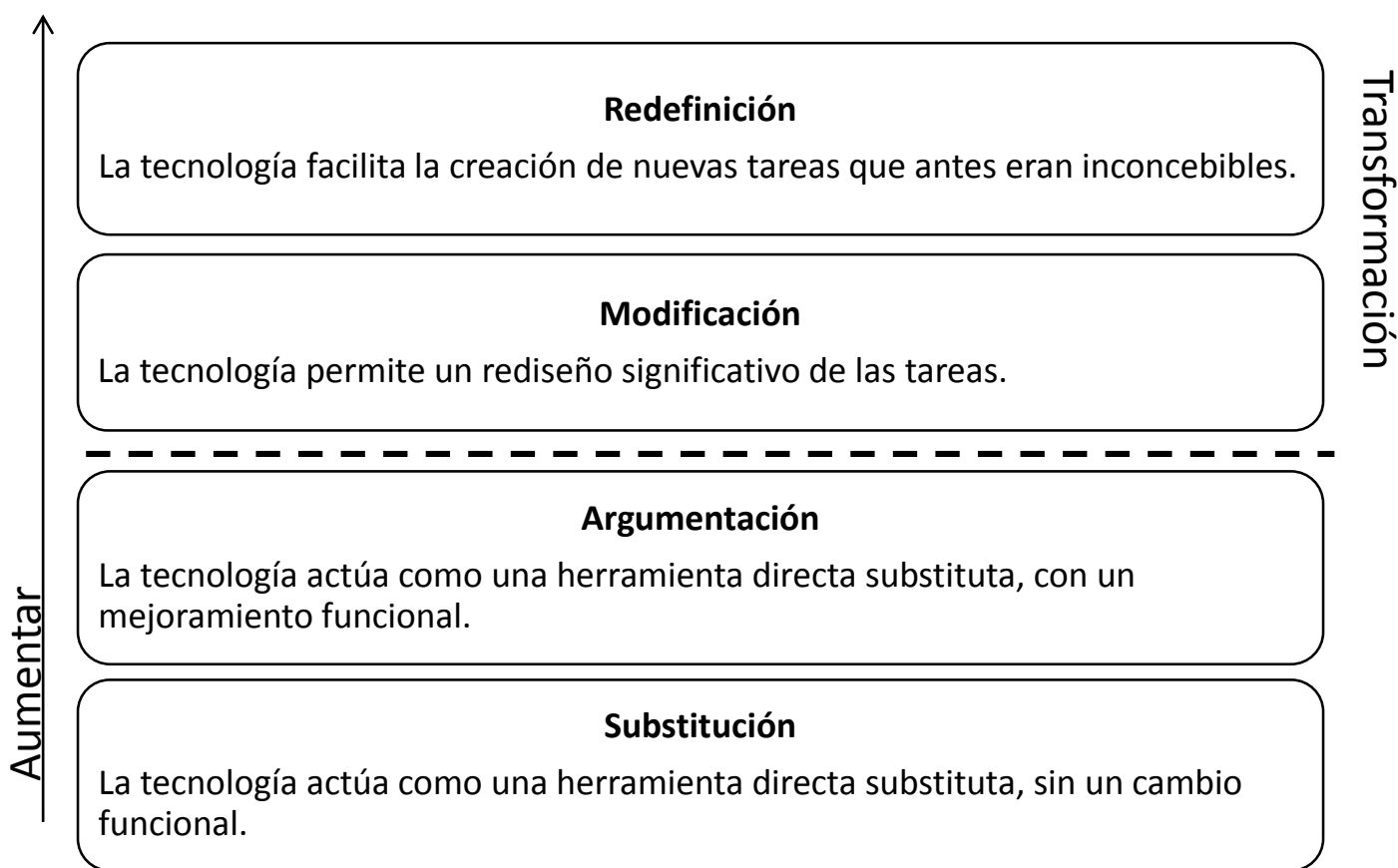


Tomado de Koehler & Mishra, 2009, p. 63. Traducido a español.

2. SAMR (Substitución, Argumentación, Definición y Redefinición)

Un modelo de dos fases propuesto por Puentedura⁸ (2010), en el que se encuentran cuatro pasos para usar, evaluar y seleccionar la implementación de la tecnología en el aula de clase.

Figura 4. Modelo SAMR



El SAMR, contribuye a hacer evidente la necesidad de llevar el uso de la tecnología a un proceso de redefinición de los procesos de enseñanza-aprendizaje, que se construyen en el aula de clase.

⁸ Recuperado de hippasus.com/blog/

3. TIM (Matriz de Integración de la Tecnología)⁹

Esta matriz incorpora características interconectadas para ambientes de aprendizaje significativos: activo, constructivo, orientado al logro, auténtico y colaborativo (Jonassen, Howland, Moore, & Marra, 2003 en <http://fcit.usf.edu/matrix/matrix.php>), con los niveles de integración de tecnología. Demostrando las diferentes maneras en que los docentes pueden usar la tecnología para promover el aprendizaje en los educandos.

⁹ Recuperado de <http://fcit.usf.edu/matrix/matrix.php>

Tabla 2. Matriz de Integración de la Tecnología¹⁰

	Entrada El docente empieza a utilizar herramientas tecnológicas para apoyar los procesos de enseñanza.	Adopción El profesor guía a los estudiantes en el uso convencional y procedimental de herramientas tecnológicas	Adaptación El maestro facilita espacios de exploración y uso independiente.	Infusión El docente provee el contexto de aprendizaje y los alumnos seleccionan las herramientas tecnológicas para alcanzar los resultados.	Transformación El profesor promueve un uso innovador de herramientas tecnológicas. Estas herramientas son utilizadas para promover aprendizajes de alto orden que no hubieran sido posibles de realizar sin la tecnología.
Activo Los estudiantes se involucran activamente usando la tecnología como un instrumento y no como un mecanismo para recibir información.					
Colaborativo Los alumnos usan las herramientas tecnológicas para interactuar con otros, en vez de trabajar de manera individual todo el tiempo.					
Constructivo Los estudiantes usan las herramientas tecnológicas para conectar nueva información con los aprendizajes previos.					
Auténtico Los alumnos usan la tecnología para conectar las actividades de aprendizaje con el mundo que está por fuera de las aulas de clase, eliminando tareas descontextualizadas.					
Enfocado al logro Los estudiantes utilizan las herramientas tecnológicas no para completar tareas sin reflexión, sino para establecer metas, planear actividades, monitorear el progreso y evaluar resultados.					

¹⁰ Recuperado de <http://fcit.usf.edu/matrix/matrix.php> Traducido al Español. Para conocer información sobre cada una de las celdas combinadas, visite <http://fcit.usf.edu/matrix/matrix.php>

▪ Políticas públicas:

Con respecto a las políticas recientes sobre el uso de TIC, se identifica que hay una ausencia generalizada en la región de políticas públicas relacionadas con las TIC. Los desafíos que están presentes actualmente en la interacción con las TIC y que deben ser abordados por las políticas públicas son:

Tabla 3. Desafíos que deben abordar las políticas públicas en TIC

Desafío	Caracterización del desafío
1. Ampliación del acceso	1.1. Recursos tecnológicos disponibles
	1.2. Densidad informática (tasa de estudiantes por computador).
2. Capacitación de los docentes	2.1. Tipo de capacitación
	2.2. Alcance
3. Integración de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje	3.1. Estándares nacionales alineados con el uso y la apropiación de TIC
	3.2. Mediación pedagógica del docente
	3.3. Recursos informáticos apropiados
4. Incorporación de las TIC en procesos de enseñanza-aprendizaje	4.1. Apropiación de las TIC en las prácticas de aula
	4.2. Uso efectivo
5. Generar información para hacerle seguimiento al proceso	5.1. Generar un banco de información regular y representativa

*La mayoría del contenido de esta tabla proviene de Sunkel, 2009, p. 41-49.

En un marco global, se encuentra una tendencia hacia la creación de lineamientos de educación inclusiva mediante las TIC. Estas políticas le apuntan a dos objetivos principales, por un lado, aprovechar el potencial que tienen las TIC para poder generar un mejor acompañamiento de los procesos de aprendizaje de las personas en discapacidad y por otro,

generar conciencia en los diseñadores de las herramientas y estrategias que permiten la apropiación de las TIC, para que tengan presentes las necesidades de las personas en discapacidad. Para lograr el primer objetivo, se requiere incluir dentro de los procesos de capacitación a los docentes módulos sobre personas que se encuentran en una condición de discapacidad (ver UNESCO 2014, 2012).

En la tabla que se presenta a continuación, se desarrolla la caracterización de políticas de educación y TIC de dos países.

Tabla 4. Caracterización de políticas de educación y TIC

SINGAPUR	URUGUAY
<p>Sus políticas públicas sobre el uso y articulación de las TIC, se encuentran recopiladas en el Plan Maestro de Educación en TIC. Están diseñados para un período de cinco años desde 1997. (#1: 1997-2002, #2: 2003-2008 y #3: 2009-2014).</p> <p>Las directrices principales del tercer plan, están enfocadas en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer las competencias de un aprendizaje auto-dirigido en los estudiantes. • Diseñar experiencias de aprendizaje que se adapten a la forma en que cada estudiante aprende mejor. • Motivar a los estudiantes para profundizar y avanzar en su aprendizaje. • Ser capaces de aprender en cualquier parte. <p>Tomado de UNESCO, 2011, p. 39</p>	<p>El desarrollo de las políticas públicas de Uruguay, relacionadas con TIC se ven evidenciadas en el Plan Ceibal. Así mismo, hay dos documentos que hacen evidente el compromiso del país frente a este tema el ADU (Agenda Digital de Uruguay) y el PENCTI (Plan Estratégico Nacional en Ciencia, Tecnología e Innovación – Decreto 25 de Febrero 2010).</p> <p>La información que se presenta a continuación, fue tomada de la Agenda Digital de Uruguay 2011-2015 (ADU11-15).</p> <p>Líneas estratégicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Equidad e inclusión social • Participación ciudadana • Transformación del estado • Impulso a la educación • Innovación y generación de conocimiento • Integración territorial • Inserción Internacional

	<p>Áreas de Acción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acceso: “Conectividad para la inclusión” • Educación y Cultura: “Construyendo capacidades para el futuro” • Gobierno electrónico: “una administración pública moderna al servicio del ciudadano” • Desarrollo productivo: “Agregando valor a la cadena productiva nacional” • Salud: “TIC para la mejora de la calidad de los servicios médicos” • Medio Ambiente: “Uso responsable de las TIC” <p>Objetivos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Internet para todos 2. TIC para la educación 3. Educación en TIC 4. Habilidades para una Ciudadanía Digital 12. Promover el desarrollo de las industrias de software y contenidos digitales 15. Uso responsable de las TIC para el cuidado del medio ambiente
--	--

Información tomada de UNESCO, 2011 y AGESIC, 2011.

Para finalizar el tema de políticas públicas, vale la pena mencionar que se ha identificado la necesidad de promover políticas que fomenten la calidad del uso de las TIC. Para poder articular dichas políticas, se requiere caracterizar “las buenas prácticas de enseñanza basadas en TIC” (Hinostroza et al., 2011, p. 1367).

Así mismo, se analizaron las estrategias de Acceso, Apropiación y Aprovechamiento tecnológico con iniciativas similares a CPE de otros países. En la tabla que se presenta a continuación se hace una breve descripción de cada una de las estrategias por programa y al final se presenta el análisis general.

	Tipo de terminal	ACCESO	APROPIACIÓN	APROVECHAMIENTO
Plan Ceibal ¹¹ Uruguay	Computadores	Equipos Ceibal Entrega de equipos Seguimiento de casos Asistente de reparaciones	Ofrecen las siguientes herramientas tanto para docentes como estudiantes. Crea 2: herramienta para la gestión de clases virtual. PAM: Plataforma Adaptativa de Matemática Biblioteca digital: biblioteca Ceibal Edu: textos inteligentes adaptados al plan de estudios de Uruguay	NA
Enlaces Chile ¹²	Computadores	149.981 computadores de escritorio entregados 43.354 notebooks	Se enfoca en la apropiación de la tecnología para: -Reducir la brecha digital en profesores. -Generar un cambio de percepción sobre el rol de las TIC. -Desarrollar competencias esenciales del siglo XXI.	NA
Fundación Chilenter ¹³	Computadores			Se enmarca dentro de las cuatro R: Reutilización, Reciclaje, Reducción y Responsabilidad. Ha procesado 971,3 toneladas de residuos

¹¹ <http://www.ceibal.edu.uy/#institucional>

¹² <http://www.enlaces.cl/index.php?t=44&i=2&cc=1883&tm=2>

¹³ <http://www.chilenter.com/como-reciclamos/>

				electrónicos.
Computers for Schools (CFS) ¹⁴	Computadores	Entre 1993 y 2011 ha entregado un total de 1'092.063 computadores. Esta estrategia de acceso se ha enfocado en colegios, organizaciones sin ánimo de lucro, bibliotecas y otras (en esta categoría se incluyen principalmente grupos minoritarios).	NA	Se enfoca en el reacondicionamiento de equipos. En la evaluación del año 2012, se indica que es más económico reacondicionar un equipo que reciclarlo ¹⁵ . Para el desarrollo de esta estrategia se le da la oportunidad de empleo a estudiantes y recién graduados de programas relacionados con Tecnología.
One Tablet PC Per Child Tailandia	Tablets	Se adquirieron 900.000 tabletas de las cuales 868.866 se entregaron a niños de primero de primaria ¹⁶ .		
FATIH ¹⁷ "Movement of Enhancing Opportunities and Improving Technology" Turquía	Tablets Tableros interactivos LCD	Facilitar equipos y software a 42.000 IE y 570.000 aulas de clase.	Proveer contenidos educativos en línea y manuales sobre su uso. Entrenamiento de profesores tanto en formación como a los que están enseñando.	

Como se muestra en la tabla x, los programas de Chile y Uruguay tienen iniciativas similares a las de Colombia. Sin embargo, la iniciativa uruguaya no incluye la estrategia de aprovechamiento. Con relación al caso chileno, se identifica que desarrolla las tres estrategias a través de dos organizaciones diferentes. Se incluye además, el programa

14 <http://www.ic.gc.ca/eic/site/ae-ve.nsf/eng/03512.html#pS>

15 Computers for Classrooms, A Comparison of Reuse Versus Recycling, March 2008. The factors included in the calculation of replacement cost savings includes: energy savings, greenhouse gas reductions, solid waste reduction, primary material savings, hazardous waste reduction, toxic material reduction (including mercury and non-mercury), air emissions, water emissions. Citado en <http://www.ic.gc.ca/eic/site/ae-ve.nsf/eng/03515.html#footnote34> (Diciembre de 2014).

16 Recuperado de <http://www.itu.int/ITU-D/sis/newslog/2013/01/18/OneTabletPerChildPolicySteppingUpEducationReformInThailand.aspx>

17 Recuperado de <http://fatihprojesi.meb.gov.tr/tr/english.php>

Computers for Schools, que tiene amplia experiencia en las estrategias de acceso y aprovechamiento. Así mismo, hay programas como el de Tailandia y Turquía, que están enfocados principalmente en la distribución de tabletas. Vale la pena resaltar, que el programa de Turquía incluye un componente de formación a los docentes y una estrategia alrededor de ofrecer aulas digitales, más allá del equipo. Estas estrategias, permiten observar que el programa CPE ha logrado involucrar las tres estrategias bajo una misma plataforma. A la vez, se evidencia que CPE es un programa que está logrando combinar la distribución tanto de tabletas como de computadores. Vale la pena resaltar que se requieren mayores estudios con relación al uso y compra de terminales para los procesos de aula. Si bien, hay un auge de dispositivos electrónicos, es pertinente realizar evaluaciones sobre su articulación con las prácticas de enseñanza.

Objetivo 12. Definir las acciones y actividades que debe desarrollar CPE para encaminarse en el mismo sentido de las mejores prácticas en pedagogía, robótica educativa, gestión de residuos electrónicos, acceso a dispositivos y/o soluciones tecnológicas.

Este objetivo se desarrollará principalmente en el informe final cuando se tenga los resultados del análisis de evaluación de CPE. En los distintos objetivos de este informe se han desarrollado diferentes aspectos que se deben tener en cuenta para que los distintos componentes de CPE se encaminen en el sentido de las mejores prácticas. Sobre esto el objetivo 8 elaboró sobre la importancia de la formación docente para el éxito de programas que llevan computadores a los colegios. El objetivo 6 también elaboró sobre la importancia de un equipamiento adecuado.

Un estudio particularmente útil en este objetivo es Wastiau et al. (2013). Los autores presentan una revisión de los avances en la agenda digital propuesta en la Unión Europea (Digital Agenda for Europe y EU 2020 goals). En conjunto, European Schollnet y la universidad de Lieja (Departamento de Educación) llevaron a cabo la revisión propuesta, la cual se aplicó de manera virtual e incluyó a los estudiantes directamente. La revisión tuvo lugar entre enero de 2011 y noviembre de 2012, incluyendo la recolección de datos en el otoño de 2011. Se procesaron alrededor de 190000 respuestas otorgadas por estudiantes, profesores y rectores. Entre los principales resultados se encuentran: i.) Apoyar activamente en la capacitación de profesores para que puedan incorporar las nuevas tecnologías en sus procesos de enseñanza. ii.) Es necesario fortalecer las políticas de dotación y acceso a elementos de alta tecnología para mejorar la educación – laptops, tabletas, netbooks, etc. iii.) Estimular el uso de nuevas tecnologías en la educación debe hacerse a través de políticas de plantel educativo en general (es decir, no aplicable a ciertos niveles o cursos sino a todo el colegio en general). iv.) Desarrollar actividades educativas que estimulen el uso de nuevas tecnologías durante las horas de clase y de estadía en el colegio, sin importar si el estudiante posee o no las herramientas para hacerlo por fuera del plantel educativo. v.) Finalmente, se debe garantizar el acceso a nuevas tecnologías a aquellos estudiantes que en sus casas no tienen los recursos o capacidades para acceder a ellas.

Para el caso de la Robótica por ser un área de tan reciente desarrollo no son aún claras las recomendaciones pero la recomendación sobre la formación docente parece seguir vigente. El objetivo 32 también elabora sobre recomendaciones respecto del tipo de prototipos que deben ser considerados. Pero en la medida en que aún no hay resultados claros al respecto la recomendación más importante es adelantar proyectos piloto con esquemas de evaluación adecuados.

Objetivo 17. Identificar los indicadores de impacto y contrastarlos con los analizados en la evaluación de impacto desarrollada en 2010 por CPE, además de la equiparación de las cifras de Colombia con las de otros países de Sur América, y del mundo, en cuanto al avance en la reducción de la brecha digital y de apropiación de las TIC en ambientes educativos y su entorno.

Este objetivo está desarrollado parcialmente en la sección de Metodología. En esta sección nos limitamos a desarrollar los aspectos del objetivo que tienen que ver con revisión de literatura.

La brecha digital constituye una de las preocupaciones de política más importantes en la actualidad. La preocupación consiste en que la presencia de computadores y otros tipos de tecnologías, pueden empeorar las posibilidades de inserción de poblaciones particulares que no tienen una exposición adecuada a la tecnología y generar brechas importantes entre estas poblaciones y las que sí están expuestas a esas tecnologías. En principio la brecha se puede reflejar en distintos ámbitos incluyendo el laboral pero también otros como la participación política o la inserción social. De acuerdo con esto no sorprende que la introducción de TIC en el ámbito educativo sea considerada de forma cuidadosa como la principal estrategia para resolver esta brecha. Esto ha sido argumentado por trabajos como Autor, Katz y Krueger (1998) para Estados Unidos y Gamboa y Gutiérrez (2010) para algunos países de América Latina incluido Colombia.

Según OCDE (2001), la *brecha digital* o *digital divide* se define como «el desfase o división entre individuos, hogares, áreas económicas y geográficas con diferentes niveles socioeconómicos con relación tanto a sus oportunidades de acceso a las tecnologías de la información y la comunicación, como al uso de Internet para una amplia variedad de actividades».

La brecha digital que aparece entre los hogares depende principalmente de dos variables: el ingreso y la educación. Otras variables como el tamaño y el tipo del hogar, la edad, el género, la raza y la ubicación también juegan un papel importante. Las diferencias en el acceso a computadores e internet dado los ingresos de los hogares son muy grandes y crecientes.

De igual manera, la OCDE categoriza las políticas a nivel de gobierno que impactan en la reducción de la brecha digital de la siguiente manera:

1. Infraestructura de redes:

- ✓ Desarrollo de infraestructura
- ✓ Iniciativas regulatorias para aumentar la competencia en redes prestadoras de servicio.

2. Difusión a individuos y hogares:

- ✓ Acceso en escuelas.
- ✓ Acceso en otras instituciones públicas.

3. Educación y capacitación:

- ✓ Capacitación en escuelas.
- ✓ Capacitación vocacional.

4. Difusión a negocios:

- ✓ Apoyo a capacitación en TIC a pequeños negocios.
- ✓ Asistencia regional y áreas rurales.

5. Proyectos gubernamentales:

- ✓ Servicios gubernamentales en línea.
- ✓ Los gobiernos como usuarios modelo de las TIC.

6. Cooperación multilateral

Según Serrano y Martínez (2003), basado en el organismo de Bridges Network los criterios usados para medir las disparidades de las TIC son los siguientes:

Tabla 1. Medición de la brecha digital según Bridges Network

Criterios utilizados para medir la brecha digital	
Criterio	Descripción
Número de usuarios de computadores	¿Cuánta gente utiliza la tecnología en el país, región o localidad?
Infraestructura de comunicaciones	¿Qué redes de telecomunicaciones existen en el lugar? ¿Cuánta gente tiene acceso a PCs, teléfonos con acceso a internet y otros dispositivos portátiles? ¿Dónde están localizadas las PCs (casas, lugares de trabajo, centros de la comunidad...)?
Accesible en costo	¿Es la tecnología accesible en costo? ¿Para quién?
Capacitación	¿La gente sabe cómo utilizar la tecnología? ¿Es enseñada en escuelas? ¿Son accesibles en costo los programas de capacitación o entrenamiento?
Contenido relevante	¿Existe contenido en el idioma local y que cubra las necesidades e intereses inmediatos de la población?
Sector TIC	¿Qué tan grande es el sector local de las TIC y la integración de las TIC en las industrias locales en términos de trabajos y actividad económica?
Pobreza	¿Qué acciones existen para diseminar la utilización de las TIC en el analfabetismo, mortalidad infantil y calidad del agua?
Geografía, raza, edad, religión, género y debilidad física	¿Cómo el acceso y utilización de la tecnología es distribuida a través de líneas demográficas?

El Instituto de Estadística de la UNESCO, realizó una encuesta de recolección de datos estadísticos impulsada por la demanda en América Latina y el Caribe (2010/2011). La encuesta regional fue completada por 38 países y territorios de un total previsto de 41, alcanzando una tasa de respuesta del 93%. El cuestionario levantó datos sobre las siguientes áreas: a) políticas y el programa de estudio; b) integración de las TIC en las escuelas; c) matrícula en programas que usan TIC; y d) docentes y las TIC.

A continuación se describen algunas estadísticas sobre el acceso a la electricidad y a computadores, que se consideran como criterios de infraestructura y acceso para medir la brecha digital:

- ***Proporción de establecimientos educativos que cuentan con electricidad (2010):***

Todas las escuelas primarias y secundarias del Caribe cuentan con electricidad. La excepción la constituye la República Dominicana donde menos de la mitad de las escuelas primarias y secundarias (43% y 34%, respectivamente) cuentan con las instalaciones eléctricas necesarias para apoyar la integración de las TIC. Por lo tanto, la gran mayoría de los países caribeños, están en condiciones de promover la integración de estas tecnologías lo que también significa que la ausencia de TIC en algunas escuelas no puede atribuirse a la falta de electricidad. En Uruguay, país que ha estado a la vanguardia del movimiento de integración de las TIC a la educación, el 96% de las escuelas primarias y el 100% de las escuelas secundarias disponen de electricidad.

En otros países sudamericanos y centroamericanos la situación es diferente ya que muchas escuelas no disponen de un suministro básico de electricidad. En Colombia, el 82% de las escuelas están dotadas con energía eléctrica. Menos del 80% de las escuelas primarias de Ecuador, Guyana, Panamá y Venezuela cuentan con servicio eléctrico. En Nicaragua, una minoría (24%) de las escuelas primarias está dotada con electricidad. Sin embargo, en países donde no todas las escuelas disponen de acceso a fuentes de energía eléctrica, la probabilidad de contar con electricidad favorece a las escuelas secundarias. Por ejemplo, en Nicaragua, la probabilidad de que una escuela esté conectada a la electricidad es 2,8 veces más alta para escuelas secundarias (68%) que para escuelas primarias (24%).

- ***Tasa de alumnos por computador en educación primaria y secundaria (2010):***

En los 25 países que reportan datos, la disponibilidad de recursos computacionales es muy escasa en la República Dominicana, donde un promedio de 122 alumnos de educación primaria y secundaria comparten una sola computadora (122/1). Los alumnos de primaria también tienen poco acceso a computadoras en Nicaragua (74/1), Granada (58/1) y Paraguay (54/1). En Granada, la baja disponibilidad de computadoras puede

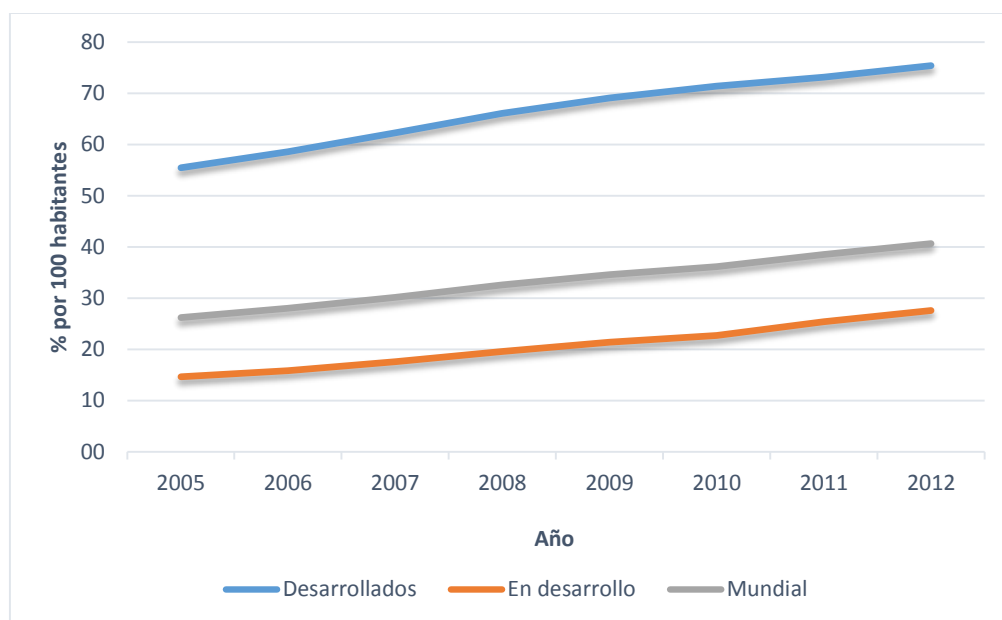
atribuirse a factores ajenos a la falta de infraestructura básica ya que el 100% de las escuelas primarias dispone de fuentes confiables de electricidad.

Por un lado, en Colombia un promedio de 12 niños comparten una computadora en niveles de primaria y secundaria (12/1). Por otra parte, en Uruguay cada niño tiene su propia computadora (1/1), gracias a su política nacional – a través del Plan Ceibal- de proporcionar a todos los alumnos y docentes una computadora portátil sin costo. Esta meta se logró en el 2009 y se encuentra estrechamente vinculada al proyecto *Una Computadora por Niño* que utiliza computadoras XO de bajo costo, diseñadas específicamente para niños de países en desarrollo.

En la mayoría de los países, los valores de la ratio son inferiores para la educación secundaria, hecho que sugiere que el desarrollo de la infraestructura computacional ha privilegiado este nivel. En Trinidad y Tobago el valor de la ratio de educación secundaria (4/1) es aproximadamente cinco veces más bajo que el de educación primaria (24/1), en Argentina es cuatro veces más bajo (9/1 comparado a 42/1) y en San Vicente y las Granadinas tres veces más bajo (12/1 comparado a 38/1), valores que sugieren la existencia de mayores oportunidades para acceder a computadoras y una mejor calidad general de la enseñanza asistida por TIC en el nivel secundario. En Cuba prácticamente no se observan diferencias entre el nivel primario (28/1) y secundario (27/1), hecho que indicaría que la planificación nacional ha adoptado un enfoque más equitativo hacia la integración de computadoras a escuelas primarias y secundarias. No obstante, y pese al enfoque más equitativo de este país, una sola computadora es compartida por al menos 27 estudiantes lo cual significa que el acceso general es relativamente bajo y plantea interrogantes acerca de la calidad de la instrucción.

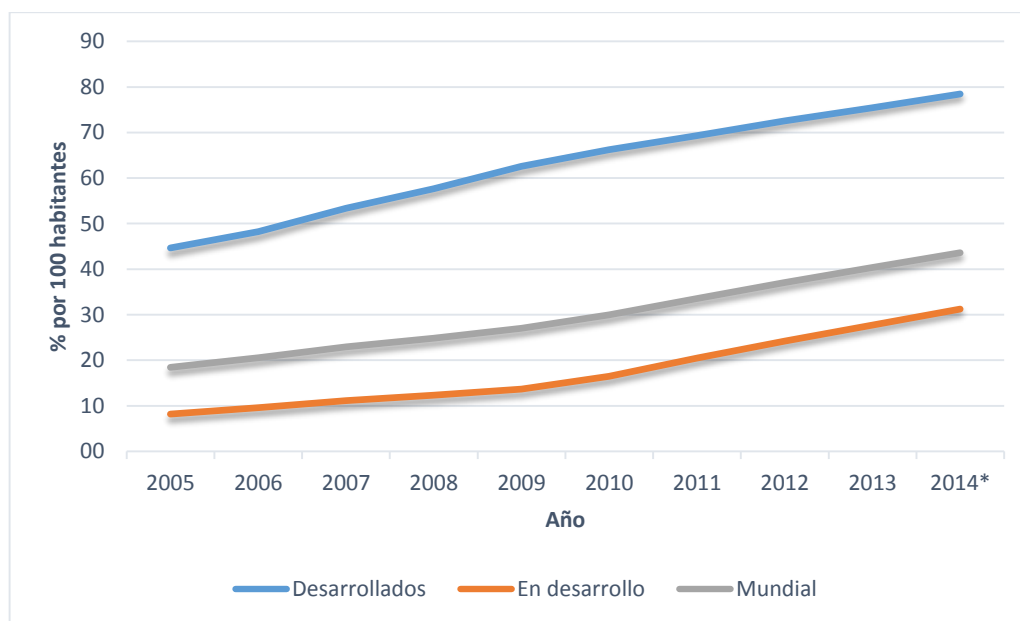
Una última contribución que permite tener cifras comparativas sobre la brecha digital es la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Esta organización muestra las cifras de todos los países en cuanto a: suscriptores de telefonía fija, telefonía móvil, banda ancha, porcentaje de individuos que usan internet, hogares con un computador, hogares con acceso a internet en el hogar, individuos que usan internet.

Figura 3. Hogares con un computador



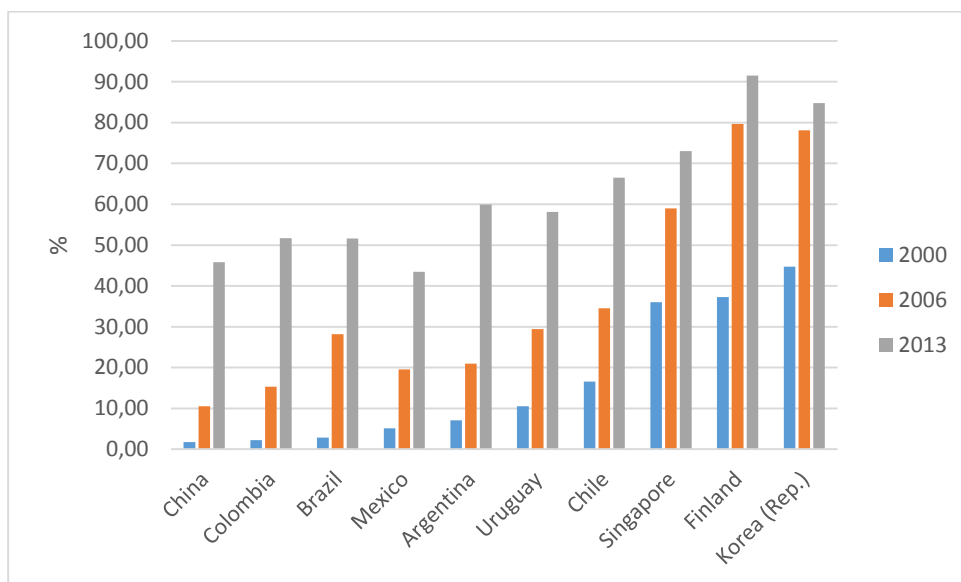
Fuente: Cálculos propios basados en datos de la UIT.

Figura 4. Hogares con acceso a internet en casa



Fuente: Cálculos propios basados en datos de la UIT.

Figura 5. Individuos que usan Internet



Fuente: Cálculos propios basados en datos de la UIT.

Desafortunadamente no existen muchos estudios que midan el impacto de programas como CPE en la brecha digital. El único que encontramos es Mo et al. (2012), para ello estudian el impacto del programa *One Laptop per Child* en la población que migra a Beijing. La medición de brecha digital usada es la diferencia entre estudiantes ricos y pobres en habilidades para usar el computador. Los autores muestran que el programa ha reducido la brecha en la medida en que los aumentos en las habilidades para usar el computador son mayores para los estudiantes pobres. Debido a las diferencias que existen en los programas de implementación, no es posible establecer un indicador de impacto estandarizado. Aunque hay investigaciones que ha intentado usar información sobre varios países desde una misma fuente como la prueba Pisa (Erdogdu / Erdogdu, 2015), se identifica al mismo tiempo la importancia de una recolección de información en un nivel local, es decir con los diferentes actores de una misma comunidad educativa (Erdogdu / Erdogdu, 2015),

Objetivo 22. Identificar las diferentes soluciones tecnológicas que pueden usarse en la educación, y analizar la mejor estrategia de uso para generar mayores oportunidades entre los estudiantes beneficiados. Se requiere que el análisis se haga diferenciando entre estudiantes de primaria y secundaria en Colombia.

Se identifica que una de las soluciones tecnológicas¹⁸, que puede tener mayor impacto en el proceso educativo es la recolección de datos automatizada. Este mecanismo permite obtener información sobre “el aprendizaje basado en proyectos y enfocado en el del estudiante” (Blikstein, 2014, p.1). Es una herramienta con un gran potencial para contribuir a aprendizajes de profundidad y calidad en cada individuo. La posibilidad de que el docente pueda obtener información inmediata y objetiva sobre el proceso de cada alumno, contribuye a que el profesor enfoque su rol a la facilitación de aprendizaje a la medida de sus alumnos y del grupo en general. Es una alternativa que facilita el uso de “la tecnología para incrementar la cantidad y la calidad de las interacciones en las aulas” (Hung et al., 2012, p. 1077). Hay herramientas con material común que permiten estas posibilidades, como en el caso de procesos de lectura personalizado al proceso y necesidades del estudiante (v.b. myON - <http://myon.com/>).

Como se puede observar, en la actualidad hay una variedad de soluciones tecnológicas que pueden ser utilizadas para el proceso educativo. Además de las mencionadas en el párrafo anterior, están los computadores y las tabletas -que han sido distribuidas en un alto porcentaje a diferentes IE en el mundo-, y soluciones como los clickers y los tableros

¹⁸ Solución tecnológica: es una respuesta tecnológica que surge para solucionar algún o algunos problemas específicos.

inteligentes. En el caso de los clickers, su uso principal ha estado enfocado hacia procesos de evaluación formativa dentro de las aulas de clase (Pagano & Paucar-Caceres, 2013). Así mismo, se han realizado investigaciones para analizar el impacto de los clickers en el desarrollo de habilidades indispensables para el siglo XXI (Pellegrino & Hilton, 2012) como la metacognición (Brady, Seli & Rosenthal, 2013). Sin embargo, es evidente la necesidad de realizar más estudios sobre los efectos de este tipo de soluciones (Kay & LeSage, 2009). Más allá de la diversidad de elementos que existen en el mercado, el énfasis se está dirigiendo al uso del dispositivo. Independientemente del tipo de terminal que se tenga en el aula, el impacto en el proceso de enseñanza, puede depender en gran medida del uso.

Con relación a las estrategias de uso, lo más importante es tener claro que las TIC son una herramienta educativa, que aún no tienen o nunca tendrán la posibilidad de funcionar por sí solas. Por lo tanto, al ser un elemento del proceso educativo, hacen parte de “un ambiente social, mediado por conversaciones de aprendizaje entre pares y profesores” (Bransford, Brown, & Cocking, 2000, p. 230). Actualmente hay investigaciones que se han enfocado hacia el uso de las TIC en diferentes contextos de aprendizaje: formales e informales (ver Linden, 2009) o en procesos de interacción como el aprendizaje colaborativo (Martínez-Maldonado, Dimitriadis, Martínez-Monés, Kay & Yacef, 2013). No obstante, aunque se ha hecho énfasis sobre la importancia de articular el uso de TIC dentro de las prácticas de enseñanza-aprendizaje, en estos momentos no es posible determinar la mejor estrategia de uso. Esto se debe a que todavía queda un largo camino para investigar sobre la articulación de las TIC en el aula.

En algunos países como Tailandia, se le está dando la prioridad de acceso a niños de Primaria. Esto puede explicarse, hay estudios que demuestran que las intervenciones que generan mayor impacto en procesos educativos, se deben dar en los primeros años del colegio. Con relación a la articulación de estos dispositivos tanto en Primaria como Bachillerato, más allá de diferenciar sus usos por secciones, lo que se requiere con urgencia es que los Estándares Básicos de Competencia de las diferentes asignaturas, sean actualizados y se incluya el uso transversal de las TIC desde los estándares nacionales. Esta

es una de las primeras acciones a implementar, para lograr una adecuada incorporación de las TIC dentro de todo el sistema educativo (Sunkel, 2009).

Objetivo 32. Identificar y caracterizar el estado actual y tendencias de la robótica educativa enfocada en las áreas básicas a nivel nacional e internacional.

Los robots son una herramienta de aprendizaje de ciencia e ingeniería. Hay robots para personas de todas las edades, desde niños hasta adultos. La robótica es un área que tiene una historia larga en la educación pero solo recientemente ha sido documentada y sólo recientemente ha empezado a ser introducida en educación básica y media. La robótica se ha introducido en educación básica y media con tres propósitos: primero, con el propósito de generar competencias propias de la robótica o muy cercanas a ella como el pensamiento computacional (Atmatzidou y Demetriadis 2014; Catlin y Woodllard, 2014); segundo, como herramienta para mejorar los niveles de aprendizaje en otras áreas pero principalmente en ciencias; tercero, con el propósito de mejorar habilidades no cognitivas como el trabajo en grupo. Con respecto al segundo y tercer objetivos la hipótesis principal del uso de la robótica en educación básica y media es que puede tener un impacto positivo sobre el aprendizaje por dos razones. Primero, crear un robot implica dos elementos uno físico y uno colaborativo que ayuda a mejorar distintas habilidades cognitivas y no cognitivas. Segundo, pero no menos importante, puede servir para motivar a un niño a embarcarse en actividades creativas. Los dos elementos se conjugan en las amplias posibilidades del uso de la robótica para el desarrollo de metodologías constructivistas en educación centradas en el estudiante.

Una contribución temprana a las tendencias en robótica para niños es el libro editado por Druin y Hendler (2000) en donde se reseñan una serie importante de ejemplos de robótica que pueden ser usados en el aula hasta ese momento. También reseñan la historia de la

robótica mostrando cómo en sus orígenes está el uso del programa Logo que apareció en 1967. En robótica educativa se empezaba a usar prototipos simples de mascotas y juguetes programables. Algunas de estas soluciones se usan para enseñar a los estudiantes sobre la robótica misma pero también se usan para desarrollar competencias y habilidades en otras áreas como las ciencias.

Más recientemente se puede encontrar las contribuciones al 4th International Workshop Teaching Robotic, Teaching with Robotic y al 5th International Conference Robotic in Education¹⁹ en donde se presentan una serie de experiencias nuevas en el uso de robots en educación primaria y secundaria. La mayoría de estas experiencias introduce robots al aula para promover mejores niveles de aprendizaje en áreas STEM (por sus siglas en inglés significa Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) (ver Alimisis y Boulogaris, 2007; Cacco y Moro, 2014; Dessimoz et al., 2014; Eguchi, 2014; Zabala, Moran y Blanco, 2014; Nugent et al., 2014). Otra parte de estas experiencias muestran casos en los que se ha usado la robótica para generar habilidades no cognitivas como el trabajo colaborativo auto organizado (Bihlmaier, Vollert, Wörn, 2014; Mengoli, P. y Russo, M., 2014; Schiering, Hitzman y Gerndt 2014).

La literatura sobre estos programas sugiere algunos requisitos que deben cumplir este tipo de robots para ser efectivos. Los robots deben ser móviles, pequeños para poder ubicarse cerca al computador y sobre una mesa, en donde tengan un espacio equivalente a diez veces su tamaño. El robot debe poder cumplir varias funciones y debe ser fácil de usar, además de tener un componente intuitivo de uso para que sea amigable para los estudiantes. Debido a que se necesitan robots para todos los integrantes de la clase, estos deben ser económicos. Finalmente, deben tener un uso abierto de manera que los docentes y estudiantes puedan intervenir en la programación del robot. Actualmente no existe en el mercado un robot que cumpla todas estas condiciones. Finalmente, es importante resaltar que la formación del docente al respecto también aparece como condición para el éxito de estos programas como lo sugiere Janka (2008).

¹⁹ Disponibles en <http://www.terecop.eu/>

La robótica en Colombia

En Colombia no existe un programa estandarizado a nivel nacional que utilice la robótica como herramienta para facilitar aprendizajes e integración de conocimientos en diferentes áreas. Sin embargo, en las orientaciones para la educación en tecnología, se identifica en el componente de apropiación y uso de la tecnología: 6°-7° y 10°-11° un desempeño que puede ser evidenciado a partir de las actividades con robótica: “utilizo herramientas y equipos de manera segura para construir modelos, maquetas y prototipos” (MEN, 2007, p. 20 y 24). Así mismo, en el componente de solución de problemas con tecnología 6°-11° aparece el desempeño “detecto fallas en artefactos, procesos y sistemas tecnológicos, siguiendo procedimientos de prueba y descarte, y propongo estrategias de solución” (MEN, 2007, p. 21, 23 y 25²⁰), que también puede observarse mediante la práctica de la robótica. Este es uno de los campos con mayor potencial para el trabajo dentro de las aulas, no solo para llevar otras formas de tecnología al interior del salón de clase, sino que podría servir de plataforma para generar los primeros procesos en CTIM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas=STEM (siglas en inglés)). La articulación de estas cuatro áreas (STEM), es uno de los temas que mayor interés está despertando en investigadores y educadores a nivel mundial.

Desafortunadamente, aún si el área de robótica es fascinante y prometedora, aún no se encuentran estudios con grupo de tratamiento y control adecuados que permitan conocer el impacto de estos programas.²¹

Adicional a los estudios mencionados en párrafos anteriores, a continuación se presenta la caracterización de algunos de los programas de robótica que existen a nivel internacional.

²⁰ Este desempeño es similar al que se especifica de 6° a 9°. Sin embargo, hay algunas variaciones en el lenguaje.

²¹ Kandlhofer y Stenbauer (2014) describen un proyecto no terminado para evaluar el uso de robótica en educación. Evalúan aspectos sociales y actitudes de los estudiantes frente a las ciencias. El estudio cuenta con una línea de base y con grupo de tratamiento y control. Los resultados del proyecto estarán disponibles en el 2015.

Tabla 5. Caracterización de programas de robótica a nivel internacional

Nombre	Descripción	Página web
Carnegie Mellon – Robotics Academy	Este programa busca apoyarse en los procesos motivacionales asociados a la robótica para conectar a los estudiantes con la ciencia y la tecnología. La visión del programa es que todos los estudiantes estén alfabetizados tecnológicamente, sea competentes matemáticamente y seguros sobre su futuro.	http://www.education.rec.ri.cmu.edu/index.htm
NASA – The Robotics Alliance Project	La misión del programa se centra en desarrollar capacidades relacionadas con la robótica, que contribuyan a la implementación de misiones robóticas de exploración en el espacio. Una de sus metas, está dirigida hacia estudiantes de educación media. El proyecto quiere generar el interés de los estudiantes de los últimos cursos de Bachillerato para que estudien un pregrado en robótica.	http://robotics.nasa.gov/
School´ Robotics	Este es un programa de capacitación para docentes. El programa es articulado por la <i>Hands-on Science Network</i> , organización internacional respaldada por la Unión Europea.	http://www.schoolrobotics.eu/ www.hsci.info
Centro de Robótica e	El laboratorio de robótica,	http://www.utadeo.edu.co/es/link/centro-de-robotica-e-

<p>Informática – Universidad Jorge Tadeo Lozano</p>	<p>además de sus líneas de investigación ofrece cursos y talleres sobre robótica para niños. Estas actividades buscan generar o fortalecer habilidades de creatividad, trabajo colaborativo y conocimientos sobre la robótica.</p>	<p>informatica/4141/cursos-de-robotica-para-ninos</p>
---	--	--

Objetivo 34. Establecer el tiempo de uso actual de los estudiantes, docentes y padres de familia a los terminales y aplicaciones instaladas en cada uno de los tipos de terminal, diferenciados según su tipo; a partir de estos resultados, del análisis de la información nacional e internacional a este respecto, y de los resultados obtenidos en la actualización de los impactos del Programa, concluir respecto al tiempo de uso y las características de uso con las que se ha de maximizar la apropiación de las TIC en la comunidad educativa beneficiaria de CPE.

A pesar de haber hecho una búsqueda exhaustiva sobre posibles impactos o al menos correlaciones entre el tiempo de uso de los estudiantes de los distintos tipos de terminal no fue posible encontrar literatura concluyente. Algunos trabajos como Leuven et al. (2004) o Fuchs y Woessmann (2004) pero estos trabajos son muy pocos para dar resultados concluyentes que sean guía de política.

Objetivo 37. Identificar y caracterizar el estado actual y tendencias de las políticas, proyectos y modelos educativos que contemplen la educación mediada por diferentes tipos de terminales TIC (pc, tabletas, smart phones, etc) a nivel internacional

La introducción de TIC en el aula estuvo dominada por el uso de computadores durante muchos años y sólo muy recientemente se ha empezado a usar otro tipo de terminales para hacer funciones similares a las que se hace habitualmente con computadores. Ahora, además de usar computadores se empieza a usar tabletas y teléfonos inteligentes. En educación básica y media la tendencia es principalmente a usar tabletas; el uso de teléfonos inteligentes ha estado restringido a la educación universitaria básicamente porque estos programas se apoyan en que los estudiantes usen su propio teléfono y no es usual que los estudiantes de básica y media tengan un teléfono inteligente. Probablemente la tendencia ha estado impulsada por las características de las tabletas en particular por su costo, por la facilidad para usarlas y por su portabilidad (Clarke y Svanes, 2014). En cuanto al costo la expectativa es que permite llegar a estar en una situación en la que cada estudiante tiene acceso a su propio dispositivo; la portabilidad y la facilidad implican facilidad de uso en el salón de clase.

La tendencia es fascinante y muy prometedora pero aún es muy temprano para emitir juicios sobre las formas que debe tomar su uso ya que aún hay muy pocas evaluaciones terminadas sobre el uso de este tipo de terminales. Esto quiere decir que los programas que usen este tipo de terminales deben adoptar estrategias de evaluación cuidadosas mientras el conocimiento sobre el uso de estas terminales avanza.

La literatura sí deja algunas conclusiones respecto de la implementación de programas con terminales diferentes a los computadores (sobre la implementación de programas de educación mediada por computadores se ha elaborado en los otros objetivos de este reporte).

Algunas de las recomendaciones de este tipo de trabajos son (Balanskat, 2013; Buta y Tabor, 2012; Clarke y Svanes, 2014; Karsenti, T. y Fievez, 2013): i.) los programas deben dar entrenamiento adecuado a los docentes tanto para el uso de las terminales como en sensibilizarlos sobre las posibilidades de las mismas; ii.) contenido suficiente y adecuado al contexto de los estudiantes; iii.) el uso de tabletas debe estar vinculado al desarrollo de programas pedagógicos.

Otro tipo de hipótesis quedan aún por explorar y deben hacer parte de pilotos futuros. En particular el uso de contenidos específicos y la necesidad de conectividad y de aplicaciones que permitan la interacción en clase usando las terminales deben ser consideradas por las particularidades de las mismas tabletas.

En el Sistema Nacional de Evaluación de Gestión y Resultados –Sinergia- se encuentra la estrategia “Infraestructura para la competitividad”. Dentro de ella, encontramos indicadores de las metas trazadas por el gobierno. El plan vive digital, es el plan de tecnología que busca que el país dé un gran salto tecnológico mediante la masificación de Internet y el desarrollo del ecosistema digital nacional²². El Plan responde al reto de alcanzar la prosperidad gracias a la apropiación y el uso de la tecnología, posee también muchas iniciativas asociadas a dichos retos, las cuales están relacionadas con la utilización de tabletas y PCs son:

- Mipyme junto con Innpulsa son programas del gobierno que buscan el fortalecimiento de las empresas junto con el aumento de la competitividad a través de poner más al alcance las TIC.
- Puntos Vive Digital: Promueve del uso y aprovechamiento de las TIC, a través de la disposición del acceso comunitario a zonas funcionales para el uso de internet, entretenimiento, capacitación, y trámites de Gobierno en Línea.²³
- Kioscos Vive Digital: Los Kioscos Vive Digital son puntos de acceso comunitario a Internet con los niños, jóvenes y adultos de 5300 centros poblados (veredas y

²² http://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-6423_recurso_5.pdf

²³ <http://www.mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-propertyvalue-669.html>

corregimientos) de más de 100 habitantes, donde pueden conectarse a internet y recibir capacitaciones gratuitas en uso y apropiación de las TIC.²⁴

- Vive Digital Regional: Promueve alianzas con entidades de orden nacional y regional para lograr el desarrollo de la estrategia.

Realizando un breve estado del arte de la situación en otros territorios y contextos, encontramos que en Latinoamérica existen programas muy similares, específicamente en países como Argentina, Chile, Ecuador y Perú. En Chile está el programa “Yo elijo mi PC”, que consiste en la entrega de un computador o notebook elegido por el alumno beneficiado. En Ecuador encontramos dos programas “Comunidad Educativa en línea” y “Educar Ecuador”, Argentina en 2012 comenzó la licitación para la entrega de tres millones de computadores, actualmente con su programa “Todos los Chicos en la Red” realiza entrega de computadores y notebooks, a alumnos de primer grado y docentes. Perú se acogió al programa de OLPC²⁵ y en 2010 ya se estaban realizando evaluaciones de la implementación del mismo.

De los modelos educativos expuestos en el objetivo número 9, se caracterizará el modelo TPACK²⁶. Se considera pertinente aclarar, que los modelos educativos para TIC se encuentran en fase de exploración y consolidación. Constantemente están surgiendo nuevas propuestas e inquietudes. Algunos han llegado a plantear la necesidad de articular un modelo educativo para cada disciplina, como es el caso de las Ciencias (Rogers & Twilde, 2013).

- Conocimiento de Contenido: es el conocimiento que el profesor debe tener y manejar sobre la disciplina que va a enseñar. Vale la pena resaltar que este contenido además de ser coherente con la disciplina, debe ser consistente con las temáticas a enseñar en un curso particular (p. 63).
- Conocimiento Pedagógico: conocimiento profundo sobre los procesos y prácticas de enseñanza – aprendizaje, dentro de las que se encuentran la planeación, la didáctica y

²⁴ <http://www.mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-propertyvalue-7059.html>

²⁵ http://wiki.laptop.org/go/The_OLPC_Wiki/lang-es

²⁶ La información que se presenta a continuación fue tomada de Koehler y Mishra (2009).

la evaluación. El docente debe ser consciente de las etapas de construcción del conocimiento. Es el arte no solo de conocer, sino de transferir las teorías del aprendizaje a nivel cognitivo, social y de desarrollo (p. 64).

- Conocimiento Pedagógico del Contenido: es la apropiación por parte del profesor del contenido de su disciplina y de las mejores prácticas para enseñarla. Está implícito en todos los procesos del aula. En el proceso de aplicación se tienen en cuenta conocimientos previos de los estudiantes, diversas formas de enseñanza y múltiples miradas a un problema (p. 64).
- Conocimiento tecnológico: siempre está en evolución. Permite reconocer los momentos más apropiados para usar diferentes tipos de tecnología (p. 64).
- Conocimiento Tecnológico del Contenido: se reconocen los fenómenos que desencadena la tecnología en la práctica y los conocimientos de una disciplina. Permite ser consciente de la interacción entre tecnología y contenido (p. 65).
- Conocimiento Tecnológico Pedagógico: facilita el reconocimiento de los cambios que genera la tecnología en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Este tipo de conocimiento provee la identificación de las limitaciones y posibilidades de la tecnología y la disciplina (p. 65). En otras palabras, permite “ir más allá de los usos más comunes de las tecnologías” (Koehler & Mishra, 2009, p. 66).
- Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido: “es una comprensión que surge de la interacción entre el conocimiento de contenido, el pedagógico y el tecnológico” (Koehler & Mishra, 2009, p. 66). La apropiación de este macro conocimiento, permite que el profesor identifique los niveles adecuados de cada uno de los sub-tipos de conocimiento para la realidad propia de su aula de clase, las necesidades particulares de sus estudiantes y los objetivos de aprendizaje.

Dada la importancia del tema ambiental como estrategia de CPE, decidimos presentar de manera separada el informe sobre este tema.

III. Instrumentos de campo

III.A. Componente educativo

La evaluación de impacto del componente educativo de Computadores Para Educar se va a apoyar en información de dos fuentes. En primera instancia se usará información proveniente de datos administrativos del sistema educativo colombiano. Para completar esta información se desarrollará un operativo de campo en un número importante de colegios del país para recoger información complementaria que no aparece en las fuentes de información administrativa. Este trabajo será complementado con un trabajo de campo cualitativo.

Esta sección presenta detalles del diseño muestral del operativo de campo cuantitativo, los cuestionarios que se usarán en el mismo operativo y el diseño del trabajo de campo cualitativo.

✓ DISEÑO MUESTRAL

Se preparó un análisis cuantitativo probabilístico y estratificado con selección aleatoria simple de unidades de muestra.

Tamaño de Universo

El universo a estudiar cuenta con cerca de 43 mil sedes educativas beneficiadas con Computadores para Educar (CPE). Estas sedes educativas están ubicadas en todo el territorio nacional, en zonas rurales y urbanas.

La estratificación contempla 5 regiones geográficas: 1. costa atlántica, 2. costa pacífica, 3. llanos orientales, 4. andina y 5. amazonía) y clasificación de municipios según categoría:

1. **Especial:** Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Bucaramanga, Cartagena y Cúcuta
2. **Municipios medianos:** categorías 1, 2 y 3
3. **Municipios pequeños:** categorías 4, 5 y 6
4. **Rural.** De acuerdo a definición DANE

La principal variable de estratificación de las sedes es determinada por la cantidad de años desde que el programa (CPE) inició en la sede. Se identifican 4 estratos: sedes en donde el programa lleva de 0 a 3 años, sedes donde CPE lleva entre 4 y 6 años, sedes con 7 y 9 años trabajando con CPE y sedes con más de 10 años trabajando con CPE. Estos estratos se diferencian en el tipo del programa de formación que han recibido los docentes de la sede educativa, y en las políticas que han cambiado con el tiempo.

Tamaño de muestra

Se seleccionaron 1605 sedes educativas en 70 municipios de Colombia. Las 1605 sedes en la muestra están distribuidas de la siguiente manera de acuerdo a la estratificación descrita anteriormente:

Años transcurridos desde el inicio del programa CPE	# sedes
0 a 3 años	655
4 a 6 años	522
7 a 9 años	237
10 y más años	191
	1605

- 440 sedes beneficiadas con Nativos digitales
- 118 sedes beneficiadas con tabletas
- 25 sedes beneficiadas con el Kit De Robótica X 6
- 25 sedes beneficiadas con el Equipo Con Edera 2.0
- 213 sedes estudiadas en el año 2008 por el Centro Nacional de Consultoría.

La distribución por región y tamaño de municipio es la siguiente:

Región	Especial	Mediano	Pequeño	Rural	Total
Andina	228	108	70	430	836
Costa Atlántica	65	45	36	150	296

Costa Pacífica	50	39	54	180	323
Llanos Orientales	0	29	4	32	65
Amazonía	0	10	29	46	85
Total general	343	231	193	838	1605

Nota. La definición de las regiones está disponible en los términos de referencia.

✓ CONSTRUCCIÓN DE CUESTIONARIOS

FASE PRE OPERATIVA DE CAMPO

1. Revisión y elaboración de matriz de correspondencias objetivos y obligaciones vs variables (preguntas). Reformulación y/o inclusión:

Se elabora una matriz de correspondencia con base en los objetivos y obligaciones del contrato con el fin de identificar para cada una las variables que responden a cada objetivo u obligación. Se identifica que se atienden los requisitos del proyecto a través del análisis de fuentes primarias y secundarias, la revisión bibliográfica, el análisis cuantitativo y cualitativo.

2. Revisión de información base para la construcción de cuestionarios y formatos: cuestionarios directivos (F1M1- F1M2- F1M3) – Docentes – Inventario de recursos informáticos aplicados año 2008:

Se prepararon los cuestionarios para cada una de las unidades de observación relevantes para el estudio (directivos, funcionarios de bibliotecas y casas culturales, docentes, estudiantes, padres de familia y usuarios de bibliotecas y casas de la cultura). Se presenta la estructura del cuestionario más adelante en el presente informe.

3. Se incluyeron preguntas de diferentes referencias de la literatura sobre TIC²⁷:

Para complementar los cuestionarios se incluyeron preguntas relacionadas con las referencias encontradas en la literatura sobre TIC en procesos educativos. Se espera que estas preguntas indaguen en la aplicación y apropiación de nuevas tecnologías en las sedes

²⁷ The ICT Impact Report: A review of studies of ICT impact on schools in Europe → Anja Balanskat, Roger Blamire y Stella Kefala (2006). A framework for analysing ICT adoption in Australian primary schools → Jenni Way y Colin Webb (2007). Survey of Schools: ICT in Education. Benchmarking Access, Use and Attitudes to Technology in Europe's Schools → A report European Comission (2013). Preguntas de la Encuesta Nacional de Hogares (ENH).

de CPE. La revisión de literatura aparece en el desarrollo de los objetivos de la sección de revisión de literatura de este mismo informe.

4. Elaboración instrumentos preliminares y revisión de equipo consultor CNC:

Con base en los cuestionarios año 2008, la revisión bibliográfica y la matriz de correspondencia se construyeron los instrumentos en su versión preliminar. En los cuestionarios se usaron preguntas estándar de otras investigaciones nacionales como la Gran Encuesta Integrada de Hogares y una revisión de la normatividad y la organización de del sistema educativo nacional. Los cuestionarios fueron evaluados por el equipo consultor aportando los puntos que ellos encontraron relevantes.

5. Revisión expertos nacionales e internacionales²⁸:

Los instrumentos fueron compartidos con los expertos nacionales e internacionales, junto con la matriz de correspondencia, y se incluyeron los aportes de los expertos en los instrumentos.

6. Revisión interventor CPE y ajustes del CNC para prueba piloto:

Los instrumentos son evaluados por el interventor de CPE y son ajustados por el CNC con el fin de tener instrumentos preliminares para la realización de una prueba piloto del campo presencial.

7. Realización prueba piloto y ajustes a instrumentos con base en resultados:

Con los instrumentos contruidos se realizó una prueba piloto en 3 sedes educativas beneficiadas para identificar los obstáculos que se pueden encontrar en el proceso de visita a las diferentes sedes educativas. Ver anexo: Reporte Prueba Piloto.

8. Segunda revisión y ajustes con interventor CPE y aprobación final cuestionarios:

Con los resultados de la prueba piloto, se ajustan y clarifican los instrumentos que son enviados a CPE quienes aprueban los instrumentos y el inicio del campo cuantitativo.

²⁸ Análisis e Investigación de España (Marcelino Masa, José Alija y Jesús Rincón). MSI - USA (Keri Culver y Rebekah Levi). Universidad Externado de Colombia (María Figueroa, Ana M. Saavedra y Gina Caicedo).

Instrumentos Cuantitativos

Figura 8. Grupo objetivo cuantitativo



DIRECTIVOS Y FUNCIONARIOS CASAS DE LA CULTURA

Directivos: Rector O Coordinador De La Sede

Encuesta telefónica -> Si

Encuesta presencial -> Si

Se espera un tamaño de muestra de 1465 personas (1 directivo por sede), quienes podrán contestar 94 preguntas. El directivo podrá delegar previa autorización.

Funcionarios Bibliotecas/Casas De La Cultura

Encuesta telefónica -> Si

Encuesta presencial -> Si

Se espera tener datos de 70 funcionarios de bibliotecas y de 70 funcionarios de casas de la cultura (1 funcionario por Biblioteca/Casa), quienes podrán contestar 48 preguntas.

Tabla 3. Preguntas directivos y funcionarios biblioteca/casas de la cultura

Sección	Ejemplos	Preguntas directivos	Preguntas funcionarios casas de la cultura
Datos de identificación del informante	Cargo, nombre, cédula	4	-
Datos de identificación de la sede o casa/biblioteca	Zona, cód. DANE, jornada, TIC en funcionamiento, acceso internet.	18	13
Caracterización del personal docente	Género, nivel educativo, escalafón, años de experiencia, área de formación	12	-
Datos generales de la sede o casa/biblioteca	Número de terminales, terminales entregados por CPE o bajo el marco de Nativos digitales.	10	6
Relación del personal con las TIC	Uso de cada terminal, frecuencia de uso por terminal, áreas en las que se utilizan las terminales, número de docentes que participan en el programa de formación de docentes, número de proyectos de aula, estudiante en situación de discapacidad.	21	8
Infraestructura y mantenimiento	Mantenimiento preventivo, fuentes de recursos con que cuenta la sede, conocimiento de la Mesa de Ayuda Técnica de CPE, preferencia de terminales.	9	8
Uso administrativo de las TIC	Usos de las terminales para registros de matrícula, calificaciones, informes, etc., proyectos que integren las TIC en las actividades propias.	1	1
Redes de apoyo aliados regionales	La sede hace parte de redes de apoyo, entidades que conforman las redes de apoyo, quién administra la sede de informática.	8	5
Componente ambiental	Programa de responsabilidad social, preferencia en la adquisición de equipos, prácticas para la gestión de residuos eléctricos y electrónicos, número de plataformas de robótica educativa y estudiantes beneficiados	11	7

DOCENTES

Encuesta telefónica (1 docente) -> Si

Encuesta presencial -> Si

Se seleccionan 5 docentes de las diferentes áreas básicas según el tamaño de la sede. Si una sede tiene menos de 5 docentes se aplica la encuesta a todos. Se espera seguir la siguiente distribución de encuestas: a 2 docentes se les aplica el cuestionario largo (prioridad: Matemáticas, Lenguaje y C. Sociales y C. Naturales). Y a 3 docentes se les aplica el cuestionario corto (Inglés, informática y un docente de las áreas básicas que no se haya encuestado).

Se espera obtener información de 7.325 docentes en las 1465 sedes seleccionadas, quienes podrán contestar 90 preguntas (formulario largo).

Tabla 4. Preguntas docentes (Formulario largo)

Sección	Ejemplos	No. Preguntas
Datos de identificación del docente	Cédula, nivel educativo alcanzado, experiencia, estatuto docente, sexo, área de formación, escalafón.	13
Uso de TIC	Conocimientos para utilizar TIC, posesión de TIC en el hogar, acceso a internet, frecuencia de uso de las TIC fuera y dentro del aula.	11
Formación en TIC	Participación en procesos de formación sobre uso de TIC, instituciones que brindaron la capacitación, horas de capacitación, frecuencia de uso de TIC para preparar clase, programas o software más utilizados.	18
Estudiantes y uso de TIC	Actividades que generan uso de las TIC, frecuencia de uso, competencias con las que cuentan los estudiantes, actividades de promoción con los estudiantes, barreras de acceso a las TIC.	13
Proyectos educativos en TIC	Tipo de proyectos apoyados en TIC, estudiantes en situación de discapacidad que participen en proyectos de aula.	6

Información sobre redes	Conocimiento y uso sobre redes de intercambio de información, frecuencia de uso de las redes.	4
Visión del docente sobre las TIC y su uso	Efecto de las TIC en el trabajo docente, efecto de las TIC en los estudiantes, conocimiento de términos relacionados a TIC, uso seguro y responsable de TIC.	11
Lineamientos y acciones sobre uso de TIC	Obligatoriedad del uso de TIC en el PEI, experiencia sobre uso de TIC con otras instituciones, acciones que influyen en el uso de TIC, estado de los proyectos de aula	9
Componente Ambiental	Conocimiento sobre Robótica Educativa Ambiental, conocimiento sobre estrategia de Retoma de CPE.	5

ESTUDIANTES

Estudiantes Sin Condición De Discapacidad:

Encuesta telefónica -> No

Encuesta presencial -> Si

Estudiantes (sin condición de discapacidad):

5 estudiantes que contestarán un formulario corto (5°, 6°, 7°, 8° y 10°)

2 estudiantes que contestarán un formulario largo (9° y 11°).

Si la sede tienen de 6 grado en adelante se aplicará el formulario corto a todos los estudiantes del último grado.

Estudiantes En Condición De Discapacidad:

A todos los estudiantes en condición de discapacidad se les aplicará el formulario corto. Para el caso del déficit de atención, este debe estar diagnosticado por un médico.

El formato de consentimiento informado deberá ser diligenciado por el estudiante (también en situación de discapacidad) y 1 adulto responsable: rector, coordinador o padre de familia.

Los estudiantes de las 1465 sedes seleccionadas podrán contestar 48 preguntas (formulario largo).

Tabla 5. Preguntas estudiantes (Formulario largo)

Sección	Ejemplos	No. Preguntas
Datos de identificación del estudiante	Nombre, grado, documento de identidad	5
Uso de TIC	Conocimientos para utilizar TIC, posesión de TIC en el hogar, acceso a internet, frecuencia de uso de las TIC, programas o software utilizado, uso y frecuencia de TIC según área, utilidad de recursos de internet.	20
Estudiantes y uso de TIC	Actividades que generan uso de las TIC, frecuencia de uso, recursos y herramientas usadas durante la clase.	3
Información sobre redes	Conocimiento y uso sobre redes de intercambio de información, frecuencia de uso de las redes.	3
Visión del estudiante sobre las TIC y su uso	Efecto de las TIC en aspectos como la creatividad, comunicación, aprendizaje autónomo, etc.	2
Estrategia formación docente en TIC	Preguntas a los estudiantes enfocadas a los referentes pedagógicos desarrollados por los docentes (técnicas y tecnológicas, pedagógicas, investigativas, actitudinales, comunicativas, evaluativas).	2
Uso seguro y responsable de TIC	Capacitación en uso seguro y responsable de TIC, quiénes han brindado la capacitación.	3
Componente ambiental	Conocimientos sobre el reacondicionamiento de computadores sobre el ambiente, acciones realizadas para disminuir el daño ambiental, conocimiento sobre plataforma de Robótica Educativa.	10

PADRES DE FAMILIA Y COMUNIDAD Y USUARIOS DE CASA DE LA CULTURA Y BIBLIOTECAS

Padres De Familia:

Encuesta telefónica -> Si

Encuesta presencial -> Si

Se espera obtener información de 2.930 padres de familia (2 padres: con y sin hijo en la sede) en las 1465 sedes seleccionadas, quienes podrán contestar 65 preguntas.

Comunidad Y Usuarios De Casa De La Cultura Y Bibliotecas:

Encuesta telefónica -> Si

Encuesta presencial -> Si

Se espera obtener información de 140 usuarios (70 usuarios de bibliotecas y 70 usuarios de casas de la cultura), quienes podrán contestar 56 preguntas.

Tabla 6. Preguntas padres de familia y usuarios biblioteca/casas de la cultura

Sección	Ejemplos	Preguntas padres	Preguntas usuarios
Datos de identificación	Nombre, cédula, nivel educativo, sexo, actividad económica ppal., número de hijos, si tiene hijos en situación de discapacidad.	14	10
Uso de TIC	Si permite que los hijos usen las TIC, posesión de TIC en el hogar, acceso a internet, frecuencia de uso de las TIC.	11	10
Formación en TIC	Participación en procesos de formación sobre uso de TIC, instituciones que brindaron la capacitación, horas de capacitación, frecuencia de uso de TIC para preparar clase, programas o software más	9	9

	utilizados.		
Padres de familia (usuarios) y uso de TIC	Actividades que generan uso de las TIC, frecuencia de uso, frecuencia de promoción de actividades, opinión que tiene del hijo sobre el manejo de TIC, barreras de acceso a las TIC.	6	4
Proyectos educativos en TIC	Tipo de proyectos apoyados en TIC, estudiantes en situación de discapacidad que participen en los proyectos.	4	4
Información sobre redes	Conocimiento y uso sobre redes de intercambio de información, frecuencia de uso de las redes.	4	4
Visión del padre o usuario sobre las TIC y su uso	Efecto de las TIC en aspectos como la creatividad, comunicación, disciplina, conocimiento de términos relacionados a TIC, uso seguro y responsable de TIC.	9	7
Lineamientos y acciones sobre uso de TIC	Participación en proyectos de uso de TIC, mecanismos para participar en el fortalecimiento de uso de TIC.	2	2
Componente Ambiental	Conocimiento sobre Robótica Educativa Ambiental, conocimiento sobre reacondicionamiento de computadores.	6	6

Tabla 7. Observación en aula o gabinetes

Sección	Ejemplos	Preguntas padres
Datos de identificación de la sede	Nombre, código DANE, número de aulas de informática.	4
Servicio de energía e internet	Fuente de electricidad, tipo de red, días y horas que cuentan con energía, puntos de acceso a red.	10

Aula de cómputo	Espacio destinado para computadores, requisitos en cuanto a conexiones, eléctricas, condiciones de seguridad contra robo, condiciones de seguridad contra incendio, exposición de equipos a condiciones ambientales extremas	8
Gabinete	Portátiles que se trasladen a las aulas de clase, protocolo para la entrega de portátiles que salen a las aulas de clase, condiciones de seguridad contra robo, condiciones de seguridad contra incendios.	6

Instrumentos Cualitativos

Figura 9. Grupo objetivo cualitativo



ENFOQUE COMPONENTE CUALITATIVO

Se realizará una investigación cualitativa orientada a observar si el profesor modifica su práctica docente a través de Computadores para Educar y también para interpretar qué factores influyen en el resultado del diplomado ofrecido para docentes de sedes educativas con CPE. Se espera observar aquellos aspectos particulares, y únicos que pueden escaparse de un análisis cuantitativo pero que son importantes para interpretar variables de la investigación.

Se establece como unidad de observación la dinámica que se da en el aula de clase intervenida por Computadores para Educar. Con relación al grado de participación en el aula, y el contexto compartido por los actores a indagar, se nombra a dos actores primarios: docentes y estudiantes (primaria y secundaria), y dos actores secundarios: directivos quienes interactúan con los docentes, y los padres quienes interactúan con los estudiantes.

Figura 10. Instrumentos elaborados



Alrededor de esta dinámica se encuentran los proyectos de aula que son construcciones académicas que se desarrollan en clase buscando generar un impacto en los estudiantes estudiando problemas relevantes para la comunidad. Es importante señalar que los proyectos de aula son centrales a la estrategia de formación docente en el diplomado que imparte Computadores para Educar.

Para analizar este sistema desde las cualidades que lo componen y buscando construir información que nos permita más adelante interpretar los resultados que se infieran de la investigación cuantitativa y cualitativa, se propone un análisis sobre 6 sedes educativas, una por cada región de Colombia.

Estas sedes se escogerán de una muestra cuyos proyectos de aula han tenido un impacto reconocible por Computadores para Educar en la comunidad. Esta escogencia se hace basados en la intención de inferir en las dinámicas que han generado un efecto positivo en la comunidad.

Para este estudio se aplicarán los siguientes instrumentos cualitativos.

- Guías sesiones de grupo docentes
- Guías sesiones de grupo estudiantes
- Guías entrevistas en profundidad directivos

- Guías entrevistas en profundidad docentes
- Guías entrevistas en profundidad padres de familia
- Instrumento de observación antropológica
- Codificación y análisis de Proyectos de Aula

Para cada sede se espera aplicar dos grupos focales, uno con docentes y otro con estudiantes. Se espera con esto entrañar en la dinámica que emerge alrededor de los proyectos de aula. Los estudiantes y maestros se escogerán de tal forma que algunos compartan proyectos de aula y otros no, para observar el efecto de CPE que se discipa en la sede educativa a través de los proyectos de aula.

A cada sede se aplicarán también 5 encuestas a profundidad orientadas a la intención del estudio, y 1 observación antropológica que permita al investigador, indagar y participar como observador en una de las dinámicas que queremos estudiar, dando una alcance etnográfico a la investigación cualitativa.

Muestra cualitativo

Teniendo en consideración la pregunta por las diferencias regionales que puedan ser relevantes para las estrategias desarrolladas por Computadores para Educar se realizará esta unidad de análisis 2 veces por cada una de las regiones de Colombia.

Tabla 8. Muestra del análisis cualitativo

CIUDAD	FOCUS GROUP			ENTREVISTAS EN PROFUNDIDAD			OBSERVACIÓN ANTROPOLÓGICA
	Docentes	Estudiantes primaria	Estudiantes secundaria	Directivos	Docentes	padres de familia	
Bogotá	1		1	1	3	1	1
Medellín	1		1	1	3	1	2
Cali	1	1		1	3	1	1

Barranquilla	1		1	1	3	1	1
Ibagué	1	1		1	3	1	1
Villavicencio	1	1		1	3	1	1
TOTAL FG	12			30			7

Se espera con esto apoyar a la investigación de las siguientes preguntas.

- ¿Cómo orientar la estrategia de CPE? Ver cambios de conducta, y de percepción.
- ¿Cómo se superan los límites del profesor, y de los métodos?
- ¿Cómo superar los obstáculos a los que se enfrenta el docente?
- ¿Cómo se sobrepone al contexto educativo y los límites del entorno?

Construcción de los instrumentos

Para la elaboración de cada instrumento según técnica y grupo objetivo, se hizo una revisión detallada de los objetivos que aplican en la fase cualitativa.

Para entrevistas en profundidad

Los instrumentos buscan hallar la relación que tienen las variables que se exploran en cada grupo objetivo, es decir la percepción, actitud, cambios de comportamiento y desempeño académico que reportan los docentes, rectores y padres de familia, alrededor del conocimiento, uso y apropiación de las TIC para las labores académicas de enseñanza (docentes y rectores) y de aprendizaje (reporte de padres de familia sobre sus hijos).

Para grupos focales

En esta técnica de investigación, igualmente se busca que los instrumentos provean información sobre las relaciones existentes entre las variables que cubren los objetivos en docentes y estudiantes (primaria y secundaria) y que exploran percepción, actitud, cambios de comportamiento y desempeño académico que ha propiciado el conocimiento, uso y apropiación de las TIC en el ambiente académico. Con estos instrumentos se buscan las relaciones (aspectos comunes y/o diferencias) que son reportadas en estos grupos objetivo.

En la observación participante

Se pretende con esta técnica de investigación antropológica, obtener en tiempo real y en sitio de vivencia, los comportamientos y las herramientas que son usadas en aula para propiciar avances significativos en los aprendizajes que pueden apoyar y propender el uso de las TIC en el ambiente educativo.

De acuerdo con esta descripción de la construcción de los instrumentos, es pertinente resaltar que se presentan variables transversales de explorar en cada grupo objetivo.

Grupo objetivo: Directores y profesores de instituciones educativas.

Teniendo en cuenta que el propósito es la evaluación de la percepción o conocimiento que el grupo objetivo de Directores y profesores de instituciones educativas, tiene frente a los impactos ambientales y sociales que generan el reacondicionamiento de equipos y gestión de RAEE, se hace necesario validar el nivel de aprehensión de este grupo con el fin de afianzar los conceptos asociados a los objetivos de Computadores para Educar, que van más allá de poner a disposición la tecnología, favorecer a instituciones con la dotación de equipos listos para enseñar, entre otras, sino los efectos positivos en lo ambiental, tales como la reincorporación de RAEE a la cadena de valor, la disminución en la generación de Gases Efecto Invernadero - GEI, la reducción de residuos peligrosos dejados de llevar al relleno sanitario (celdas de seguridad) y la eficiencia en la optimización de insumos para otras estrategias educativas, y en lo social, como la generación de empleo de mano de obra calificada y no calificada para el reacondicionamiento y la gestión de los RAEE, mejorar el acceso a la tecnología de grupos vulnerables, entre otras. Es así que siendo este grupo quien da las directrices en las instituciones, es importante identificar las oportunidades de apropiación del programa como una estrategia de sostenibilidad.

Grupo objetivo: Estudiantes de instituciones educativas.

Siendo los estudiantes los beneficiarios directos del programa y teniendo en cuenta que CPE busca no solo cerrar la brecha de acceso a la tecnología, sino concientizar o sensibilizar a sus

beneficiarios de que con cada equipo reacondicionado que se use, se está dejando de contaminar, se está promoviendo la responsabilidad social y ambiental, se está siendo más eficiente en el uso de los recursos, se hace necesario validar la percepción del estudiante validando si relaciona el equipo reacondicionado con aspectos ambientales y sociales, además de los beneficios que generan, sabiendo que son ello los precursores de una sociedad equitativa, amigable y respetuosa con el ambiente. Por tanto los resultados de la aplicación del cuestionario orientarán a CPE a establecer estrategias encaminadas a fortalecer la responsabilidad social y ambiental de este tipo de iniciativas, con el fin de que no solo se quede a nivel de la institución, sino que trascienda a los núcleos familiares.

Grupo objetivo: Padres de Familia

Los padres de familia son el motor de un hogar, en el que la responsabilidad va más allá de proporcionar a sus hijos las condiciones mínimas de acceso a la educación y con ello la posibilidad de acceder a niveles tecnológicos, es por ello que la gestión que realiza CPE a través del reacondicionamiento y gestión de RAEE, debe trascender de las instituciones educativas, y verse reflejada en los hogares de los estudiantes, esto significa que no solo se trata de gestionar adecuadamente un computador obsoleto, sino todos aquellos elementos que puedan constituirse en RAEE, generando de esta forma una responsabilidad ambiental y social extendida. Por ello para CPE validar el nivel de conocimiento de la tecnología que utilizan sus hijos y de los beneficios de un equipo reacondicionado, generará un mayor compromiso y gratitud hacia el programa, además de promover al interiores de los hogares prácticas adecuadas en la gestión de los RAEE.

Grupo objetivo: Funcionarios de bibliotecas públicas y casas de la cultura

La importancia de conocer en los ámbitos de consulta y espacios culturales la percepción frente a la gestión que realiza CPE para colocar en circulación equipos reacondicionados o el proceso de retoma como punto de partida de la gestión de RAEE, se constituye en un indicador fundamental para fortalecer la estrategia de responsabilidad ambiental y social, es por ello que establecer a través del cuestionario, el conocimiento que los funcionarios tienen no solamente de CPE sino de la gestión previa antes de llegar al uso del equipo, resulta

fundamental para orientar las acciones hacia la promoción y sensibilización de funcionarios, que posteriormente puede convertirse en un factor diferenciador para CPE.

Grupo objetivo: Usuarios

Siendo este grupo objetivo itinerante y heterogéneo frente al uso de equipos reacondicionados, se considera una oportunidad identificar la percepción y conocimiento de los mismos con respecto a la gestión de los RAEE, buscando sensibilizar en una problemática que es transversal a todos los grupos de interés, como es la generación de basura electrónica.

IV. Metodología

IV. Componente educativo

El análisis cuantitativo que se va a realizar en esta consultoría se divide en dos tipos: análisis descriptivo y análisis de impacto.

En el **análisis descriptivo**, además de mostrar las estadísticas descriptivas principales de todas las variables relevantes, a saber, media, desviación estándar, mínimo y máximo, se van a hacer tests de diferencias de media entre el grupo de sedes que ha recibido CPE con mayor intensidad y el que ha recibido CPE con menor intensidad. Formalmente vamos a estimar:

$$\tau = E[Y_{jm} | \text{cpe alta intensidad}] - E[Y_{jm} | \text{cpe baja intensidad}]$$

Donde Y_{sm} es una variable de resultado de la sede j en el municipio m .

También se realizarán ejercicios de determinantes en los que se correrán regresiones en la que variable explicada es función de todas las variables relevantes para el problema. Formalmente, el análisis de determinantes tendrá la siguiente forma general:

$$Y_{ijt} = \alpha_0 + \sum \alpha_1 X_{ijt} + \sum \alpha_2 Z_{jt} + \varepsilon_{ijt}$$

Donde Y_{ijt} es una variable explicada del estudiante i en la sede j en el momento t , X_{ijt} es un conjunto de características individuales y de familia del estudiante i , Z_{jt} es un conjunto de características de la sede j . Dependiendo del objetivo, la variable explicada puede ser de los profesores, de las sedes, etc. En el cuadro 1 se explica para que objetivo se va hacer cada uno de los análisis descriptivos mencionados.

En el **análisis de impacto** vamos a identificar los efectos causales de CPE sobre las variables de interés. Para identificar los impactos del programa de computador para educar (CPE) utilizaremos una aproximación cuasi experimental. Siguiendo las indicaciones del CPE esta aproximación estará basada en la evaluación que fue hecha en 2010. En primera instancia se calculará la siguiente ecuación:

$$Y_{ijt} = \alpha_1 + \sum_{k=0}^8 \theta_k T_k^j + \sum \beta X_{imt} + \mu_j + \sigma_t + \rho_d * \sigma_t + e_{imt}$$

Donde Y_{ijt} representa la variable de resultado de deserción, logro escolar o ingreso a la educación superior del estudiante i que asiste a la sede j en el momento t .

La variable T_k^j es una variable dummy que toma valor 1 si la sede j lleva k años en el programa CPE. De esta forma el coeficiente de interés es θ_k que estima el efecto de haber estudiado en una sede en el que se ha implementado el CPE durante k años. El grupo de variables X_{imt} muestra las variables individuales y familiares del estudiante i en el momento t . Las variables μ_j controlan por efectos fijos a nivel de sede y captura todas las diferencias entre las sedes que no cambian a través del tiempo. La variable σ_t controla por los choques ocurridos en un momento determinado y que son comunes a todas las sedes. La variable $\rho_d * \sigma_t$ permite controlar por características no observadas de todos los estudiantes de un departamento en un periodo de tiempo determinado.

Esta aproximación tiene el problema de que no controla bien por problemas de autoselección. Es posible, por ejemplo, que CPE haya llegado primero a aquellas sedes cuyos directivos y docentes estén más preocupados por la educación de los alumnos. Para solucionar este problema de selección basada en variables no observables se usa el método cuasi-

experimental de variables instrumentales (IV). Para esto se hace una estimación en dos etapas:

En la primera etapa se estima la ecuación:

$$T_k^j = \alpha_0 + \pi^k * z_{jt}^k + \sum b * X_{imt} + u_j + s_t + r_d * s_t + \varepsilon_{imt}$$

Donde la variable dependiente es la variable dummy que toma valor 1 para las sedes j que llevan k años con el programa CPE. Las variables u_j y s_t controlan por efectos fijos de sedes y de tiempo, y la variable $r_d * s_t$ controla por los efectos comunes de todos los estudiantes de un mismo departamento en un momento determinado.

En el estudio de Rodríguez et al. (2011) se hace la evaluación de impacto del programa Computadores Para Educar al año 2008. En ese estudio se encuentra que un estudiante que ha estado expuesto al programa de Computadores Para Educar por tres años tiene una probabilidad de deserción más baja en 5.9 puntos porcentuales. Además, ese estudio muestra que un niño que estudia en una sede que ha sido expuesta por ocho años al programa de Computadores Para Educar incrementa su logro académico en SABER en un 49% de desviación estándar (al compararlo con todas las sedes no beneficiadas y de un 90% si se compara con sedes con CPE antes de ser beneficiadas. Finalmente, los estudiantes que terminan sus estudios en sedes que han estado expuestas al programa Computadores Para Educar por cuatro años aumentan su probabilidad de entrar a la educación superior en 12.6 puntos porcentuales, y los que terminan en sedes expuestas por 8 años aumentan dicha probabilidad en 21.4 puntos porcentuales.

Siguiendo el estudio realizado en 2010, se van a usar dos instrumentos z_{jt}^k . La proporción de sedes del municipio que lleva más de k años con el programa CPE, y la proporción de estudiantes del municipio que llevan más de k años con el programa CPE. La intuición es que entre mayor sea la proporción de estudiantes o de sedes del municipio que hayan participado antes que la sede j en el CPE, aumenta la probabilidad de que los estudiantes de la sede j participen en el CPE.

Además de esta regresión en la que el tratamiento aparece como una dummy, se van a hacer regresiones en las que se va a utilizar una medida de intensidad del tratamiento en vez de este conjunto de dummies. La medida de intensidad va a estar asociadas al número de terminales disponible y a la intensidad de uso en las TIC. Se harán varias pruebas y correcciones adicionales para chequear la robustez de los resultados.

Fuentes secundarias de información:

La principal fuente de información es la base de datos entregada por la administración del programa CPE. Esta base contiene todas las actividades realizadas desde el 2004 y registra las entregas de computadores que se realizan a las sedes educativas del país por parte de la CPE. La base de datos contiene la información del número de equipos entregados a cada sede educativa, la fecha de la entrega y la ubicación de la sede. Además contiene información de los docentes que han recibido información en el programa CPE y a cual institución pertenecen.

La segunda fuente de información es la resolución r166 del ministerio de educación nacional. Esa base de datos contiene información a nivel de estudiante y de sede.

La tercera fuente de información es la prueba del Estado Saber 11 realizada por el ICFES. Esta base de datos contiene información a nivel de estudiante de sus resultados en las pruebas SABER 11, así como de algunas variables de caracterización socioeconómica de la familia.

La cuarta fuente de información son las bases de datos que maneja en el departamento de protección social, DPS. Esto no solamente incluye las bases del SISBEN, sino también otras bases, como las de jóvenes en acción.

La quinta fuente de información es la base del SPADIES que contiene la información de la entrada a instituciones de educación superior de todos los estudiantes del país.

En la Tabla 13 aparece la relación de cada uno de los objetivos y el tipo de análisis que se va a utilizar para resolverlo.

Tabla 13. Objetivos y Análisis

Objetivo	Tipo de análisis	Variables
3. Identificar los factores críticos que inciden en el cambio de las prácticas docentes y los conocimientos de los profesores a través de la apropiación de las TIC en el aula, con especial interés en los docentes que imparten cátedra en las áreas básicas.	Análisis descriptivo (determinantes)	<p>(A nivel de profesor)</p> <p>Variables dependientes: (3 variables dependientes)--> Número de horas a la semana que el docente desarrolla clase con sus estudiantes trabajando con TIC en el salón de clase, en el aula de informática y fuera del salón de clase (p309A docentes). Otra variable dependiente para otra regresión es el conocimiento de términos informáticos (p805), con la diferencia de que en las variables explicativas no esté la misma.</p> <p>Variables explicativas: <u>Factores críticos de los profesores</u>--> edad, género, nivel educativo, área de formación, área de enseñanza, dummy estatuto nuevo, escalafón, dummy de formación con CPE (p403 docentes), dummy de formación en TIC con otras instituciones (p401 y p403 docentes), 4 dummies de temas de capacitación, número de horas de formación en TIC (p407 docentes), conocimiento de términos informáticos (p805 docentes-proporción), año en que recibió la primera capacitación en TIC, año en que recibió la última capacitación en TIC, diferencia de años entre la primera y última capacitación en TIC (especificación alternativa), índice de actitudes (p800 docentes). <u>Factores críticos institucionales</u>--> Jornada, zona, proporción de docentes formados por CPE, dummy formación TIC con otras entidades, conectividad (acceso a internet, banda ancha), número de terminales (pc, portátiles, tabletas), controles departamentales (población, impuestos per cápita), efectos fijos departamentales</p>
4. Identificar y caracterizar las comunidades educativas adyacentes a las sedes beneficiadas por el Programa Computadores para Educar, para conocer los procesos de generación de nuevas dinámicas con las TIC. Las actividades que se identifiquen pueden estar enmarcadas con proyectos educativos, proyectos productivos, nuevos procesos de socialización, generación de aplicaciones (programas, software, etc.), y mejoras en la gestión escolar. Se busca precisar cómo las TIC han impactado y generado cambios	Análisis descriptivo (determinantes)	<p>(A nivel de sede)</p> <p>Variable dependiente: 5 dummies de actividades con TIC (p517 directivos).</p> <p>Variables explicativas: 8 dummies de tipos de personas que participan en las actividades (p518 directivos). <u>Variables a nivel de sede:</u> Jornada, zona, proporción de docentes formados por CPE, dummy formación TIC con otras entidades, conectividad (acceso a internet, banda ancha), número de terminales (pc, portátiles, tabletas), Controles departamentales</p>

en los procesos de formación, haciendo énfasis en comunidades indígenas, campesinas, y afrocolombianas.		(población, impuestos per cápita), efectos fijos departamentales. --> Se van a realizar 4 regresiones: 1 para todas las sedes, 1 para las sedes rurales, 1 para las sedes con comunidades indígenas y 1 para las sedes con comunidades afrocolombianas.
10. Analizar los factores críticos que generan beneficios a través del uso de terminales en las competencias de los estudiantes (análisis, síntesis, conceptualización, manejo de información, pensamiento sistémico, pensamiento crítico, investigación y metacognición).	Análisis descriptivo (determinantes)	<p>(A nivel de docente) Variable dependiente: suma de efectos positivos o negativos sobre los estudiantes según los profesores (p802, p803)</p> <p>Variables explicativas: <u>Variables a nivel de docente:</u> edad, género, nivel educativo, área de formación, área de enseñanza, dummy estatuto nuevo, escalafón, dummy de formación con CPE (p403 docentes), dummy de formación en TIC con otras instituciones (p401 y p403 docentes), 4 dummies de temas de capacitación, número de horas de formación en TIC (p407 docentes), conocimiento de términos informáticos (p805 docentes-proporción), año en que recibió la primera capacitación en TIC, año en que recibió la última capacitación en TIC, diferencia de años entre la primera y última capacitación en TIC (especificación alternativa), índice de actitudes (p800 docentes).. <u>Variables a nivel de sede:</u> Jornada, zona, Proporción de docentes formados por CPE, dummy formación TIC con otras entidades, conectividad (acceso a internet, banda ancha), número de terminales (pc, portátiles, tabletas), Controles departamentales (población, impuestos per capita), efectos fijos departamentales.</p>
13. Identificar el nivel de retención de la población con discapacidad en las sedes beneficiadas a través de las TIC, gracias a la formación que reciben los docentes a través del diplomado y su posterior aplicación en la generación de proyectos de aula con enfoque de inclusión y/o atención a población con discapacidad	Análisis descriptivo (determinantes)	<p>(A nivel de individuo en situación de discapacidad)</p> <p>Variable dependiente: dummy de retención (r166).</p> <p>Variables explicativas: <u>Variables a nivel de individuo:</u> género, edad, grado, dummies de tipo de discapacidad <u>Variables a nivel de sede:</u> Dummy de si algún docente en la sede ha incluido a estudiantes en situación de discapacidad en proyectos de aula (p604), proporción de estudiantes en situación de discapacidad que estén vinculados a proyectos de aulas (p514), Jornada, zona, Proporción de docentes formados por CPE, dummy formación TIC con otras entidades, conectividad (acceso a internet, banda ancha), número de terminales (pc, portátiles, tabletas), Controles departamentales (población, impuestos per cápita), efectos fijos departamentales. --> En primer lugar, se debe mirar el formulario de</p>

		docentes (p604) y luego el de directivos (p513) en caso de que ningún docente encuestado haya contestado SI en p604.
14. Identificar el grado de deserción e incremento de estudiantes con discapacidad en las sedes beneficiadas que generan proyectos en el uso pedagógico de las TIC, mediante un proceso comparativo desde la vinculación de la institución y en contraste con la población existente después del desarrollo de los Proyectos de Aula con TIC.	Análisis descriptivo (determinantes)	<p>(A nivel de individuo en situación de discapacidad)</p> <p>Variable dependiente: dummy de deserción (r166)</p> <p>Variables explicativas: <u>Variables a nivel de individuo:</u> género, edad, grado, dummies de tipo de discapacidad <u>Variables a nivel de sede:</u> Dummy de si algún docente en la sede ha incluido a estudiantes en situación de discapacidad en proyectos de aula (p604 docentes), proporción de estudiantes en situación de discapacidad que estén vinculados a proyectos de aulas (p514 directivos-especificación alternativa), Jornada, zona, Proporción de docentes formados por CPE, dummy formación TIC con otras entidades, conectividad (acceso a internet, banda ancha), número de terminales (pc, portátiles, tabletas), Controles departamentales (población, impuestos per cápita), efectos fijos departamentales. --> En primer lugar, se debe mirar el formulario de docentes (p604) y luego el de directivos (p513) en caso de que ningún docente encuestado haya contestado SI en p604.</p> <p>(A nivel de sede con estudiantes en situación de discapacidad).</p> <p>Variable dependiente: proporción de estudiantes en situación de discapacidad en la sede.</p> <p>Variables explicativas: <u>Variables a nivel de sede:</u> Dummy de si algún docente en la sede ha incluido a estudiantes en situación de discapacidad en proyectos de aula (p604 docentes), proporción de estudiantes en situación de discapacidad que estén vinculados a proyectos de aulas (p514 directivos-especificación alternativa), Jornada, zona, Proporción de docentes formados por CPE, dummy formación TIC con otras entidades,</p>

		conectividad (acceso a internet, banda ancha), número de terminales (pc, portátiles, tabletas), Controles departamentales (población, impuestos per cápita), efectos fijos departamentales. --> En primer lugar, se debe mirar el formulario de docentes (p604) y luego el de directivos (p513) en caso de que ningún docente encuestado haya contestado SI en p604.
15. Identificar y estimar el impacto de las acciones del Programa Computadores para Educar en el desempeño y logro escolar de estudiantes con discapacidad en las distintas áreas del currículo y la interacción de los docentes para permitirles nuevas formas de acceso a la información y nuevos mecanismos para evidenciar aprendizaje.	Impacto	<p>(A nivel de individuos en situación de discapacidad).</p> <p>Variable dependiente: logro escolar (saber 11) por áreas y puntaje total.</p> <p>Variables de tratamiento: dummies según antigüedad de la sede en CPE, proporción de profesores formados por CPE per cápita (e.g. según antigüedad), número de terminales CPE per cápita,</p> <p>Instrumentos: porcentaje de sedes en el municipio que tienen más tiempo de beneficio que la sede analizada, porcentaje de estudiantes en las sedes del mismo municipio que tienen más tiempo de beneficio que la sede analizada.</p> <p>Otros controles: <u>Variables a nivel de individuo:</u> género, edad, grado, puntaje SISBEN, educación jefe del hogar, dummies de tipo de discapacidad. <u>Variables a nivel de sede:</u> Jornada, zona, dummy formación TIC con otras entidades, conectividad (acceso a internet, banda ancha), Controles departamentales (población, impuestos per cápita), efectos fijos de sede (especificación alternativa), efectos fijos departamentales interactuado con el año, efectos fijos de año.</p>
17. Identificar los indicadores de impacto y contrastarlos con los analizados en la evaluación de impacto desarrollada en 2010 por CPE, además de la equiparación de las cifras de Colombia con las de otros países de Sur América, y del mundo, en cuanto al avance en la reducción de la brecha digital y de apropiación de las TIC en ambientes educativos y su entorno.	Revisión de literatura y análisis descriptivo (determinantes)	<p>(A nivel de individuos).</p> <p>Variable dependiente: logro escolar (saber 11) por áreas y puntaje total, deserción escolar (r166), acceso a la educación superior (SPADIES).</p> <p>Variables de tratamiento: dummies según antigüedad de la sede en CPE,</p> <p>Instrumentos: porcentaje de sedes en el municipio que tienen más tiempo de beneficio que la sede analizada, porcentaje de estudiantes en las sedes del mismo municipio que tienen más tiempo de beneficio que la sede analizada.</p> <p>Otros controles: <u>Variables a nivel de individuo:</u> género, edad, grado, puntaje SISBEN, educación jefe del hogar. <u>Variables a nivel de sede:</u> proporción de profesores formados por CPE per cápita, número de terminales CPE per</p>

		<p>cápita, efectos fijos de sede, Controles departamentales (población, impuestos per cápita), efectos fijos departamentales interactuado con el año, efectos fijos de año. --> Se pueden ensayar otras definiciones de intensidad de tratamiento como la proporción de profesores formados por CPE per cápita y el número de terminales CPE per cápita. Además, se puede ensayar otra variable de outcome como la frecuencia de uso de TIC por parte de los estudiantes</p>
<p>18. Determinar los niveles de uso y apropiación de los diferentes tipos de terminal disponible en cada sede educativa, teniendo como referencia el desarrollo de las competencias establecidas en la estrategia de formación y acceso del Programa.</p>	<p>Análisis descriptivo (determinantes)</p>	<p>(A nivel de individuo) Variable dependiente: número de horas a la semana que usa el computador para actividades académicas (p309.a estudiantes), número de horas a la semana que usa la tableta para actividades académicas (p309.b capacitados por año), índice de apropiación. Variables explicativas: <u>Variables a nivel de individuo:</u> género, edad, grado, proporción de respuestas positivas (agrupar) en p603 por cada competencia. <u>Variables a nivel de sede:</u> Jornada, zona, Proporción de docentes formados por CPE, dummy formación TIC con otras entidades, conectividad (acceso a internet, banda ancha), número de terminales (pc, portátiles, tabletas), Controles departamentales (población, impuestos per cápita), efectos fijos departamentales.</p>
<p>20. Evaluar los factores críticos que inciden en la apropiación de las TIC en su práctica docente, por parte de los profesores beneficiados, haciendo énfasis en las áreas básicas.</p>	<p>Análisis de descriptivo (determinantes) y análisis cualitativo</p>	<p>(A nivel de profesor) Variables dependientes: índice de apropiación de profesor. Variables explicativas: <u>Factores críticos de los profesores</u>--> edad, género, nivel educativo, área de formación, área de enseñanza, dummy estatuto nuevo, escalafón, dummy de formación con CPE (p403), dummy de formación en TIC con otras instituciones (p401 y p403), 4 dummies de temas de capacitación, número de horas de formación en TIC(p407), conocimiento de términos informáticos (p805 proporción), año en que recibió la primera capacitación en TIC, año en que recibió la última capacitación en TIC, diferencia de años entre la primera y última capacitación en TIC (especificación alternativa), índice de actitudes (p800). <u>Factores críticos institucionales</u>--> Jornada, zona, proporción de</p>

		docentes formados por CPE, dummy formación TIC con otras entidades, conectividad (acceso a internet, banda ancha), número de terminales (pc, portátiles, tabletas), Controles departamentales (población, impuestos per cápita), efectos fijos departamentales.
25. Analizar las actividades que generan uso y apropiación escolar de las TIC, según el tipo de terminal entregado a las sedes beneficiadas objeto de estudio, haciendo énfasis en las sedes de bajo logro escolar.	Análisis descriptivo (determinantes)	<p>(A nivel de sede de bajo logro escolar,)</p> <p>Variables dependientes: índice de apropiación.</p> <p>Variables explicativas: <u>Variables a nivel de docente:</u> actividades que generan uso de computador o tableta en docentes - proporción(p502 y p503 docentes), edad, género, nivel educativo, área de formación, área de enseñanza, dummy estatuto nuevo, escalafón, dummy de formación con CPE (p403 docentes), dummy de formación en TIC con otras instituciones (p401 y p403 docentes), 4 dummies de temas de capacitación, número de horas de formación en TIC (p407 docentes), conocimiento de términos informáticos (p805 docentes-proporción), año en que recibió la primera capacitación en TIC, año en que recibió la última capacitación en TIC, diferencia de años entre la primera y última capacitación en TIC (especificación alternativa), índice de actitudes (p800 docentes). <u>Variables a nivel de estudiante:</u> actividades que generan uso de computador o tableta en estudiantes - proporción (p401 estudiantes), género, edad, grado, puntaje SISBEN, educación jefe del hogar. <u>Variables a nivel de sede:</u> actividades administrativas que generan uso de TIC - proporción (p507 directivos), Jornada, zona, Proporción de docentes formados por CPE, dummy formación TIC con otras entidades, conectividad (acceso a internet, banda ancha), número de terminales (pc, portátiles, tabletas), Controles departamentales (población, impuestos per cápita), efectos fijos departamentales. --> 3 especificaciones según el nivel.</p>
26. Identificar y analizar las actividades que generan avance y apropiación de las TIC en las áreas de conocimiento, especialmente en las áreas básicas; así mismo se debe analizar la manera de aumentar su impacto en el corto, mediano y largo plazo.	Análisis descriptivo (determinantes) y análisis cualitativo	<p>(A nivel de estudiante)</p> <p>Variable dependiente: índice de apropiación a nivel de estudiante.</p> <p>Variables explicativas: <u>Variables a nivel de estudiante:</u> Actividades que generan uso de computador o tableta en estudiantes (p401 estudiantes), género, edad, grado, puntaje SISBEN, educación jefe del hogar. <u>Variables a nivel de sede:</u> Jornada, zona, número de años de</p>

		permanencia en el programa, Proporción de docentes formados por CPE, dummy formación TIC con otras entidades, conectividad (acceso a internet, banda ancha), número de terminales (pc, portátiles, tabletas), Controles departamentales (población, impuestos per cápita), efectos fijos departamentales. --> Para el análisis de corto, mediano y largo plazo, se utilizará la antigüedad de la sede con CPE (regresión por grupos según antigüedad).
27. Identificar, definir y evaluar cuáles son los factores que podrían permitir que el modelo pedagógico de CPE genere impactos positivos en los resultados de las pruebas de estado presentadas por de los estudiantes, aun sin el acompañamiento del docente.	Análisis descriptivo (determinantes)	<p>(A nivel de individuo). Se realiza una regresión en dos etapas:</p> <p>Etapas1→Variable dependiente: índice de apropiación del estudiante.</p> <p>Variables explicativas: proporción de respuestas positivas (agrupar) en p603 por cada competencia y proporción de docentes formados por CPE.</p> <p>Etapas2→Variable dependiente: Puntaje Saber 11.</p> <p>Variables explicativas: Estimación resultante de la apropiación en la etapa 1.</p>
28. Clasificar la población beneficiada del Programa, según el nivel de apropiación y uso de las TIC (alfabetización, capacitación, apropiación, trabajo colaborativo, ciudadanía digital, etc.).	Análisis descriptivo (estadísticas descriptivas)	<p>(Para directivos, docentes, estudiantes, padres de familia, funcionarios de biblioteca y usuarios de biblioteca y casa de la cultura)--></p> <p>Estadísticas descriptivas (media, desviación estándar, mínimo, máximo) frecuencia de uso de computadores de escritorio, portátiles y tabletas, frecuencia de uso de TIC en días escolares (p502 directivos), frecuencia de uso de TIC en fines de semana (p503 directivos), capacitación en uso seguro y responsable de TIC (p604 estudiantes y p803 padres de familia), habilidades en el uso de pc o tabletas (uso de varias herramientas: p403 estudiantes y p505 docentes), habilidades en el uso de internet (manejo y frecuencia de uso de recursos en internet : p315 y p316 estudiantes y p417 docentes), aplicabilidad de la capacitación (número de proyectos apoyados en TIC realizados). --> Sacar un índice de apropiación y clasificarlo. Realizar el análisis en dos grupos: de mayor y menor antigüedad de la sede con CPE. Sacar la media por grupo y realizar un análisis de diferencia de medias.</p>

<p>34. Establecer el tiempo de uso actual de los estudiantes, docentes y padres de familia a los terminales y aplicaciones instaladas en cada uno de los tipos de terminal, diferenciados según su tipo; a partir de estos resultados, del análisis de la información nacional e internacional a este respecto, y de los resultados obtenidos en la actualización de los impactos del Programa, concluir respecto al tiempo de uso y las características de uso con las que se ha de maximizar la apropiación de las TIC en la comunidad educativa beneficiaria de CPE.</p>	<p>Revisión de literatura, análisis descriptivo (estadísticas descriptivas) y análisis cualitativo de las aplicaciones instaladas</p>	<p><i>(Para docentes, estudiantes y padres de familia)--></i> Estadísticas descriptivas (media, desviación estándar, mínimo, máximo) de Nivel de uso de computadores de escritorio, portátiles y tabletas (p502 y p503 directivos, p308 docentes, p309 estudiantes, p309 padres de familia). --> Además, se puede realizar el análisis en dos grupos: de mayor y menor antigüedad de la sede con CPE. Sacar la media por grupo y realizar un análisis de diferencia de medias.</p>
<p>36. Evaluar los factores críticos que inciden en el uso y apropiación de las TIC en los directivos, docentes beneficiados para mejorar su gestión, así como estudiantes y padres de familia. A partir de estos resultados, identificar y analizar qué factores hacen que una sede educativa avance más rápidamente en la apropiación y uso de las TIC que otras sedes que no cuentan con la misma apropiación, en periodos similares de tiempo.</p>	<p>Análisis descriptivo (determinantes)</p>	<p><i>(A nivel de directivos, docente, estudiantes y padres de familia)</i> Variables dependientes: <u>Directivos:</u> índice de apropiación de directivos, frecuencia de uso de TIC (computadores, portátil y tableta) en días escolares (p501.2, p502.2 y p503.2), frecuencia de uso de TIC (computadores, portátil y tableta) en fines de semana (p501.3, p502.3 y p503.3). <u>Docentes y estudiantes:</u> índice de apropiación de estudiantes, número de horas a la semana que usa el computador para actividades académicas (p309.a estudiantes), número de horas a la semana que usa la tableta para actividades académicas (p309.b estudiantes), <u>Padres de familia:</u> índice de apropiación de padres de familia, número de horas a la semana que utiliza las TIC (computador y tableta). Variables explicativas: <u>Factores críticos de los profesores</u>--> edad, género, nivel educativo, área de formación, área de enseñanza, dummy estatuto nuevo, escalafón, dummy de formación con CPE (p403), dummy de formación en TIC con otras instituciones (p401 y p403), 4 dummies de temas de capacitación, número de horas de formación en TIC(p407), conocimiento de términos informáticos (p805 proporción), año en que recibió la primera capacitación en TIC, año en que recibió la última capacitación en TIC, diferencia de años entre la primera y última capacitación en TIC (especificación alternativa), índice de actitudes (p800).<u>Factores críticos a nivel de estudiante:</u> género, edad, grado, puntaje SISBEN, educación jefe del hogar, <u>Factores críticos de Padres de familia:</u> nivel educativo alcanzado, principal actividad económica, género, participación en cursos para aprender a usar computadores o tabletas (p400), dummy de formación con CPE (p401.g), dummy de formación en TIC con otras</p>

		<p>instituciones (p401), dummies de temas de capacitación (p402), número de horas de la capacitación (p403), conocimiento de términos informáticos (p805-proporción) <u>Factores críticos institucionales</u>--> Jornada, zona, proporción de docentes formados por CPE, dummy formación TIC con otras entidades, conectividad (acceso a internet, banda ancha), número de terminales (pc, portátiles, tabletas), Controles departamentales (población, impuestos per cápita), efectos fijos departamentales. -----> La especificación del modelo depende del nivel que se quiere evaluar (e.g. si es para docentes, se toman las variables dependientes de los docentes y las variables explicativas de los mismos junto con los factores críticos institucionales).</p>
<p>38. Determinar los niveles de uso y apropiación de los diferentes tipos de terminal disponible en cada sede educativa, teniendo como referencia el desarrollo de las competencias establecidas en la estrategia de formación y acceso del Programa.</p>	<p>Análisis descriptivo (determinantes) (ver 18)</p>	<p>(A nivel de individuo) Variable dependiente: número de horas a la semana que usa el computador para actividades académicas (p309.a estudiantes), número de horas a la semana que usa la tableta para actividades académicas (p309.b capacitados por año), índice de apropiación. Variables explicativas: <u>Variables a nivel de individuo:</u> género, edad, grado, proporción de respuestas positivas (agrupar) en p603 por cada competencia. <u>Variables a nivel de sede:</u> Jornada, zona, Proporción de docentes formados por CPE, dummy formación TIC con otras entidades, conectividad (acceso a internet, banda ancha), número de terminales (pc, portátiles, tabletas), Controles departamentales (población, impuestos per cápita), efectos fijos departamentales.</p>
<p>39. Establecer el tiempo de uso actual de los estudiantes, docentes y padres de familia a los terminales, diferenciados según su tipo; a partir de estos resultados, del análisis de la información nacional e internacional a este respecto, y de los resultados obtenidos en la actualización de los impactos del Programa, concluir respecto al tiempo de uso y las características de uso con las que se ha de maximizar la apropiación de las TIC en la comunidad educativa beneficiaria de CPE.</p>	<p>Revisión de literatura, análisis descriptivo (estadísticas descriptivas) y análisis cualitativo de las aplicaciones instaladas (ver 34)</p>	<p>(Para docentes, estudiantes y padres de familia)--> Estadísticas descriptivas (media, desviación estándar, mínimo, máximo) de Nivel de uso de computadores de escritorio, portátiles y tabletas (p502 y p503 directivos, p308 docentes, p309 estudiantes, p309 padres de familia). --> Además, se puede realizar el análisis en dos grupos: de mayor y menor antigüedad de la sede con CPE. Sacar la media por grupo y realizar un análisis de diferencia de medias.</p>
<p>40. Evaluar los factores críticos que inciden en el uso de las TIC en los padres de familia de estudiantes beneficiados.</p>	<p>Análisis descriptivo (Determinantes)</p>	<p>(A nivel de padre de familia) Variables dependientes: número de horas a la semana que utiliza las TIC (computador y tableta). Variables explicativas: <u>Factores críticos de</u></p>

		<p><u>Padres de familia:</u> nivel educativo alcanzado, principal actividad económica, género, participación en cursos para aprender a usar computadores o tabletas (p400), dummy de formación con CPE (p401.g), dummy de formación en TIC con otras instituciones (p401), dummies de temas de capacitación (p402), número de horas de la capacitación (p403), conocimiento de términos informáticos (p805-proporción), habilidades en el uso de internet (manejo y frecuencia de uso de recursos en internet: p406 y p407), capacitación en uso seguro y responsable de TIC (p803 padres de familia). <u>Factores críticos institucionales</u>--> Jornada, zona, proporción de docentes formados por CPE, dummy formación TIC con otras entidades, conectividad (acceso a internet, banda ancha), número de terminales (pc, portátiles, tabletas), Controles departamentales (población, impuestos per cápita), efectos fijos departamentales.</p>
<p>41. Analizar las actividades que generan uso y apropiación de las TIC, según el tipo de terminal entregado a las sedes educativas objeto de estudio, haciendo énfasis en las sedes de bajo logro escolar</p>	<p>Análisis descriptivo (determinantes) (ver 25)</p>	<p>(A nivel de sede de bajo logro escolar.) Variables dependientes: índice de apropiación. Variables explicativas: <u>Variables a nivel de docente:</u> actividades que generan uso de computador o tableta en docentes - proporción(p502 y p503 docentes), edad, género, nivel educativo, área de formación, área de enseñanza, dummy estatuto nuevo, escalafón, dummy de formación con CPE (p403 docentes), dummy de formación en TIC con otras instituciones (p401 y p403 docentes), 4 dummies de temas de capacitación, número de horas de formación en TIC (p407 docentes), conocimiento de términos informáticos (p805 docentes-proporción), año en que recibió la primera capacitación en TIC, año en que recibió la última capacitación en TIC, diferencia de años entre la primera y última capacitación en TIC (especificación alternativa), índice de actitudes (p800 docentes). <u>Variables a nivel de estudiante:</u> actividades que generan uso de computador o tableta en estudiantes - proporción (p401 estudiantes), género, edad, grado, puntaje SISBEN, educación jefe del hogar. <u>Variables a nivel de sede:</u> actividades administrativas que generan uso de TIC - proporción (p507 directivos), Jornada, zona, Proporción de docentes formados por CPE, dummy formación TIC con otras entidades,</p>

		conectividad (acceso a internet, banda ancha), número de terminales (pc, portátiles, tabletas), Controles departamentales (población, impuestos per cápita), efectos fijos departamentales. --> 3 especificaciones según el nivel.
42. Identificar si en las sedes educativas existe presencia de etnias y sus características demográficas, así como la población de estudiantes en situación de discapacidad o con déficit de atención, la distribución de los estudiantes por grado, el tipo de terminal que utilizan, si dicha terminal fue provista por CPE o por algún otro Programa/iniciativa, las dificultades de conectividad existentes en la sede educativa, y la frecuencia de uso semanal en el aula, al igual que la conectividad utilizada (banda ancha, banda estrecha, entre otras).	Análisis descriptivo (estadísticas descriptivas)	<p>(A nivel de sede)</p> <p>Estadísticas descriptivas-->(Media, desviación estándar, mínimo, máximo). <u>Este análisis se realiza para dos grupos: etnias y estudiantes en situación de discapacidad en la sede.</u> tipos de discapacidades por sede (r166), distribución de estudiantes por grado en cada sede (r166), quiénes (directivos, docentes, estudiantes, padres de familia, funcionarios y usuarios de bibliotecas y casas de la cultura) utilizan los computadores de escritorio, el portátil y la tableta por sede (p501-p503 directivos), número de terminales provistas por CPE en la sede (p406 directivos), número de dispositivos provistos bajo la estrategia de Nativos Digitales (p407 directivos), número de terminales provistas por otras entidades(p408 directivos), sedes con servicio de energía continuo (p201 Observación de aula), fuente de electricidad de la sede educativa (p200 Observación de aula), número de puntos de acceso a red funcionando (p209 observación de aula), Número de horas a la semana que trabaja con TIC en el salón de clase (p209A docentes), tipo y velocidad de conectividad (Base general MEN provista por CPE).--> Además, el análisis se realiza sin las variables de observaciones de aula y con las variables de observaciones de aula.</p>
43. Analizar la información asociada a la infraestructura existente en las sedes beneficiadas, y la problemática asociada a la misma, teniendo en cuenta: energía eléctrica, ayudas audiovisuales (tv, video beam, entre otras), conectividad (banda ancha, banda estrecha), entre otras necesidades identificadas.	Análisis descriptivo (Estadísticas descriptivas)	<p>(A nivel de sede)</p> <p>Estadísticas descriptivas-->(Media, desviación estándar, mínimo, máximo) TIC con que cuenta la sede (p111 directivos), Mantenimiento preventivo a los computadores que posee la sede (p601 directivos), sedes educativas que cuentan con acceso a internet (p115 directivos y Base general MEN provista por CPE), implementación de políticas o prácticas para la disponibilidad de TIC (p606 directivos), conocimiento de la MAT (Mesa Técnica de Ayuda)(p607 directivos), tipo y velocidad de conectividad (Base general MEN</p>

		provista por CPE)., Razones por las que no utiliza el computador para preparar o desarrollar clases (p413 docentes), dificultades que ha tenido la sede para desarrollar proyectos con el uso de las TIC (p907 docentes).
44. Identificar el grado de apropiación y frecuencia de uso de las TIC en las diferentes áreas de conocimiento, según el grado escolar; tales como matemáticas, ciencias sociales, ciencias naturales, informática, inglés y lenguaje	Análisis descriptivo (determinantes)	<p>(A nivel de estudiante: 1 regresión para estudiantes de 9° y 1 regresión para estudiantes de 11°)</p> <p>Variable dependiente: índice de apropiación por áreas.</p> <p>Variables explicativas: <u>Variables a nivel de estudiante:</u> Actividades que generan uso de computador o tableta en estudiantes (p401 estudiantes), género, edad, grado, puntaje SISBEN, educación jefe del hogar. <u>Variables a nivel de sede:</u> Jornada, zona, Proporción de docentes formados por CPE, dummy formación TIC con otras entidades, conectividad (acceso a internet, banda ancha), número de terminales (pc, portátiles, tabletas), Controles departamentales (población, impuestos per cápita), efectos fijos departamentales. --> Para el análisis de corto, mediano y largo plazo, se utilizará la antigüedad de la sede con CPE (regresión por grupos según antigüedad).</p>

Tabla 14. Matriz del Componente Cualitativo

Objetivo	Tipo de análisis	Variables
1. Analizar las tendencias internacionales y las expectativas de los docentes en términos de formación según las características de las sedes, contemplando: a. Estrategias internacionales encaminadas a la formación y apropiación de las TIC y las oportunidades o dificultades de su aplicación en Colombia. b. Los contenidos incluidos en cada programa, identificando la pertinencia de éstos en la reducción de la brecha digital.	Revisión de literatura y análisis cualitativo	Variable explicativa: conocimiento - percepción de las tendencias nacionales e internacionales en el uso de las TIC para la enseñanza. Segmentos: Docentes y Rectores: Técnica de Recolección: entrevistas en profundidad y sesiones de grupo.
8. Identificar las principales características de los programas exitosos en el mejoramiento de la calidad educativa a través del uso de las TIC.	Revisión de literatura y análisis cualitativo	Variables explicativas: (1) Conocimiento y descripción de programas exitosos basados en el uso de las TIC. Técnica de Recolección: Entrevistas en profundidad para Docentes y Rectores.

<p>12. Definir las acciones y actividades que debe desarrollar CPE para encaminarse en el mismo sentido de las mejores prácticas en pedagogía, robótica educativa, gestión de residuos electrónicos, acceso a dispositivos y/o soluciones tecnológicas.</p>	<p>Revisión de literatura, recomendaciones de política y análisis cualitativo</p>	<p>Variable dependiente: (1) Conocimiento de las actividades de CPE en el tema ambiental. (2) Percepciones sobre la robótica educativa y el desempeño de CPE en el tema. Técnicas de Recolección: Entrevistas en profundidad en Docentes y Rectores y sesiones de grupo en docentes y estudiantes.</p>
<p>22. Identificar las diferentes soluciones tecnológicas que pueden usarse en la educación, y analizar la mejor estrategia de uso para generar mayores oportunidades entre los estudiantes beneficiados. Se requiere que el análisis se haga diferenciando entre estudiantes de primaria y secundaria en Colombia.</p>	<p>Revisión de literatura y análisis cualitativo</p>	<p>Variables descriptivas y explicativas: (1) Conceptualización de las TIC. (2) Conocimiento y uso de las TIC (3) TIC más usadas y que más gustan en el ambiente académico. Técnicas de recolección: entrevistas en profundidad para docentes, rectores y padres de familia. Sesiones de grupo en docentes y estudiantes. Así mismo, la observación antropológica puede aportar elementos para este objetivo.</p>
<p>40. Evaluar los factores críticos que inciden en el uso de las TIC en los padres de familia de estudiantes beneficiados.</p>	<p>Análisis descriptivo (Determinantes)</p>	<p><i>(A nivel de padre de familia)</i> Variables dependientes: número de horas a la semana que utiliza las TIC (computador y tableta), habilidades en el uso de internet (manejo y frecuencia de uso de recursos en internet: p406 y p407), capacitación en uso seguro y responsable de TIC (p803 padres de familia).</p>
<p>41. Analizar las actividades que generan uso y apropiación de las TIC, según el tipo de terminal entregado a las sedes educativas objeto de estudio, haciendo énfasis en las sedes de bajo logro escolar</p>	<p>Análisis descriptivo (determinantes) (ver 25)</p>	<p><i>(A nivel de sede de bajo logro escolar, a nivel de docentes y a nivel de estudiantes)</i> Variables dependientes: actividades administrativas que generan uso de TIC - proporción (p507 directivos), actividades que generan uso de computador o tableta en docentes - proporción(p502 y p503 docentes), actividades que generan uso de computador o tableta en estudiantes - proporción (p401 estudiantes). Variables explicativas: <u>Variables a nivel de docente:</u> edad, género, nivel educativo, área de formación, área de enseñanza, dummy estatuto nuevo, escalafón, dummy de formación con CPE (p403 docentes), dummy de formación en TIC con otras instituciones (p401 y p403 docentes), 4 dummies de temas de capacitación, número de horas de formación en TIC (p407 docentes), conocimiento de términos informáticos (p805 docentes-proporción), año en que recibió la primera capacitación en TIC, año en que</p>

		recibió la última capacitación en TIC, diferencia de años entre la primera y última capacitación en TIC (especificación alternativa), índice de actitudes (p800 docentes). <u>Variables a nivel de estudiante:</u> género, edad, grado, puntaje SISBEN, educación jefe del hogar. <u>Variables a nivel de sede:</u> Jornada, zona, Proporción de docentes formados por CPE, dummy formación TIC con otras entidades, conectividad (acceso a internet, banda ancha), número de terminales (pc, portátiles, tabletas), Controles departamentales (población, impuestos per cápita), efectos fijos departamentales. --> 3 especificaciones según el nivel.
42. Identificar si en las sedes educativas existe presencia de etnias y sus características demográficas, así como la población de estudiantes en situación de discapacidad o con déficit de atención, la distribución de los estudiantes por grado, el tipo de terminal que utilizan, si dicha terminal fue provista por CPE o por algún otro Programa/iniciativa, las dificultades de conectividad existentes en la sede educativa, y la frecuencia de uso semanal en el aula, al igual que la conectividad utilizada (banda ancha, banda estrecha, entre otras).	Análisis descriptivo (estadísticas descriptivas)	(A nivel de sede) Estadísticas descriptivas-->(Media, desviación estándar, mínimo, máximo). <u>Este análisis se realiza para dos grupos: etnias y estudiantes en situación de discapacidad en la sede.</u> tipos de discapacidades por sede (r166), distribución de estudiantes por grado en cada sede (r166), quiénes (directivos, docentes, estudiantes, padres de familia, funcionarios y usuarios de bibliotecas y casas de la cultura) utilizan los computadores de escritorio, el portátil y la tableta por sede (p501-p503 directivos), número de terminales provistas por CPE en la sede (p406 directivos), número de dispositivos provistos bajo la estrategia de Nativos Digitales (p407 directivos), número de terminales provistas por otras entidades(p408 directivos), sedes con servicio de energía continuo (p201 Observación de aula), fuente de electricidad de la sede educativa (p200 Observación de aula), número de puntos de acceso a red funcionando (p209 observación de aula), Número de horas a la semana que trabaja con TIC en el salón de clase (p209A docentes), tipo y velocidad de conectividad (Base general MEN provista por CPE).--> Además, el análisis se realiza sin las variables de observaciones de aula y con las variables de observaciones de aula.
43. Analizar la información asociada a la infraestructura existente en	Análisis descriptivo	(A nivel de sede)

<p>las sedes beneficiadas, y la problemática asociada a la misma, teniendo en cuenta: energía eléctrica, ayudas audiovisuales (tv, video beam, entre otras), conectividad (banda ancha, banda estrecha), entre otras necesidades identificadas.</p>	<p>(Estadísticas descriptivas)</p>	<p>Estadísticas descriptivas-->(Media, desviación estándar, mínimo, máximo) TIC con que cuenta la sede (p111 directivos), Mantenimiento preventivo a los computadores que posee la sede (p601 directivos), sedes educativas que cuentan con acceso a internet (p115 directivos y Base general MEN provista por CPE), implementación de políticas o prácticas para la disponibilidad de TIC (p606 directivos), conocimiento de la MAT (Mesa Técnica de Ayuda)(p607 directivos), tipo y velocidad de conectividad (Base general MEN provista por CPE)., Razones por las que no utiliza el computador para preparar o desarrollar clases (p413 docentes), dificultades que ha tenido la sede para desarrollar proyectos con el uso de las TIC (p907 docentes).</p>
<p>44. Identificar el grado de apropiación y frecuencia de uso de las TIC en las diferentes áreas de conocimiento, según el grado escolar; tales como matemáticas, ciencias sociales, ciencias naturales, informática, inglés y lenguaje</p>	<p>Análisis descriptivo (determinantes)</p>	<p>(A nivel de estudiante: 1 regresión para estudiantes de 9° y 1 regresión para estudiantes de 11°)</p> <p>Variable dependiente: Uso y frecuencia de uso de computadores y tabletas para cada clase (p312 y p313 estudiantes).</p> <p>Variables explicativas: <u>Variables a nivel de estudiante</u>: Actividades que generan uso de computador o tableta en estudiantes (p401 estudiantes), género, edad, grado, puntaje SISBEN, educación jefe del hogar. <u>Variables a nivel de sede</u>: Jornada, zona, Proporción de docentes formados por CPE, dummy formación TIC con otras entidades, conectividad (acceso a internet, banda ancha), número de terminales (pc, portátiles, tabletas), Controles departamentales (población, impuestos per cápita), efectos fijos departamentales. --> Para el análisis de corto, mediano y largo plazo, se utilizará la antigüedad de la sede con CPE (regresión por grupos según antigüedad).</p>

V. Temas Ambientales

12. DEFINIR LAS ACCIONES Y ACTIVIDADES QUE DEBE DESARROLLAR CPE PARA ENCAMINARSE EN EL MISMO SENTIDO DE LAS MEJORES PRÁCTICAS EN PEDAGOGÍA, ROBÓTICA EDUCATIVA, GESTIÓN DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS, ACCESO A DISPOSITIVOS

Marco Normativo

El desarrollo tecnológico de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) se relaciona directamente con procesos de comunicación, información y entretenimiento; este desarrollo es rápido, permanente y progresivo, lo que genera una problemática ambiental una vez concluye el ciclo de vida de los AEE, al convertirse en residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).

La principal característica de los RAEE se encuentra en sus componentes, debido a que algunos de estos elementos, como ciertos metales, son recuperables y pueden ser reincorporados a la cadena de valor a un menor valor que insumos nuevos, sin embargo, otros componentes contienen sustancias peligrosas que pueden considerarse como residuos peligrosos (RESPEL) que requieren de un tratamiento o disposición final diferente a los residuos convencionales, por los efectos que pueden causar a la salud humana y al ambiente.

Así mismo, se estima que a nivel mundial se produce entre 20 y 50 millones de toneladas de RAEE, lo que equivale al 5% del total de residuos sólidos del planeta²⁹, lo que ha obligado a desarrollar un marco normativo que asegure y garantice una gestión integral adecuada, contemplando diferentes opciones en aprovechamiento, valorización y disposición final.

²⁹ United Nations Environment Programme, UNEP, Environment alert bulletin, e-waste, the hidden side of IT equipment's manufacturing and use, 2005.

A continuación se presenta la revisión normativa desde lo internacional hasta el contexto local que evidencia la evolución de la jurisprudencia frente a una importante problemática.

Marco normativo internacional asociado a la gestión integral de los RAEE

Convención de Basilea

La convención de Basilea establece los lineamientos para el control de los movimientos transfronterizos de los residuos peligrosos y su eliminación, este tratado multilateral ha sido ratificado por 172 países y su objetivo primordial es proteger el ambiente y la salud humana de los posibles efectos nocivos derivados de la generación, el manejo y la eliminación de los residuos peligrosos.

La convención de Basilea regula los movimientos transfronterizos aplicando el procedimiento del “consentimiento fundamentado previo”, que exige a los países que formule un marco normativo para prevenir y castigar el tráfico ilícito de los residuos peligrosos y obliga a que se manejen y eliminen adecuadamente; es así como bifenilos policlorados y polibromadas sustancias que se encuentran presentes en componentes de los RAEE, son clasificadas por la convención en residuos peligrosos y no peligrosos como se observa en la tabla N°1.

Tabla 1. Categoría de los RAEE por codificación de anexos del convenio de Basilea

Lista A Residuos peligrosos cód.A1180

**Lista B – Residuos No peligrosos cód.
B1110**

Montajes eléctricos y electrónicos como baterías, interruptores de mercurio, tubos de rayos catódicos y capacitadores de PCB

Montajes electrónicos que contengan metales o aleaciones, cables o elementos que no se encuentren enumeradas en la lista A.

Fuente: Lista A y B, convenio de Basilea.

Los estados firmantes el convenio deberán gestionar todas las herramientas necesarias para el cumplimiento del convenio, en Colombia se ratificó la adhesión con la **Ley 253 de 1996** permitiendo orientar las estrategias normativas para buscar una gestión adecuada a los residuos peligrosos.

Protocolo de Montreal

El objetivo del protocolo es proteger la capa de ozono mediante el control de la producción de las sustancias agotadoras de dicha capa, las estrategias de control son el establecimiento de fechas de control de sustancias agotadoras de la capa de ozono y prohibición a la importación o exportación de sustancias agotadoras con estados que no hagan parte del protocolo.

El protocolo ha sido ratificado por 190 países, Colombia lo ratificó en 1992 con la **Ley 29**, comprometiéndose a cumplir metas de reducción en la producción de gases CFC (clorofluorocarbonados), donde su principal generación es en la industria de los refrigerantes.

El protocolo es importante en la gestión de los RAEE por que las sustancias agotadoras de la capa de ozono, objeto del protocolo, están contenidas en neveras, congeladores y refrigerantes, esto permite evidenciar la importancia de su adecuada disposición.

Convenio de Estocolmo

El convenio regula el tratamiento de los contaminantes orgánicos persistentes (COP), estableciendo a los miembros de la convención adoptar y desarrollar medidas necesarias para prohibir la producción, utilización, importación y exportación de compuestos industriales como los PCB (Policlorobifenilos), que son sustancias tóxicas que se encuentran contenidos en los condensadores de algunos AEE. Colombia ratificó este convenio a través de la **Ley 994 de 2005 y 1196 de 2008**. A modo de información se ilustra a continuación el estado actual de la gestión de los RAEE en América Latina.

Ilustración 1. Estado actual de RAEE en A.L.



Fuente: Plataforma RELAC, modificado por CNC octubre 2014.³⁰

³⁰Adaptado de la página web de la plataforma RELAC, www.residuoselectronicos.net en octubre 2014. Modificado por CNC en octubre de 2014

Marco normativo colombiano asociado a la gestión integral de los RAEE

Colombia se ha caracterizado por ser pionero en marco normativo ambiental en la región de América Latina, aunque al igual que en otros países sus comienzos normativos en RAEE se asociaron con la normatividad de residuos peligrosos por el tipo de compuestos de los AEE, no obstante, se han realizado esfuerzos para establecer política públicas entorno a la gestión integral de los RAEE.

El primer paso acertado fue en 1974 con el **Código de los Recursos Naturales**, el cual estableció por primera vez un manejo adecuado de los residuos en su artículo 38: *“por razón del volumen o de la cantidad de los residuos o desechos, se podrá imponer a quien los produce la obligación de recolectarlos, tratarlos o disponer de ellos, señalándole los medios para cada caso”*, posteriormente se generó en 1979 la **Ley sanitaria**, que menciona en el artículo 31, la importancia de manejar adecuadamente las basuras especiales y lo complementa con la **resolución 2309 de 1986** reglamentando el permiso de transporte, almacenamiento y disposición.

En 1992 la conferencia de Río, se convirtió en el origen de las estrategias que buscan la sostenibilidad ambiental dentro de los modelos políticos y económicos a nivel mundial. En Colombia esta ola ambiental generó en el año inmediatamente posterior una reforma en las instituciones ambientales existentes, debido a que se dio origen al Ministerio de Ambiente, a las Corporaciones Autónomas Regionales y al Sistema Nacional Ambiental, que influyó a su vez, la ratificación en 1996 del convenio de Basilea con la **Ley 253**.

En 1998 se da origen a la **Política para la Gestión Integral de Residuos**, estructurada bajo dos ejes temáticos principales, el primero orientar a las entidades públicas en la responsabilidad sobre el control y seguimiento de los residuos, el segundo eje temático vinculó al sector privado para buscar estrategias concernientes a la disminución de los residuos. Dentro de los objetivos de la política se encuentran aumentar el aprovechamiento de los residuos, mejorar los sistemas de eliminación, tratamiento y disposición final, y un objetivo muy importante, relacionado con el objeto de este estudio: conocer y dimensionar la problemática de los residuos peligrosos en el país.

Posteriormente la **Ley 430 de 1998**, dicta nuevas prohibiciones referentes al manejo integral de residuos peligrosos en el país y establece responsabilidades de generador a fabricantes e importadores, siete años después con el **Decreto 4741 de 2005**, obliga a los mismos a presentar planes de gestión integral de residuos peligrosos (PGIRESPEL), devolución post consumo y de contingencia; para los planes de devolución post consume se priorizan los plaguicidas, los fármacos y las baterías usadas plomo – ácido.

En el año 2005, para complementar la política para la gestión integral de residuos, se origina la **Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos**, cuyo fin es minimizar la generación de RESPEL y promover un manejo responsable reduciendo los impactos sobre la salud humana y el ambiente.

Es en el 2010 con la **resolución 1512** del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial donde se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de computadores y periféricos como una estrategia de control y manejo ambiental; los principios de responsabilidad extendida, prevención y gradualidad entre los actores involucrados, tales como: productores, proveedores, consumidores y autoridades ambientales

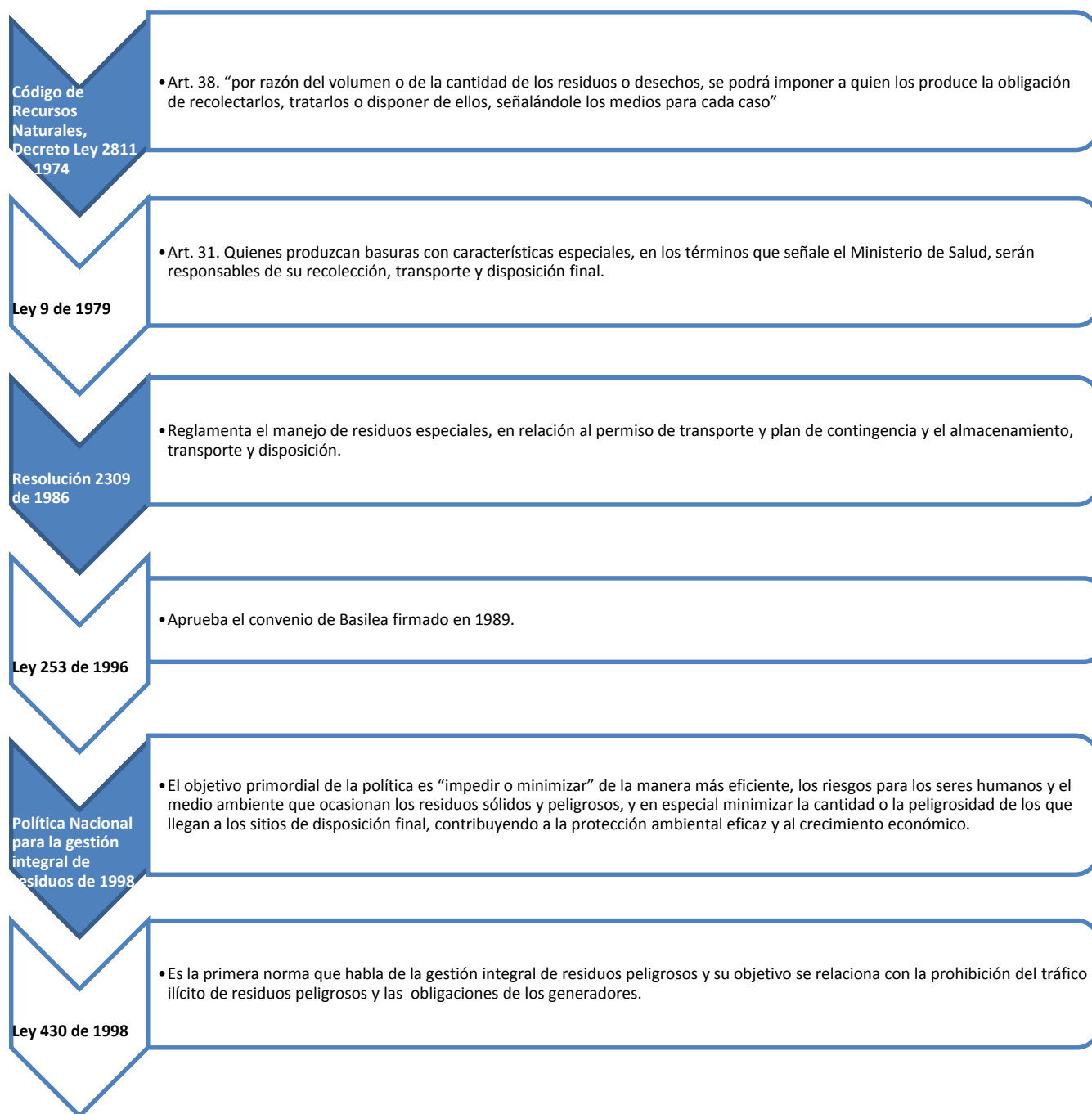
significó un avance en la gestión, obligando a los productores de computadores a formular, presentar e implementar sistemas de recolección selectiva.

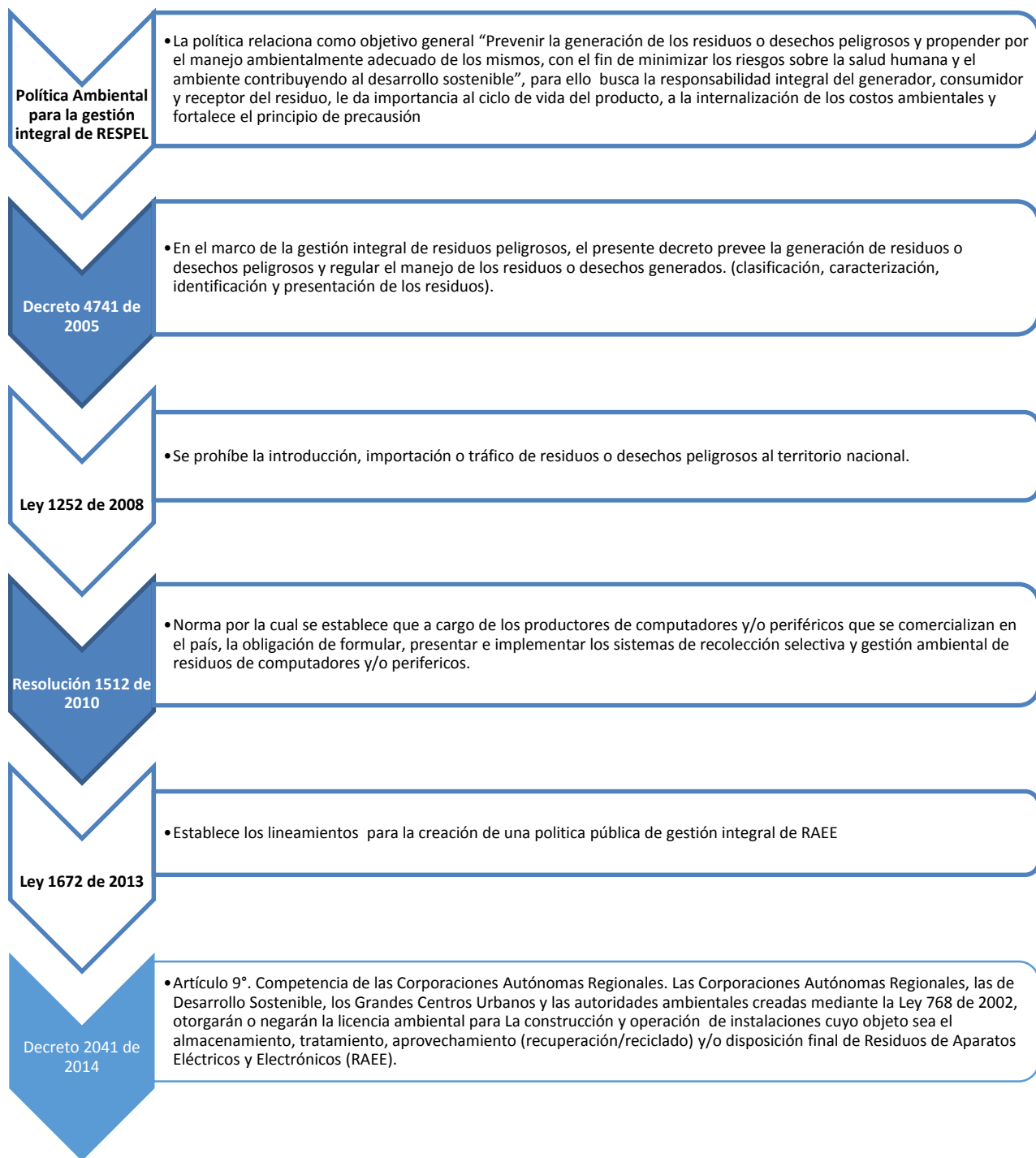
Actualmente, con la **Ley 1672 de 2013** se formularon los lineamientos para la creación de una política pública de gestión integral de RAEE que permita generar alternativas de reusó y reciclaje como el reacondicionamiento de equipos que reduce considerablemente la generación de este tipo de residuos. Colombia se pone a la vanguardia de la gestión integral de los RAEE, convirtiendo esta Ley en su carta de navegación para identificar estrategias de minimización y manejo integral de los RAEE. Cabe mencionar, que antes de la generación de la Ley 1672 de 2013 e incluso del Decreto 4741 de 2005, el Programa Computadores para Educar, venía adelantando labores de reacondicionamiento y gestión de residuos, por lo cual, se convierte en un precedente importante para el país en esta materia.

En el 2014 el **Decreto 2041**, relacionado con las licencias ambientales y estableció en uno de sus artículos la responsabilidad de las Corporaciones Autónomas Regionales para otorgar o negar la licencia de construcción y operación de instalaciones cuyo objeto sea el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento (recuperación/reciclado) y/o disposición final de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).cuyo objeto fuera el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, recuperación y/o disposición final de residuos o desechos peligrosos.

En la ilustración a continuación se detalla cronológicamente los hitos que se destacan en el marco de la normatividad asociada a la gestión integral de RAEE.

Ilustración 2. Cronología sobre normativa asociada a la gestión integral de RAEE





Fuente: elaboración propia, 2014.

Marco normativo colombiano asociado a la mitigación de la huella de carbono y a la eficiencia energética

En materia de cambio climático, Colombia no cuenta hasta la fecha con una normatividad que regule como tal las emisiones de gases efecto invernadero (GEI), no solo por tratarse de una problemática que cobró importancia internacional de forma relativamente reciente con la creación de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) en 1992 y con la creación del Protocolo de Kioto en 1997³¹, sino porque Colombia al ser un país “no anexo I” de dicho Protocolo no adquirió compromisos internacionales vinculantes ni específicos de mitigación o compensación³². No obstante, debido a que Colombia ha venido presentando un incremento de sus emisiones de GEI; a que es un país altamente vulnerable a los impactos del cambio climático, y a que el país necesita ser más competitivo y evitar futuras barreras comerciales, entre otras razones, el gobierno nacional ha generado una serie de instrumentos de política en la materia, lo cual ha influido en que tanto el sector público como el privado desarrollen iniciativas dirigidas a gestionar la huella de carbono y a incrementar la eficiencia energética de los diferentes sectores. Dentro de dichos instrumentos de política de cambio climático se pueden mencionar los siguientes:

³¹ La CMNUCC (o UNFCCC por sus siglas en inglés) fue adoptada en Nueva York el 9 de mayo de 1992, pero no entró en vigor sino hasta el 21 de marzo de 1994 cuando se cumplieron los noventa días reglamentarios después de haber recibido el quincuagésimo instrumento de ratificación. Por su parte, el Protocolo de Kioto fue adoptado por las partes de la Convención en 1997 pero entró en vigor hasta el año 2004 con la ratificación de Rusia.

³² Los países denominados “no Anexo I” son aquellos que no fueron listados en el Anexo I del Protocolo, debido a que sus niveles de emisión de GEI son los más bajos y generalmente se trata de países en vía de desarrollo. En el caso colombiano, de acuerdo con la Segunda Comunicación Nacional ante la CMNUCC (IDEAM 2010), el país aporta el 0.37% de las emisiones globales de GEI. Se espera que para el 2015 el IDEAM presente los resultados de la Tercera Comunicación Nacional.

Convención Marco de Cambio Climático y Protocolo de Kioto

Mediante la **Ley 164 de 1994** Colombia ratificó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), con lo cual el país se adhiere como miembro de la misma para los esfuerzos internacionales por estabilizar la concentración de GEI en la atmósfera. Como parte de los compromisos de la Convención, Colombia ha expedido dos comunicaciones nacionales a cargo del IDEAM (La primera publicada en 2001 para los años 1990-1994 y la segunda publicada en 2010 para los años 2000-2004), actualmente se encuentra en proceso de formular la tercera comunicación, la cual realizará un reporte de los años 1990 a 2012 y se espera que sea publicada a finales de 2015. En dichas comunicaciones el país realiza un inventario de GEI por sectores que presenta a la Convención.

Posteriormente, en 1997 la CMNUCC adopta el Protocolo de Kioto y Colombia lo ratifica mediante la **Ley 629 de 2000**. Sin embargo, aunque el protocolo establece tres mecanismos para la reducción de emisiones, solo uno de ellos, el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) es aplicable a países en vía de desarrollo. Dicho MDL no establece que los países en vía de desarrollo como Colombia deban lograr una reducción específica de emisiones o promover una cantidad específica de proyectos, pero los gobiernos si deben propender por su formulación y los proyectos deben demostrar algún nivel de reducción de emisiones. Colombia reglamentó el ciclo de presentación y validación de un proyecto MDL mediante la **resolución 453 de 2004** que luego fue derogada por la **resolución 551 de 2009 y 2733 de 2010**, siendo el Ministerio de Ambiente la Autoridad Nacional Designada (AND) para este proceso, el cual había creado la Oficina Nacional de Cambio Climático en 2002, que se convirtió en el Grupo de Mitigación de Cambio Climático en 2005. Este mismo Ministerio, mediante **resolución 454 de 2004** reglamentó el funcionamiento del Comité Técnico Intersectorial de Mitigación del Cambio Climático del Consejo Nacional Ambiental, pero introdujo modificaciones mediante la **resolución 552 de 2009 y 2734 de 2010**.

Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC)

Surge en el año 2011 con el documento **CONPES 3700**, el cual establece los lineamientos para la articulación institucional de políticas y acciones en materia de cambio climático. En dicha estrategia participan todos los ministerios, además del DANE y el DNP. La ECDBC espera lograr que mediante acciones de mitigación la economía colombiana crezca sin que de manera directa se incrementen las emisiones de GEI, lo cual va en línea con una serie de co-beneficios ambientales, económicos y sociales. El análisis de las emisiones GEI por sectores de la ECDBC permitirá la formulación de NAMAS (Acciones Nacionales Apropriadadas de Mitigación). Por otra parte, cabe mencionar que antes de la ECDBC, el documento **CONPES 3242** de 2003 estableció lineamientos para la venta de servicios ambientales de mitigación del cambio climático. Por lo cual, los documentos CONPES han sido los principales instrumentos de política en materia de cambio climático en el país.

En materia de **eficiencia energética**, la **Ley 697 de 2001** reglamentada por el **Decreto 3683 de 2003** fomenta el uso racional y eficiente de la energía, declarándola como un asunto de interés público nacional y crea el PROURE (Programa de uso racional y eficiente de la energía) y una comisión intersectorial. La UPME mediante **resolución 563 de 2012** y el Ministerio de Ambiente mediante **resolución 186 de 2012** establecen los procedimientos y evalúan las solicitudes que se presentan de incentivos tributarios por acciones en eficiencia energética. Por su parte, la **Ley 1715 de 2014** entró a regular la integración de energías renovables no convencionales al sistema energético nacional.

OBLIGACIÓN 41. ESTABLECER COMPARATIVO ENTRE LAS ESTRATEGIAS DE ACCESO, APROPIACIÓN, APROVECHAMIENTO DE COMPUTADORES PARA EDUCAR Y OTRAS INICIATIVAS SIMILARES DE OTROS PAÍSES

Marco Conceptual

El presente acápite aborda la revisión bibliográfica en los términos requeridos para el desarrollo de la consultoría, que contempla la identificación de iniciativas similares a nivel mundial y la gestión ambiental realizada que sirva de referente para establecer oportunidades de mejora para el programa Computadores para Educar, así como la consolidación de la información disponible para la línea base de indicadores y cálculo de la huella de carbono.

Análisis de referentes internacionales en actividades de reacondicionamiento y gestión de RAEE

Los desechos electrónicos (e-waste) o residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, conocidos como **RAEEs**, son uno de los problemas de contaminación ambiental de más rápido crecimiento a nivel global, dados los altos riesgos de contaminación y peligros para la salud humana. Existen diferentes estrategias de gestión de dichos residuos implementadas especialmente en los países desarrollados; destacándose la Responsabilidad Extendida del Productor (**EPR**, por sus siglas en inglés) como una herramienta de gestión aplicada en ámbitos nacionales,³³ para la solución de los problemas de los desechos electrónicos, aunque con algunos autores concluyen que sus resultados no pueden considerarse como

³³ Kidee et al. (2013, p 1237): "Several tools including Life Cycle Assessment (LCA), Material Flow Analysis (MFA), Multi Criteria Analysis (MCA) and Extended Producer Responsibility (EPR) have been developed to manage e-wastes especially in developed countries..."

significativos.³⁴ (Premalatha, et al. 2014, p. 1578 ; Kiddee et al, 2013, p. 1237 ; Lundgren, K., 2012, p.9).

La preocupación por los desechos electrónicos ha sido registrada recientemente en múltiples documentos y bajo diversas perspectivas, como lo demuestran los documentos citados por Premalatha, et al., (2014) que han puesto de relieve las crecientes cantidades de residuos electrónicos³⁵; sin embargo la disparidad en los esquemas de manejo, los marcos legislativos y la capacidad de recursos disponibles para su manejo, son bastante notables, tanto en los países desarrollados como en aquellos en desarrollo.

Al revisar la literatura internacional, los resultados muestran el énfasis en la necesidad de convergencia en las políticas de manejo y en los controles en el tráfico ilegal de los RAEE, la búsqueda de procesos eficientes de disposición de los desechos y la identificación de posibilidades económicas derivadas del reciclaje y reutilización de cantidades importantes de RAEE. En el Anexo 1 presentamos un resumen de la literatura revisada por Kiddee, et al. (2013). De acuerdo con Kiddee, et.al., (2013, pp. 1237-38):

“... la clave del éxito en la gestión de los RAEE es el desarrollo de dispositivos de diseño ecológico, una recolección eficiente de los desechos electrónicos, la recuperación y el reciclaje del material a través de métodos seguros, así como la disposición de los residuos mediante técnicas adecuadas, la prohibición de la exportación –generalmente ilegal- de los dispositivos electrónicos usados hacia países en desarrollo, y la concienciación de la sociedad global acerca del impacto ambiental y social de los RAEE. Ninguna herramienta es adecuada, pero juntas pueden complementarse entre sí para resolver este problema.”

³⁴ Kiddee et.al. (2013) centran su análisis en las cuatro herramientas de gestión más utilizadas a nivel global, a saber, Evaluación del Ciclo de Vida (LCA), Análisis de Flujo de Materiales (MFA), Análisis multicriterio (MCA) y la Responsabilidad Extendida del Productor (EPR). Acrónimos correspondientes a las siglas en inglés.

³⁵ Entre otros Premalatha, et al., 2014 cita los siguientes: Babu et al., 2007; Ott et al., 2008; United Nations Environment Program, 2009; Dwivedy and Mittal, 2010a, 2010b; Chi et al., 2011; Kiddee et al., 2013; Buekens and Wang, 2014; (Toffel, 2002; UNEP, 2009; Antrekowitsch et al., 2006; Betts, 2008; Zoeteman et al., 2010; Akenji et al, 2011.

Como se evidencia en el primer capítulo del presente documento, y como lo señalan Premalatha, et al., (2014), la mayoría de los países desarrollados han generado estrictas regulaciones destinadas a fomentar el apropiado reciclaje de los desechos electrónicos y la eliminación segura de los componentes no reciclables (Unión Europea, 2011; Leijting, 2012). El concepto EPR se ha aplicado ampliamente, que obliga a los productores de bienes electrónicos a controlar los impactos adversos de sus productos desde el inicio de la producción de la materia prima hasta la disposición final del bien. Además, el Convenio de Basilea de 1992 ha puesto oficialmente fin al comercio internacional de los desechos electrónicos para su disposición final.

En la actualidad existe un amplio análisis sobre la gestión de los residuos electrónicos, a fin de mitigar los problemas relacionados con sus impactos ambientales, tanto a nivel nacional como internacional. Varias herramientas han sido desarrolladas y aplicadas a la gestión de residuos electrónicos que incluyen: Análisis de Ciclo de Vida (LCA), Análisis de Flujo de Materiales (MFA), Análisis Multicriterio (MCA) y Responsabilidad Extendida del Productor (EPR)³⁶. La gestión de los desechos electrónicos en los países desarrollados ha dado un paso hacia delante con el lanzamiento de una directiva para la gestión de RAEEs -Directiva 2002/96 / Comunidad Europea- con la que se espera reducir la eliminación de este tipo de residuos y mejorar el calidad ambiental (UE, 2002). Los temas de análisis incluyen la separación de los componentes que pueden ser reciclados y la recuperación de metales raros y preciosos.

Análisis de Ciclo de Vida (LCA)

El Análisis de Ciclo de Vida (LCA) es una herramienta que se utiliza para diseñar dispositivos electrónicos amigables con el ambiente y para minimizar los problemas de desechos electrónicos. Desde la década de 1990 una investigación considerable se ha llevado a cabo sobre el LCA de dispositivos electrónicos en términos de eco-diseño, desarrollo de productos

³⁶ En esta sección se da una breve explicación de cada una de estas herramientas y se retoman con detalle en el acápite 4, en donde se realiza el planteamiento de la metodología que se seguirá para la cuantificación de los impactos sociales, ambientales y económicos de las estrategias de gestión ambiental del programa CPE.

e impactos ambientales. Un diseño respetuoso del medio ambiente es una mejor alternativa de producto y éste a su vez atractivo para los consumidores. LCA es una herramienta poderosa para la identificación de los impactos ambientales potenciales para desarrollar productos de diseño ecológico, tales como impresoras (Pollock y Coulon, 1996), computadores personales de escritorio (Kim et al., 2001), calefacción y aparatos de aire acondicionado (Prek, 2004), lavadoras (Park et al., 2006), y juguetes (Muñoz et al., 2009). También es una herramienta sistemática para definir muchas categorías de impacto ambiental, tales como los carcinógenos, cambio climático, capa de ozono, eco-toxicidad, acidificación, la eutrofización y el uso del suelo, para mejorar el rendimiento medioambiental de los productos (Belboom et al, 2011; Duan et al. , 2009; Environment Canada, 2000; Faist Emmenegger et al, 2006; Hirschier y Baudin, 2010; Schischke y Spielmann, 2001; Socolof et al, 2005; Syafa Bakri et al, 2008; Yanagitani y Kawahara, 2000).

Análisis de Flujo de Materiales (MFA)

Antes de que el Convenio de Basilea entrara en vigor grandes volúmenes de desechos electrónicos de los países desarrollados fueron exportados para su reutilización o reciclaje en los países en desarrollo, especialmente hacia China, India y Sudáfrica. El MFA es una herramienta utilizada para estudiar la ruta seguida por el material (RAEEs) en los sitios de reciclaje, o zonas de vertido y las existencias de materiales, en el espacio y el tiempo. Vincula fuentes, las vías y los destinos intermedios y finales del material; siendo una herramienta de ayuda a la decisión para la gestión ambiental y de residuos (Brunner y Rechberger, 2004).

Análisis Multi-Criterio (MCA)

El MCA es una herramienta de toma de decisiones desarrollado para considerar las decisiones estratégicas y resolver con criterios múltiples, problemas complejos que incluyen aspectos cualitativos / cuantitativos del problema (Garfi et al., 2009). Los modelos MCA se han aplicado a los problemas ambientales, entre ellos los de la gestión de los desechos

electrónicos, para proporcionar estrategias de gestión opcional de desechos electrónicos. Aunque, el MCA no es ampliamente utilizado para la gestión de los residuos electrónicos, puesto que se utiliza comúnmente para la gestión de residuos sólidos (Cheng et al, 2003; Herva y Roca, 2013; Vego et al, 2008.), y para la gestión de los residuos peligrosos (Hatami-Marbini et al, 2013; Koo et al, 1991; Sharifi et al, 2009), el MCA ha sido recomendado para el análisis de la respuesta social a la gestión de los RAEEs (Williams, 2005) considerándose como una herramienta útil en combinación con otras herramientas que se utilizan para la gestión de los RAEEs.

Responsabilidad Extendida del Productor (EPR)

La Responsabilidad Extendida del Productor (EPR) es un enfoque de la política medioambiental que atribuye la responsabilidad a los fabricantes, de aceptar la devolución de los productos después de su uso, y se basa en los principios de quien contamina paga (OCDE, 2001; Widmer et al, 2005.).³⁷ El enfoque de gestión de RAEEs a través de la EPR a escala nacional se resumen en la tabla 2; los líderes de programas de ERP para la gestión de RAEEs son las naciones avanzadas, incluida la Unión Europea (UE), Suiza, Japón y algunos estados o provincias de los Estados Unidos y Canadá. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) ha apoyado un programa de medio ambiente y publicado un manual de orientación para los gobiernos y algunos lineamientos para su implementación en países en desarrollo (OCDE, 2001; Manomaivibool, P., Lindhqvist, T., Tojo, N., 2007). En 1991, la UE determina que los residuos electrónicos como una corriente de contaminación prioritaria y en 2004 el reglamento sobre los RAEEs fue introducido para recuperar los productos para los procesos de tratamiento y reciclado.

La Directiva 2002/96 / CE de la Unión Europea sobre RAEEs desarrolla reglamentos basados en EPR, y la legislación establece la responsabilidad de los productores para el manejo de los

³⁷ Widmer (2005, p. 446): "The OECD defines EPR as an environmental policy approach in which a producer's responsibility for a product is extended to the post-consumer stage of the product's life cycle, including its final disposal..."

desechos electrónicos aguas abajo y contempla la reutilización ambientalmente racional de acuerdo con el fin de ciclo de vida de los productos, así como el reciclaje y la recuperación de los RAEEs (UE, 2002). En 2011, la UE adoptó la Directiva 2011/65 / UE del Parlamento Europeo y del Consejo Europeo realizado el 8 de junio de 2011, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos y esto se aplica desde el 22 de julio, 2011. Los 27 estados miembros debieron ponerla en vigor el 2 de enero de 2013 (UE, 2011).

Así, la EPR es una herramienta totalmente centrada en la política que atribuye la responsabilidad de los productores para recuperación de productos y la gestión el proceso de tratamiento y esta se basa en al principio de pago por contaminación –*polluter pays* - (OCDE, 2001; Widmer et al, 2005). La EPR se encuentra actualmente implementada o en implementación en un creciente número de países desarrollados y en desarrollo; sin embargo, la adhesión a las políticas de EPR varía entre países, en especial en los países en desarrollo que tienen dificultades para llegar a los usuarios finales para aplicar este enfoque a la gestión de los RAEEs. Los países desarrollados como Japón y Suiza han progresado con la aplicación de EPR y esta ha sido “bien aceptada” por las industrias asociadas a productos electrónicos.

Cabe mencionar que en el caso de los países del sudeste asiático, y China e India los esquemas del tipo Responsabilidad Extendida del Productor (EPR), hacen que los avances legislativos desarrollados en dichos países están enfocados en la utilización de la capacidad instalada de la industria eléctrica y electrónica para realizar los procesos de readaptación y reutilización de los RAEEs.³⁸

Sin embargo, en palabras de Premalatha, et al., (2014) “El concepto de Responsabilidad Extendida del Productor (EPR), que se basa en el enfoque de ciclo de vida -y que es considerado casi universalmente una panacea, ha mostrado que es insuficiente para contener

³⁸ Puede consultarse los trabajos de Jang, (2010); Yu, Williams, Ju, y Shao, (2010); Lee, Song, y Yoo, (2007) y Manomaivibool, (2009).

la marea de los desechos electrónicos en la mayor parte del mundo”; lo cual muestra también la diversidad de puntos de vista en cuanto a los resultados

Tabla 2. Gestión de los RAEEs, enfoques de EPR.

País	Política	Objetivo	Referencia
Países Bajos	Retomar (grandes electrodomésticos y equipos informáticos)	Tasa de reciclaje 45–75% por peso	Tojo (2001)
Reino Unido	Retomar (equipos informáticos)	Reciclaje y Recuperación 50–80%	Gottberg et al. (2006) and Mayers et al.(2005)
Alemania	Retomar (equipos informáticos)	–	Roller and Furhr (2008)
Suiza	Retomar (aparatos electrónicos) Prohibición de la eliminación en vertedero Tarifa impositivas de reciclaje	–	Khetriwal et al. (2009), Nnorom and Osibanjo (2008), and Widmer et al. (2005)
Japón	Retoma (cuatro grandes electrodomésticos: televisores, refrigeradores, aires acondicionados y lavadoras) Rediseño de productos (soldaduras libres de plomo y libre de bromo placas de circuito impreso)	Tasa de Reciclaje 50–60% por peso	Nnorom and Osibanjo (2008) and Tojo (2001)
Estados Unidos	Recuperación de electrodomésticos en algunos estados, como Maine (retoma sólo los televisores y los monitores de computador)	–	Sachs (2006) and Wagner (2009)
Canadá	Retoma de electrodomésticos en algunas provincias, incluyendo Alberta y Ontario	–	McKerlie et al. (2006)

País	Política	Objetivo	Referencia
	Desarrollo de un programa avanzado EPR		
India	Estudio de Factibilidad	–	Manomaivibool (2009)
Tailandia	Desarrollo de Marco Legal	Recolección y Reciclaje	Manomaivibool and Vassanadumrongdee (2011)

Fuente: Kiddee, et.al., (2013)

En la tabla 2., se observa que las iniciativas internacionales están centradas en el control y mitigación de los impactos ambientales, más que en las posibilidades de desarrollo social que puedan derivarse de los procesos de gestión de RAEEs; las temáticas sociales relacionadas más destacadas a nivel internacional se presentan a continuación, de antemano es importante destacar la identificación de actividades similares a “Computadores para educar”, desde una perspectiva de Ayuda para el Desarrollo, en especial en países africanos, que se diferencian sustancialmente del esquema colombiano.

La línea conceptual que enmarca las iniciativas similares a “Computadores para Educar” se sitúa en el manejo de la “brecha digital”, siguiendo a Cumps (2014), la capacidad de un individuo para tener acceso y usar computadores y la Internet juega un papel fundamental en su educación, el empleo y la inclusión social (Broadbent y Papadopoulos, 2013). La literatura académica proporciona diversas definiciones de la "brecha digital". Campbell (2001) lo define como una situación en la que existe una brecha claramente identificada en el acceso y el uso de plataformas y tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). Esta brecha es a veces descrito como la diferencia entre los “ricos” y los “pobres”, con referencia a las personas con o sin acceso a las TIC (Chon, 2001; Cronin, 2002). Los programas que se enfocan en la reducción de este diferencial en el acceso a las TIC, se han identificado como Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para el Desarrollo (**ICT4D**, por sus siglas en inglés).

La reutilización de computadores personales (PC) de alta calidad hacen que las TIC asequibles con una diferencia de precios entre PCs usados y nuevos que es altamente decisivo en los países en desarrollo (Williams et al., 2008). El re-uso de los computadores como parte de los equipos eléctricos y electrónicos (AEE) es un tipo de práctica que se encuentran en la literatura como un factor en la reducción de la brecha digital global (James, 2001; Kissling et al, 2012; Vallauri 2009; Williams et al, 2008). Hay un número de razones para la reutilización de los PC surgiera como un importante modelo para la reducción de la brecha. En primer lugar, las tasas de propiedad de PC están creciendo en todo el mundo, tanto en los mundos desarrollados y en desarrollo (Kahhat y Williams, 2009); a su vez, el ciclo de vida útil de los PC –desde la compra hasta su eliminación- disminuyendo significativamente, pasando de 6 años entre 1985 y 2000, a 5,4 años en 2000 y a 3 años en 2007 (Babbitt, Kahhat, Williams, y Babbitt, 2009). Por otra parte, el aumento de los modelos de arrendamiento de equipos, utilizados principalmente por la empresa privada, ofrecen un gran potencial para la reutilización del equipamiento TIC al final del contrato de arrendamiento, cuya calidad es a menudo todavía aun alta (Intlekofer, Bras, y Ferguson, 2010) permitiendo extender la vida útil del PC y dando un margen temporal para su disposición final.

Kissling et al. (2012) presentan una tipología de los modelos más comunes de operación de reutilización de los AEE. Basándose en su trabajo de estudio de casos, se identificaron cuatro tipos de modelos de operación de reutilización: 1. *El modelo de Red de Recuperación Equipos*, 2. *El Modelo de Gestión de Activos de Tecnologías de la Información (TI)*, 3. *El Modelo de Disminución de la Brecha Digital*, y 4. *El Modelo de Empresa Social*.³⁹ Los dos primeros modelos son modelos con fines de lucro, mientras que los dos últimos son sin ánimo de lucro.⁴⁰

³⁹ Para ver un ejemplo de la aplicación de este modelo, puede consultarse: Papaoikonomou, K., Kipourou, S., Kungolos, A., Somakos, L., Aravossis, K., Antonopoulos, I., & Karagiannidis, A. (2009). *Marginalised social groups in contemporary waste management within social enterprises investments: A study in Greece*. Waste Management (New York, N.Y.), 29(5), 1754–9. doi:10.1016/j.wasman.2008.11.012.

⁴⁰ El Modelo de Red de Recuperación Equipos tiene un claro enfoque en el procesamiento de los equipos de las TIC por parte los fabricantes originales –ajustándose a las políticas tipo ERP-. La gestión de activos de TI de las organizaciones se especializan en la restauración y reventa de computadores de escritorio y portátiles para la reventa a distribuidores y los minoristas que venden a los

El *Modelo de Disminución de la Brecha Digital* proporciona computadoras reacondicionadas a los beneficiarios elegibles en los países en desarrollo. Por lo tanto, la característica específica de este modelo operativo de reutilización es que los equipos restaurados consiguen una segunda vida, (la vida útil extendida de la reutilización) en los países en desarrollo para ayudar a cerrar la brecha digital mundial. Mientras que el *Modelo de Empresas Sociales* prepara los AEE para su reutilización y los venden a través de tiendas al por menor, a los usuarios individuales, generando fuentes de ingreso a poblaciones vulnerables. La diferencia entre los dos modelos es principalmente el beneficiario previsto; para el primero, los principales beneficiarios son las escuelas, las comunidades y las personas en los países en desarrollo que reciben los equipos reacondicionados; y para el de Empresas Sociales, el beneficio social es el empleo generado y la formación adquirida por las personas que hacen la remodelación en los países desarrollados.

Los modelos analizados por Cumps (2014) y Kissling et al. (2012), son los enmarcados en las iniciativas ICT4D, es decir, aquellos que con la ayuda de entidades gubernamentales extranjeras o ONG's realizan la recuperación de equipos usados que luego son enviados, para su re-manufactura a los países destinatarios de la ayuda, generando entrenamiento y empleo a poblaciones vulnerables y entregando los equipos a programas o poblaciones específicas. El estudio de caso se centró en el programa “*Close The Gap (CTG)*” la cual es descrita como una ONG que recoge las donaciones de empresas, entes del estado y ciudadanos y direcciona los equipos hacia programas sociales con necesidades de equipamiento en TIC en países en desarrollo.⁴¹

En la tabla 3 se presenta el “Top Cinco” de las organizaciones que lideran los programas de donación de equipos usados a nivel global, y en la tabla 4 se muestran ocho ejemplos identificados por Cumps (2014) en el programa CTG.

usuarios individuales.

⁴¹ La descripción de la organización CTG es la siguiente: “CTG is an international not-for-profit organization, recognized as a United Nations DPI NGO that is helping to bridge this digital divide by offering high-quality cost-efficient used ICT equipment to projects in developing countries. Socio-educational programs linked to schools, hospitals and other projects that focus on improving educational and information facilities can all ask for support from CTG.” (Cumps, 2014, p. 6)

Tabla 3. Top 5 de las organizaciones mundiales que trabajan en la reducción de la brecha digital

País Donante	Organización gestora	No. de equipos donados
Reino Unido	Computer Aid International	201.437
Bélgica	Close the Gap	72.570
Reino Unido	Computers 4 Africa/Digital Pipeline	36.000
Irlanda	Camara Education Limited	30.000
Estados Unidos	InterConnection	30.000

Fuente: Cumps (2014, p. 10)

Tabla 4. Selección de ocho ejemplos de proyectos “CTG”, de 727 proyectos apoyados en 2011.

País	Beneficiario	Impacto	Sector	Equipos Entregados
Ghana	Kwahu Aduamoah Centre	ICT Acceso a las TIC para 400 estudiantes de primaria	Educación	69
Sierra Leona	Virtual Education	Laboratorio de informática con herramientas de e-learning	Educación	44
Zambia	VVOB Zambia	PC para escuelas de educación primaria	Educación	515

País	Beneficiario	Impacto	Sector	Equipos
				Entregados
Sudáfrica	Desmond Tutu HIV Foundation	PC para la educación y el entrenamiento en VIH y comportamiento sexual	Salud	210
Kenia	NairoBits	PC para educación secundaria en TIC, diseño web y multimedia	Educación	70
Uganda	Virtual University	Oferta de programas universitarios on-line	Educación	40
Congo	Biodiversity initiative	PC para la plataforma de investigaciones sobre biodiversidad	Infraestructura	35
Tailandia	Fatima Self-Help Centre	Educación para ex-prostitutas y niñas abandonadas	Educación/ Salud	66

Fuente: Cumps (2014, p. 10)

Los modelos de reutilización de equipos estudiados por Kissling et al. (2012) y Cumps (2014), distan profundamente del programa colombiano “Computadores para Educar”, no solo en el modelo operativo, sino en el origen, la destinación y los costos, como lo resaltan los documentos elaborados por Streicher-Porte et al., (2009) y Marthaler, C. (2008). Los modelos de reutilización implementados por los países desarrollados, generalmente utilizan Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para el Desarrollo (ICT4D, por sus siglas en inglés) para liberar carga de equipos obsoletos y dejar en manos de los países receptores la tarea de disposición final de los equipos, lo cual simplemente traslada el problema a países con menor capacidad para afrontar el desafío ambiental de los RAEEs⁴².

⁴² Revisar el archivo en Excel titulado Anexo 1. Resumen de la literatura revisada por Kiddee, et al. (2013).

Análisis de referentes de América Latina en actividades de reacondicionamiento y gestión de RAEE

La búsqueda de la inclusión digital en América Latina, derivó en políticas públicas focalizadas en la creación de programas de ampliación al acceso de nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), a través del uso de aparatos eléctricos y electrónicos como herramientas de progreso y bienestar. La preocupación principal en la región ha sido disminuir la brecha digital, a razón de las profundas desigualdades que existe en estos países, es así como la gran mayoría de iniciativas buscan erradicar esta situación a través de programas gubernamentales que tienen como su principal objetivo implementar tecnología e innovación en instituciones educativas y bibliotecas públicas.

Este tipo de programas han generado eco en la sociedad para lograr la inclusión digital de las poblaciones más vulnerables, es así como los programas de reacondicionamiento de computadores deben su éxito a la solución de problemas fundamentales como la disminución en la brecha digital y la optimización en el uso de la tecnología, este último con un mayor enfoque ambiental en la generación de la extensión al ciclo de vida de una computadora, trayendo consigo la disminución de los RAEE y de los componentes que contienen residuos peligrosos.

En la región encontramos casos interesantes de reacondicionamiento y gestión de RAEE, los países que más han adelantado programas homólogos al caso Colombiano son: Brasil, Chile, Argentina y México, entre los objetivos esenciales de cada programa encontramos características similares que enmarcan su labor, entre ellas la disminución de la brecha digital

en las instituciones educativas y bibliotecas públicas, extensión del ciclo de vida de los computadores por medio del reacondicionamiento y manejo integral de los RAEE como estrategia de minimización de impactos ambientales ocasionados. Estos países no solo son similares en contenidos y metodologías, sino además algunos han hecho el ejercicio de tomar como referencia a Colombia por ser un programa insignia en Latino América, como lo es el caso de Brasil.

Documentos como *“Los residuos electrónicos. Un desafío para la Sociedad del Conocimiento en América Latina y el Caribe”* de la Plataforma Regional de Residuos Electrónicos en Latinoamérica y el Caribe – RELAC (2010); *“Los residuos tecnológicos, un problema social y ambiental”* de la Comisión Económica para América Latina –CEPAL (2011); *“Panorama General del Reciclaje de PC en Latinoamérica y El Caribe”* de la Plataforma Regional de Residuos Electrónicos en Latinoamérica y el Caribe – RELAC (2008); *“Estudio sobre los circuitos formales e informales de gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Sudamérica”* del Doctor Gustavo Fernández Protomastro de la Universidad de Buenos Aires (2007); y *“Reciclaje de residuos electrónicos en America Latina panorama general, desafíos y potencial”* de los autores Boeni, Silva, OTT,(2009).,corroboran los procesos y avances en el reacondicionamiento de computadores y en la gestión de RAEE en Latino América, en especial de los casos estudios seleccionados para el presente informe.

A continuación se dan a conocer las características principales de los referentes identificados para el análisis de la región:

Referente Brasil⁴³

El programa de reacondicionamiento de computadores de Brasil, se denomina *“Computadores para la Inclusión”*, se encuentra bajo las directrices del Ministerio de Planeación desde el año 2005, a través de la Secretaria de Logística y Tecnología de la Información, su funcionamiento es semejante al Programa de Colombia “Computadores para

⁴³ El caso Brasil hace referencia al programa “computadores para la inclusión”, las cifras e información son suministradas por el portal web <http://www.inclusaodigital.gov.br/>.

Educar”, por que originariamente este fue el referente internacional que el gobierno de Brasil tomó como ejemplo para la creación de su programa de reacondicionamiento.

El objetivo principal del programa es promover la inclusión digital y la generación de espacios de capacitación de jóvenes de bajos ingresos en situaciones de vulnerabilidad social. Este objetivo es logrado a través de talleres, cursos de formación y otras actividades educativas, enfocadas en el reacondicionamiento y la gestión de residuos electrónicos.

El procedimiento que realiza Computadores para la Inclusión es muy similar a CPE, inicia por la recepción de equipos donados por las entidades públicas, empresas privadas y ciudadanos, posteriormente ingresan al proceso de reacondicionamiento, limpieza, pruebas y sustitución o adición de componentes para mejorar la configuración del equipo; el equipo debe cumplir con unos requisitos de desempeño que satisfagan las necesidades de las instituciones educativas y proyectos de inclusión digital. Un equipo renovado debe como mínimo permitir el uso del correo electrónico, la navegación de internet, manejo de office, así como herramientas de accesibilidad como software libre.

Posteriormente son enviados los equipos reacondicionados a las instituciones que previamente han realizado su solicitud de equipos, esto con el fin de que las instituciones ingresen a la política pública de inclusión digital del gobierno central. Los residuos aptos para el reciclaje resultantes del proceso de reacondicionamiento son entregados a cooperativas de reciclaje acreditadas en las ciudades donde se encuentre los centros de reacondicionamiento, los residuos peligrosos son enviados a la empresa Metareciclagem especializada en el manejo de residuos.

Los centros de reacondicionamiento de computadoras – CRC. En la actualidad, son administrados por entidades privadas, sin ánimo de lucro u organizaciones de la sociedad Civil. El gobierno central por medio de convocatoria pública invita a estas entidades para que lleven a cabo actividades de formación y práctica de los jóvenes en condición de vulnerabilidad, por medio de la recepción, clasificación, reacondicionamiento y entrega de equipos y personal técnico. Estas entidades pueden obtener recursos adicionales por donación, contratos o convenios que les permita la sostenibilidad del proceso.

Las condiciones que deben tener estos CRC son un espacio físico adecuado para desarrollar los procesos de reacondicionamiento, capacidad administrativa, en cuanto a la parte operativa la mano de obra proviene de la misión social que cumplen los CRC, a través de la vinculación de los jóvenes para procesos de enseñanza-aprendizaje proporcionada por los talleres y experiencias vivenciales obtenidas en estos lugares.

Actualmente “Computadores para la Inclusión” cuenta con cinco (5) CRC’s, 64.000 computadores recibidos en calidad de donación, 10.162 computadores donados a 794 escuelas públicas, bibliotecas y telecentros beneficiados y 1.000 jóvenes formados en el proceso de reacondicionamiento.

Referente Chile

La Fundación Chilenter se crea en el año 2002 y desde el 2004 en convenio con el programa Enlaces del Ministerio de Educación, desarrolla la iniciativa orientando el uso de la tecnología

a través de programas de reacondicionamiento de equipos de cómputo a instituciones educativas y organizaciones comunitarias. El objetivo base de este programa es proteger el ambiente prolongando la vida útil de los computadores disminuyendo de este modo el impacto ambiental de los RAEE, disminuir la brecha digital creando oportunidades de uso y acceso a las tecnologías de la información en los sectores más vulnerables y crear oportunidades y beneficios para los niños, jóvenes y adultos permitiéndoles mejorar su calidad de vida personal.

El trabajo de Chilenter está soportado en las donaciones de los equipos de computación de personas naturales, instituciones públicas y/o privadas que cumplan con ciertos requisitos mínimos, entre ellos que el computador sea de tecnología Pentium o superior, para que puedan ser reacondicionados. La fundación Chilenter a reacondicionado desde sus inicios a 2014, más de 50.000 computadores, beneficiando cerca de 5.230 instituciones educativas y 699 organizaciones sociales⁴⁴, los computadores no reacondicionados pasan a una cadena de valorización de residuos, esto porque los computadores están compuestos por un 25% de componentes reutilizables (Buses de datos, cables de poder, tornillos), un 72% de materiales reciclables como plásticos, metales ferrosos, aluminio, cobre, oro, níquel, estaño y un 3% de elementos tóxicos como el plomo y el mercurio⁴⁵.

Los equipos reacondicionados por Chilenter son entregados mediante comodato a las instituciones educativas, este mecanismo garantiza el manejo seguro de los residuos cuando los computadores finalizan su ciclo de vida a los 5 años de su segundo uso, por este medio la fundación ha retomado 10.000 computadores aprox.

El Desarrollo Sustentable es una de las consignas de la Fundación Chilenter, la cual está enmarcada en el principio de las 4R (Reutilización, Reciclaje, Reducción, Responsabilidad), la reutilización a través del reacondicionamiento de computadores donados por terceros, paralelo a la valorización de piezas y periféricos electrónicos, cuyo destino final es el reciclaje

⁴⁴ Cifra obtenida de la descripción del Convenio Enlaces de la Fundación Chilenter http://chilenter.altavoz.net/prontus_chilenter/site

⁴⁵ Cifras obtenidas de los procesos de sustentabilidad de la Fundación Chilenter a través de la cadena de valorización de residuos. http://chilenter.altavoz.net/prontus_chilenter/site

en empresas autorizadas nacionales o internacionales, generan una reducción en la tasa de disposición de RAEE en celdas de seguridad, lo anterior sumado a la responsabilidad contribuyen en gran medida a que la Fundación Chilenter minimice los impactos ambientales asociados al desarrollo tecnológico.

La Fundación Chilenter ha procesado desde 2009 a nivel nacional e internacional un total de **970,3** toneladas de RAEE entre circuitos electrónicos, discos duros, lectores CD – DVD, memoria RAM, disipadores, procesadores y CPU, de los cuales **291,88** toneladas son residuos aptos para reciclaje como aluminio, metales ferrosos y cobre, algunos residuos como monitores compuestos por Tubos de Rayos Catódicos (CRT), realizan el tratamiento en Bélgica a cargo de las empresas Coolrec y Jansen BV, este tratamiento consiste en realizar la separación del vidrio descontaminado (frontal), del activado (cono trasero), además de la descontaminación de polvos de fluorescencia, usando técnicas de aspiración de aire, estos materiales posteriormente son utilizados como agregado para la fabricación de materiales cerámicos o de hormigón⁴⁶.

Referente Argentina

La Fundación Equidad tiene como objetivos principales la reducción del impacto ambiental a través del reacondicionamiento de computadores en desuso que son donados por empresas, particulares u organismos del Estado y la generación del beneficio social por medio de la disminución de la brecha digital a través de los computadores donados a organizaciones, comedores, escuelas y unidades penitenciarias, transformando de esta manera un pasivo ambiental en un activo social.

⁴⁶ Cifras obtenidas de los procesos de valoración de residuos de la fundación. http://chilenter.altavoz.net/prontus_chilenter/site

Las especificaciones técnicas de los equipos recibidos son procesador Pentium 4 o superior, estas características son importantes para el proceso de reacondicionamiento, ya que optimizan la mayor cantidad de elementos provenientes de los computadores y aquellos que no pueden ser reutilizados se clasifican en residuos valorizables que son enviados a Scrap y Rezagos, empresa privadas que se encargan de la gestión integral de los residuos, los RESPEL se envían fuera del país para su disposición final. Anualmente se estima una recepción de 10.000 computadores donados para reacondicionamiento, logrando reciclar y donar al año más de 3.000 computadores reacondicionados, desde el 2001 al 2014 suma un total de 17.000 computadores reacondicionados entregados a 1400 instituciones educativas y 1374 organizaciones sociales⁴⁷.

La garantía de los equipos donados es de 6 meses, adicionalmente en algunas escuelas después de cumplir el ciclo de vida el computador donado se inicia el proceso de retoma para tratarlo como un residuo. Los residuos valorizables son enviados a Scrap y Rezagos (empresa privada), empresa encargada de la gestión integral de los residuos, los RESPEL se envían fuera del país para su disposición final.

Un dato relevante es que la Fundación no invierte en publicidad, las empresas donantes se encargan de circular la información por los medios masivos de comunicación, los bancos son su principal sustento, porque suelen hacer donaciones de cientos de máquinas de la misma marca e incluso en mismo modelo, lo que facilita mucho el reciclado de las mismas, adicionalmente este tipo de empresas canaliza sus donaciones en programas de responsabilidad social empresarial o apoyan su gestión en la participación de convocatorias públicas del gobierno y privadas.

Referente México

⁴⁷ Cifras suministradas por la fundación Equidad a través de su portal web. <http://www.equidad.org/taller-de-reciclaje>

Recicla Electrónicos México S.A. (REMSA) es una estrategia de reacondicionamiento, recuperación, tratamiento y refinación de todos los elementos y materiales contenidos en los RAEE, tales como metales ferrosos, no ferrosos, plástico y vidrio y componentes electrónicos.

Los principales actores del programa son el gobierno y el sector privado, quienes donan los computadores a los puntos de recolección verde (centros de acopio permanente); los computadores donados deben cumplir con las siguientes especificaciones técnicas para vincularlos: procesador Pentium IV o superior, memoria 256 MB, disco duro de 40 GB y monitor CRT o LCD , en contra prestación a las empresas les emiten un certificado de destrucción que garantiza la completa eliminación de los RAEE, este certificado es un comprobante oficial avalado por la Secretaría de Desarrollo Sustentable y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Posteriormente REMSA con el apoyo del programa de donaciones de computadores a escuelas realiza la donación de computadores reacondicionados con un estándar de Procesador Pentium 4, memoria 512 MB, discos entre 20 / 80 GB y un lector de CD ROM, las instituciones deben asumir como compromiso la devolución de los computadores una vez hayan agotado su vida útil, los computadores cuentan con una garantía de 6 meses, con estas acciones en México se busca disminuir la brecha digital, utilizando como herramienta las TIC, permitiendo procesos de formación, más actualizados y competitivos.

Adicionalmente REMSA creó una línea de investigación y desarrollo con el objetivo de desarrollar una línea de productos ecológicos para la construcción, los cuales incorporan de forma segura y sustentable materiales provenientes del reciclaje de RAEE (plástico, vidrio, electrónica y metales), entre los materiales desarrollados se encuentran baldosas para exteriores, baldosas para interiores y adoquín ecológico, todos estos productos están

fabricados de cemento vibro prensado compuesto por dos capas, una de las materias primas que sustituye es el grano de mármol, por material reciclado como el vidrio.

Análisis comparativo del Programa “Computadores para Educar” como referente regional en procesos de reacondicionamiento

De acuerdo con la revisión de los casos anteriormente descritos, el programa “Computadores para Educar” (CPE), se constituyen en un referente para América Latina en lo que respecta al reacondicionamiento de computadores y la gestión de RAEE; por no decir, que a nivel global –la excepción será el programa “Computer for School-Canada”⁴⁸, que fue el referente inicial de CPE-, las razones están dadas porque la diferencia de los programas regionales con CPE se encuentran en: tiempo, en estrategias, en actores involucrados, en marco normativo y en resultados obtenidos.

Una de las características esenciales para identificar a CPE como referente regional es el tiempo de operación. En Colombia se inició el proceso de reacondicionamiento desde el 2001; son 15 años de experiencia que solo iguala en tiempo el programa de la Fundación Equidad en Argentina (inicio desde 2001), los programas de la Fundación Chilenter (Chile) y Computadores para la inclusión (Brasil), dieron inicio en el 2004 y 2005 respectivamente, y el más reciente es el programa mexicano que dio inicio en el 2008.

La normatividad en cada uno de los países donde se encuentran los programas de reacondicionamiento puede facilitar o dificultar la gestión, el desarrollo y optimización de los procesos de reacondicionamiento; este tipo de legislación refleja el avance que un país puede tener frente a una problemática creciente como lo son los impactos ambientales asociados a los RAEE.

⁴⁸ Su página web es: <http://www.ic.gc.ca/eic/site/cfs-ope.nsf/eng/Home>

Tabla 5. Normatividad asociada a la gestión de RAEE's en la región (América Latina).

País	Normatividad	Observaciones
BRASIL	Ley 12305/10 Política Nacional de Residuos Sólidos donde se establece los principios, objetivos e instrumentos , así como directrices para la gestión integrada de residuos sólidos , incluyendo peligrosos ,responsabilidades de generadores, gobierno e instrumentos económicos	La norma se relaciona con residuos sólidos y destina el capítulo cuatro para los residuos peligroso. Actualmente sin reglamentación específica sobre RAEE, aplica normativa de residuos
	Código Sanitario, Ley N° 725/68 donde se establece la autorización sanitaria para la construcción y operación de cualquier planta de tratamiento de residuos, entre los cuales se encuentran los RAEE. Decreto Supremo N° 594/00 , Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo, en el art. 20 se encuentran una lista de sustancias peligrosas que se encuentran presentes en los RAEE. Decreto Supremo N° 148. Reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos, la normativa no cuenta con un modelo determinado para la gestión de los RAEE, sin embargo en el art. 18 se enlista unas categorías de residuos peligrosos entre los cuales se encuentran los policlorados y los polibromados componentes de partes de computadoras.	Sin reglamentación específica sobre RAEE, aplica normativa de residuos peligrosos.
CHILE	Ley N° 24.051 sobre Régimen de Desechos Peligrosos, determina la peligrosidad de los residuos, obliga a los generadores, operadores y transportadores a una adecuada disposición final de los RESPEL.. Ley N°14.321 establece el conjunto de pautas, obligaciones y responsabilidades para la gestión sustentable de (RAEEs) en el territorio de la Provincia de	Sin reglamentación específica sobre RAEE,, únicamente algunas directrices en materia de RAEE para la Provincia de Buenos Aires.

ARGENTINA	Buenos Aires.	Aplica normativa de residuos peligrosos.
MEXICO	<p>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) / 03</p> <p>Establece lineamientos para los residuos sólidos urbanos (municipal), residuos de manejo especial, residuos peligrosos, sistema de responsabilidad compartida.</p>	Sin reglamentación específica sobre RAEE, aplica normativa de residuos peligrosos.
COLOMBIA	<p>Resolución N° 1512/10 del MAVDT, por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Computadores y/o Periféricos, adicionalmente determina las obligaciones de productores, proveedores, consumidores, autoridades municipales y ambientales sobre la gestión y adecuada disposición de los RAEE</p> <p>Ley 1672 de 2013, Establece los lineamientos para la creación de una política pública de gestión integral de RAEE</p>	Resolución N° 1512/10 y Ley 1672 de 2013

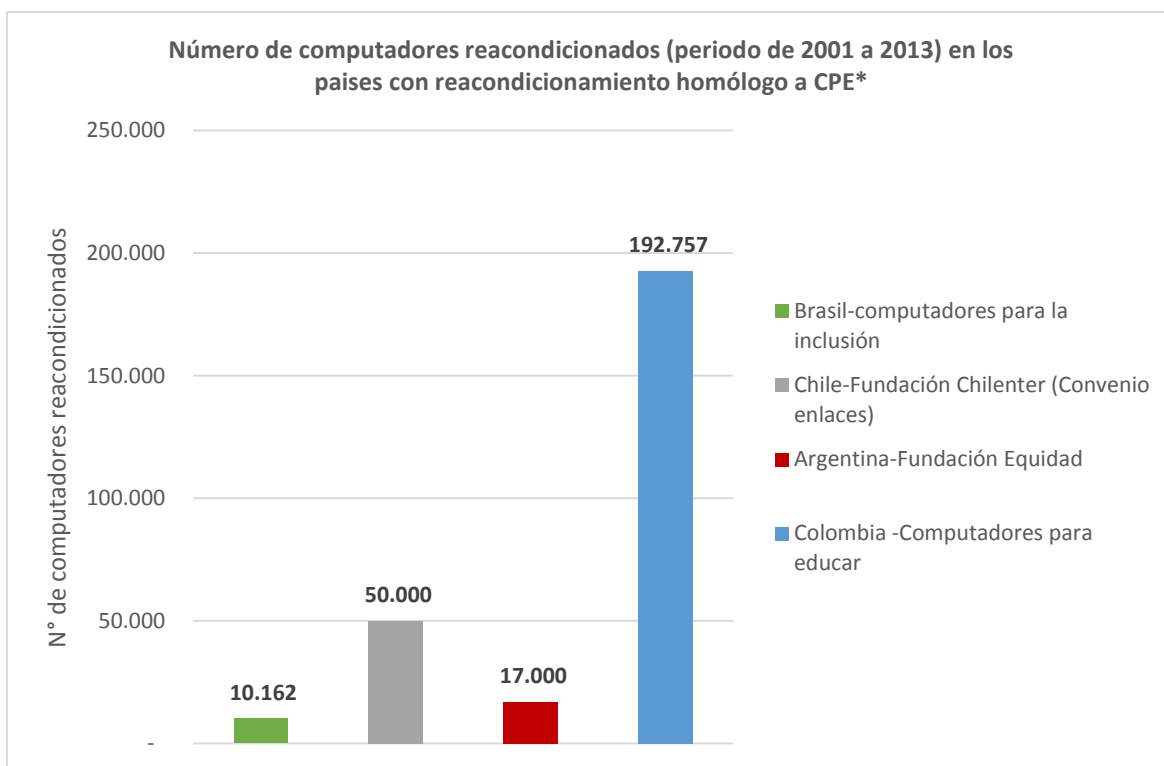
Fuente: Elaboración propia., (2014)

En tabla 5, se observa que los países objeto de análisis relacionan la gestión integral de los RAEE con la normatividad de residuos peligrosos, fundamentalmente esta situación se genera por las características de peligrosidad de los compuestos de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Sin embargo Colombia y Perú, son los únicos países que han desarrollado una normatividad específica para el manejo de los RAEE, Colombia inicio sus pasos con la ley 672 de 2013 Resolución 1512 de 2010, en donde se establece los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de computadores y/o periféricos y actualmente se cuenta con la Ley 1672 de 2013 que generó los lineamientos de la política de gestión integral de RAEE. Mientras tanto en Perú, mediante Decreto Supremo N° 001-2012- del Ministro del Ambiente, dio origen al “Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de los Residuos Eléctricos y Electrónicos”, adelantando el marco normativo nacional por parte de los productores y operadores de RAEE.

Es evidente que los avances en la normatividad no solo benefician al programa CPE sino que le brindan una posición privilegiada al ser una institución del estado que posibilita el cumplimiento de las metas trazadas en el marco de esta normatividad nacional, generando así directrices claras y específicas que abordan la gestión ambiental de los RAEE, mejorando los procesos de aprovechamiento y disposición de estos residuos.

Un aspecto para destacar la gestión de CPE son los resultados en la cantidad de equipos reacondicionados, a continuación observamos en la ilustración 3 este aspecto por parte de los programas analizados en cifras a 2013:

Ilustración 3. Número de computadores reacondicionados por programa.

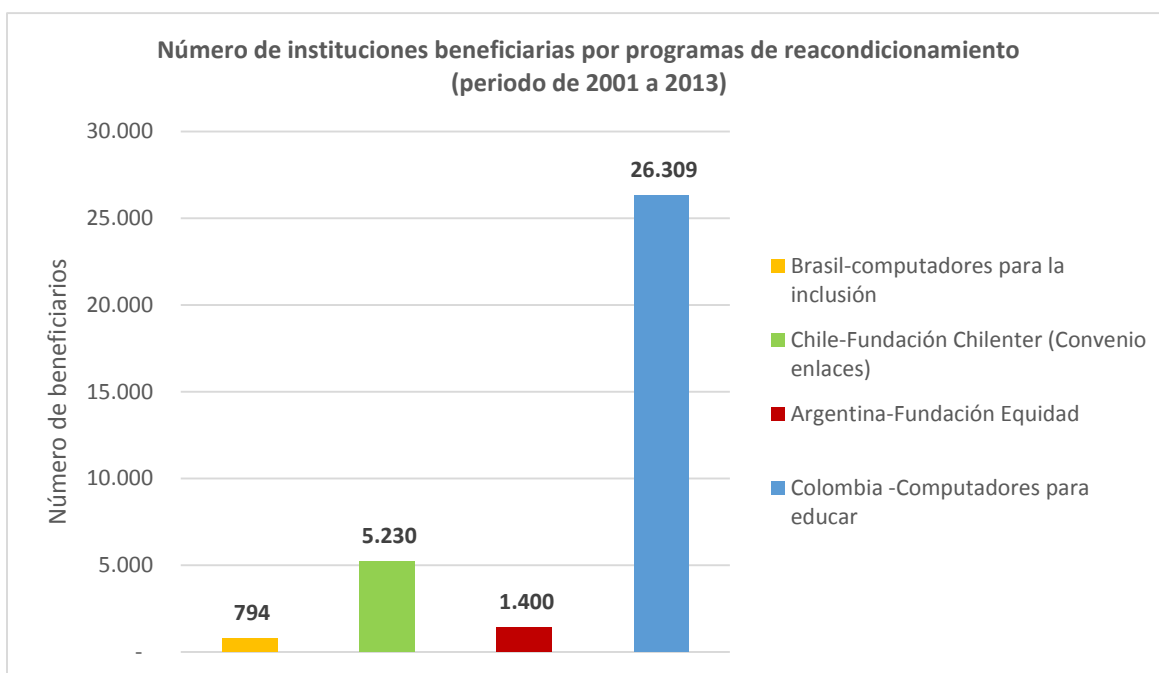


Fuente: CPE (Colombia), fundación chilenter (Chile), fundación equidad (Argentina), computadores para la inclusión (Brasil),(páginas web).consulta 2014

Sobresale CPE, a diferencia de los demás programas por la cantidad de equipos reacondicionados desde sus inicios, posicionándose en la región como un programa con alto impacto social y ambiental. Las cifras superan por amplio margen el estándar en América

Latina, resultado del trabajo conjunto de los centros de reacondicionamiento y del CENARE, que han llevado a CPE a ubicarse en el primer lugar en los programas de reacondicionamiento de la región con más de 192.757 computadores reacondicionados.

Ilustración 4. Número de instituciones educativas beneficiadas por programas de reacondicionamiento.



Fuente: CPE (Colombia), fundación chilenter (Chile), fundación equidad (Argentina), computadores para la inclusión (Brasil),(páginas web).consulta 2014

Los beneficiarios hacen la diferencia y se convierte en una razón más del porque el programa CPE es referente en América Latina. Los cerca de 26.309 beneficiarios son una cifra considerable que resume la gran labor social que realiza CPE, ya que aparte de ser un resultado positivo para los logros que se proyectaron en el programa, este resultado consolida las iniciativas y el trabajo conjunto que realizan los Ministerios de Educación y las TIC en función de la disminución de la brecha digital del país.

Tabla 6. Generación de RAEE anual por país Vs Computadores reacondicionados por programa

Generación de RAEE Computadores

	(ton/año)*	Reacondicionados (cifras en toneladas)**
Brasil	918.685	254,05
Chile	70.000	1.250
Argentina	120.000	425
Colombia	110.000	4.818,925

Fuente: * Plataforma Regional de Residuos Electrónicos en Latinoamérica y el Caribe ** CPE (Colombia), fundación chilenter (Chile), fundación equidad (Argentina), computadores para la inclusión (Brasil), (páginas web).consulta 2014

Se considera que un computador tiene un peso promedio de 25 Kg⁴⁹; al relacionar esta cifra con el número total de computadores reacondicionados por programa, como se observa en la tabla 6, en Colombia el programa CPE, ha evitado disponer en relleno de seguridad y ha incluido nuevamente al ciclo productivo compuestos aptos para el reciclaje, alrededor de 4.819 aprox., de toneladas de RAEE's, es una cifra considerable con referencia a los programas de América Latina y más teniendo presente que anualmente se generan en el país cerca de 110.000⁵⁰ toneladas anuales de RAEE's.

Colombia, además de los resultados que a la fecha demuestran en la gestión realizada en los procesos de reacondicionamiento y del número de beneficiarios, la ubicación estratégica de los tres (3) centros de reacondicionamiento es un aspecto clave como se observa en la siguiente tabla. La presencia en las zonas de mayor densidad poblacional del país como los son Bogotá, Medellín y Cali, garantizan el cubrimiento del territorio y una mayor disponibilidad de equipos aptos para reacondicionamiento, esto sumado a las estrategias de comunicación y masificación de información del programa fortalecen los resultados obtenidos.

Tabla 7. Cobertura de los centros de reacondicionamiento por habitantes.

⁴⁹ United Nations University UNU, 2008; "2008 Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)"

⁵⁰ Las cifras de generación de RAEE's son consultadas de la página web de la Plataforma Regional de Residuos Electrónicos en Latinoamérica y el Caribe, Octubre 2014.

<i>País</i>	N° de habitantes*	N° CR**	N° de habitantes por cobertura en CR
<i>Brasil</i>	203.306.000	5	40.661.200
<i>Chile</i>	17.819.054	1	17.819.054
<i>Argentina</i>	42.669.500	1	42.669.500
<i>Colombia</i>	47.835.000	3	15.945.000

Fuente: * Plataforma Regional de Residuos Electrónicos en Latinoamérica y el Caribe** CPE (Colombia), fundación chilenter (Chile), fundación equidad (Argentina), computadores para la inclusión (Brasil), (páginas web). Consulta 2014

A partir de la información que se sintetiza en la tabla 8, encontramos en Chile y Argentina fundaciones u organizaciones sociales sin ánimo de lucro que funcionan a través de donaciones, convenios, convocatorias, proyectos o licitaciones, que les permite mantener su operación en el tiempo, gracias a los fondos provenientes del gobierno, usados en el cumplimiento de metas nacionales específicas en las actividades relacionadas con el reacondicionamiento y manejo de RAEE's. Lo anterior representa una fuente importante de financiación para estas entidades debido a que el Estado, no financia directamente la operación de los procesos de los centros de reacondicionamiento, ya que el dinero que posibilita para esta actividad se refleja como dineros de inversión que buscan el cumplimiento de objetivos específicos de los Planes de Desarrollo nacionales.

Para el caso de Brasil que podemos catalogarlo como un esquema similar a CPE, por ser un programa de gobierno, existe una diferencia particular en la operación de los centros de reacondicionamiento, dado que la operación la realizan empresas privadas, fundaciones u ONG's, que participan en convocatoria abierta para el manejo de estos CRC. También es de notar que la mano de obra empleada para la operación de los CRC, para el caso brasileño, no se contempla dentro de los costos directos, ya que para esta labor vinculan jóvenes en estado

de vulnerabilidad social para formarlos y capacitarlos en actividades de reacondicionamiento, esto quiere decir, que mientras aprenden lo jóvenes esta labor a su vez desarrollan la parte operativa de reacondicionamiento y posteriormente son certificados para dar inicio a nuevas oportunidades laborales. Para personal tecnificado se maneja la figura de pasantías para aquellos cargos que necesita capacidades específicas.

Tabla 8. No se debió retirar de la tabla la columna referente a “Características de los equipos recibidos para reacondicionamiento).

Nombre del programa	Año de origen	Tipo de organización	Principales donantes de pc para reacondicionamiento	No.º total de beneficiados	No. de centros de reacondicionamiento	No. de computadores reacondicionados	Proceso de retoma	Nº de equipos retomados	Tiempo (meses) de garantía de pc donado	Gestión de Residuos
“Computadores para la inclusión”	2005	Gobierno	Entidades del gobierno y sector privado.	794 instituciones educativas	7	10.162	No se evidencia proceso de retoma	No hay datos consolidados por parte de la fuente	6	Los plásticos y metales, se envían a las cooperativas de reciclaje, los residuos potencialmente peligrosos son enviados a empresas autorizadas por la autoridad ambiental correspondiente.
Chilenter “Convenio enlaces - Ministerio de Educación”	2002	Privado - Fundación	Entidades del gobierno, organismos internacionales y sector privado.	5.230 establecimientos educativos y 699 organizaciones sociales	1	50.000	Los equipos reacondicionados son entregados mediante comodato a las instituciones educativas, esté mecanismo garantiza el manejo seguro de los residuos cuando los computadores finalizan el ciclo	10.000	6	Fundación Chilenter ha procesado desde 2009 a nivel nacional e internacional un total de 970,3 toneladas de RAEE, les realizan el tratamiento en Bélgica, que consiste en realizar la separación del vidrio

Nombre del programa	Año de origen	Tipo de organización	Principales donantes de pc para reacondicionamiento	No.º total de beneficiados	No. de centros de reacondicionamiento	No. de computadores reacondicionados	Proceso de retoma	Nº de equipos retomados	Tiempo (meses) de garantía de pc donado	Gestión de Residuos
							de vida.			descontaminado (frontal), del activado (cono trasero); a la fecha 209,027 toneladas de este residuo ha sido exportado a Bélgica
Fundación Equidad "Taller de Reciclaje"	2001	Privado - Fundación	Entidades del gobierno y sector privado.	1.400 Instituciones educativas y 1374 organizaciones sociales	1	17.000	Las instituciones educativas asumen el compromiso de devolver las computadoras una vez hayan agotado su vida útil, esto con el fin de incluirlas en el proceso de reciclaje y así disminuir el impacto ambiental.	No hay datos consolidados por parte de la fuente	6	Los residuos valorizables son enviados a Scrap y Rezagos (empresa privada), empresa encargada de la gestión integral de los residuos, los RESPEL se envían fuera del país para su disposición final.

Nombre del programa	Año de origen	Tipo de organización	Principales donantes de pc para reacondicionamiento	No.º total de beneficiados	No. de centros de reacondicionamiento	No. de computadores reacondicionados	Proceso de retoma	Nº de equipos retomados	Tiempo (meses) de garantía de pc donado	Gestión de Residuos
Recicla Electrónicos México S.A - PUNTO VERDE	2008	Privado	Entidades del gobierno y sector privado.	No hay datos consolidados por parte de la fuente	1	No hay datos consolidados por parte de la fuente	REMSA al reacondicionar y donar los computadores a las instituciones seleccionadas las obliga a comprometerse a devolver las computadoras una vez éstas hayan cumplido con su vida útil.	No hay datos consolidados por parte de la fuente	6	REMSA creó una línea de investigación y desarrollo con el objetivo de desarrollar una línea de productos ecológicos para la construcción, los cuales incorporan de forma segura y sustentable materiales provenientes del reciclaje de RAEE (plástico, vidrio, electrónica y metales), entre los materiales desarrollados encontramos baldosas para exteriores, baldosas para interiores y adoquín ecológico

Nombre del programa	Año de origen	Tipo de organización	Principales donantes de pc para reacondicionamiento	No.º total de beneficiados	No. de centros de reacondicionamiento	No. de computadores reacondicionados	Proceso de retoma	Nº de equipos retomados	Tiempo (meses) de garantía de pc donado	Gestión de Residuos
"Computadores para educar"	2001	Gobierno	Entidades del gobierno y sector privado.	26.309 escuelas beneficiadas, 299.609 Docentes y 6'423.255 estudiantes beneficiados (*cifras a 2012)	3	192.757	Recogen los computadores que llegan al final de su ciclo o vida útil, luego de tres o cuatro años después de ser entregados por CPE a las instituciones beneficiadas, los equipos son llevados al CENARE, para su correcta disposición ambiental	51.806	12	El Centro Nacional de Aprovechamiento de Residuos Electrónicos – CENARE, tiene como propósito separar las corrientes limpias, RAEE, residuos potencialmente peligrosos y componentes electrónicos para robótica. Sus cifras son las siguientes a diciembre de 2014: Residuos retomados: 1400 toneladas; Residuos demanufacturados: 3950 toneladas; Materiales valorizados: 3.400; residuos peligrosos gestionados: 1.260 toneladas

Otro aspecto que se asemeja en la gran mayoría de los programas de reacondicionamiento en América Latina es el proceso de retoma, la cual consiste en recoger los computadores que llegan al final de su vida útil, después de los cuatro o cinco años de haber sido entregados por CPE a las instituciones beneficiadas. Los equipos son demanufacturados para garantizar el aprovechamiento y la valorización de los residuos aptos para nuevos ciclos productivos y disposición ambiental adecuada de los residuos con características peligrosas. Aunque la retoma se realiza en los demás programas de la región no se evidencian datos confiables de este proceso, sin embargo es de destacar que en Colombia se llevan un consolidado a 2014 de 68.250 computadores retomados por el CENARE.

La importancia de CENARE se encuentra a la vanguardia en la valorización de materiales limpios producto de la demanufactura de RAEE. La demanufactura a 2014 es de 3950 toneladas, de estas toneladas 3400 fueron valorizadas y usadas en procesos productivos industriales, adicional a esta gestión de valorización de residuos, se han dispuesto de manera ambientalmente racional 1260 toneladas de residuos peligrosos desde el 2007 hasta el 2014, una razón más del porque CPE se toma como referente regional.

Una de las actividades que caracteriza a CPE con respecto a los casos estudio, es la estrategia de robótica educativa ambiental que permite desarrollar en los estudiantes competencias básicas en tecnología, a partir de una plataforma de robótica, la cual se encuentra conformada por una EDERA (Estación de Desarrollo de Robótica Automática) y un Kit de robótica educativa ambiental compuesto por 6 elementos (Básico, Estación Meteorológica 1 – EM1, Estación Meteorológica 2 – EM2, Fotomóvil, Hexápodo, Puerta Eléctrica), construida en un 95% de residuos electrónicos provenientes de computadores. Esta labor se llevó a cabo desde el 2007, y se convirtió en un mecanismo para disminuir los impactos de los RAEE y convertir esta estrategia en un vehículo hacia la innovación.

Algunas referencias en la literatura académica, en cuanto a programas de reutilización de AEE, a nivel latinoamericano, fortalecen a CPE como referente, luego el caso Colombiano se toma como referencia en los trabajos de Streicher-Porte et al. (2009) y Marthaler, C. (2008); los que se desprenden del análisis de impacto desarrollado hacia el 2008 por estos expertos

del “Institute of Environmental Engineering” (ETH Zürich), lo cual es una muestra contundente del liderazgo de “Computadores para Educar” a nivel regional.

Según cifras de la Plataforma Regional de Residuos Electrónicos en Latinoamérica y el Caribe, Colombia produce un valor aproximado de 110.000 toneladas anuales de RAEE; con el reacondicionamiento CPE ha evitado la generación de 4.819 toneladas de RAEE desde el inicio del programa hasta el 2013.

Es de resaltar que CPE es el único programa de gobierno con presencia nacional que realiza una gestión integral de RAEE’s de computadores mediante el reuso (reacondicionamiento) y gestión ambientalmente racional de RAEE’s, valorizando materiales limpios para su reingreso en procesos productivos, fomentando la recuperación de metales raros y preciosos y garantizando una gestión adecuada de los residuos peligrosos. Este escenario representa un soporte importante para el Gobierno (el cual no solo entrega tecnología cerrando brechas sociales, digitales y regionales en Colombia, sino que también la recoge para su gestión adecuada, asumiendo los costos económicos inherentes al proceso), dadas las recomendaciones producto de la Evaluación del Desempeño Ambiental de Colombia, preparada por la OCDE en cooperación con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en las que se propone *“Situación el crecimiento verde como elemento central del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 y de la futura labor del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES); definir objetivos ambientales concretos y medibles para los sectores económicos clave y hacer responsables a los ministerios de que se haga efectivo su cumplimiento; asegurar que los principales programas y proyectos estén sujetos a evaluaciones ambientales estratégicas que tengan en cuenta los efectos del cambio climático en el largo plazo”* (OCDE, CEPAL, 2014, p. 82). De igual manera se proyecta que las emisiones de gases de efecto invernadero para el país aumenten en un 50% para 2020 en comparación con 2000, por lo que este estudio se propone calcular la Huella de carbono del programa (CPE), representando un beneficio que mitiga esta situación. En el informe 3 se desarrollará con mayor detalle este supuesto, logrando valorar el impacto del programa en términos del cálculo de Huella de Carbono.

Línea base de información disponible CPE

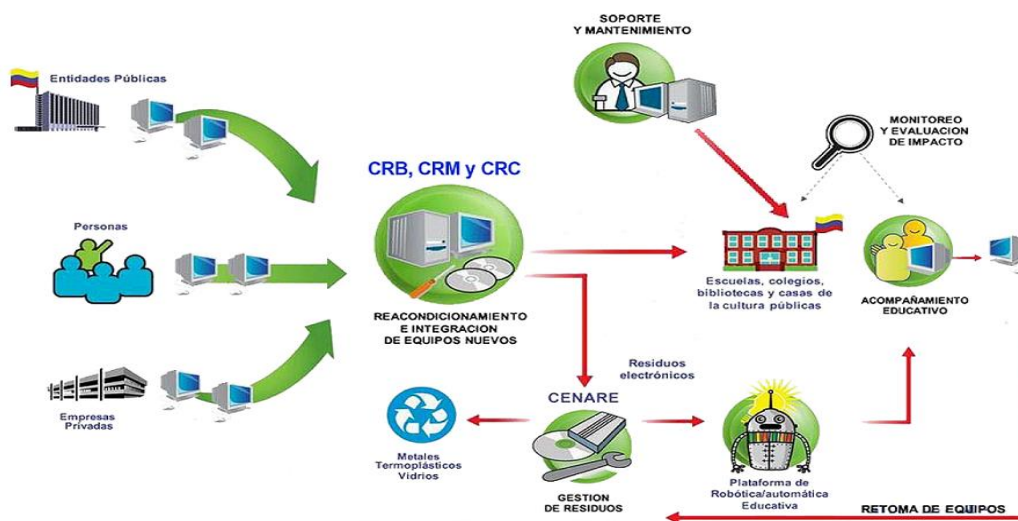
Con el fin de consolidar la línea base de información se revisaron los siguientes aspectos en cada uno de los documentos enviados por CPE:

Parámetro	Característica
Proceso	Definido por los procesos abordados en CPE, reacondicionamiento, CENARE, robótica, Gestión Integral de Residuos y normativa asociada.
Variable	Indicador a ser evaluado
Tipo de información	Establece si corresponde a información primaria o secundaria
Descripción	Necesidad de la información
Dimensión	Define si el alcance está orientado al ámbito ambiental, social o económico
Uso	Indica para que cálculos o análisis se necesita esta información
Observaciones	Describe la situación actual de la variable.
Disponibilidad	Corresponde al estado de consecución de la información
Fuente	Origen de la información a nivel de fuentes primarias y secundarias

De acuerdo a la información suministrada por CPE y luego de revisión de los parámetros como se puede observar en el Anexo 3, se realiza graficas e ilustraciones que consolidan la información enviada hasta el momento al CNC. En el presente informe se realiza una descripción preliminar de la línea base, cuando se obtenga la totalidad de los datos se realizar el análisis correspondiente a cada proceso.

El diagrama del proceso se relaciona como insumo principal de información como herramienta de identificación de los procesos claves para el desarrollo de la huella de carbono.

Diagrama 1. Diagrama de procesos CPE



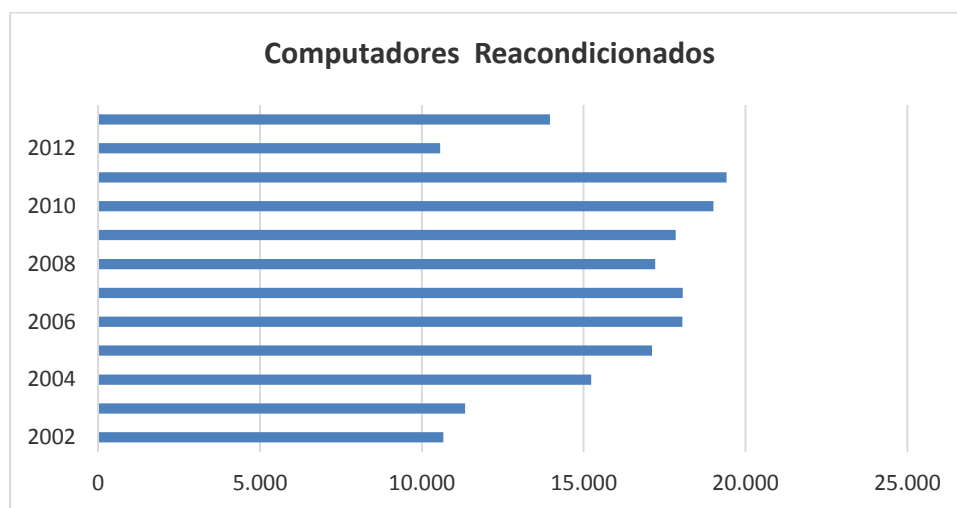
Fuente: Martha P. Castellanos S, CPE- colectivo ANDI – Presentación PDF (Julio 2011), modificado por CNC octubre 2014.

CENTROS DE REACONDICIONAMIENTO

La información suministrada por CPE con relación a los centros de reacondicionamientos se relaciona de la siguiente manera:

Relación de computadores reacondicionados desde el 2012 a 2013.

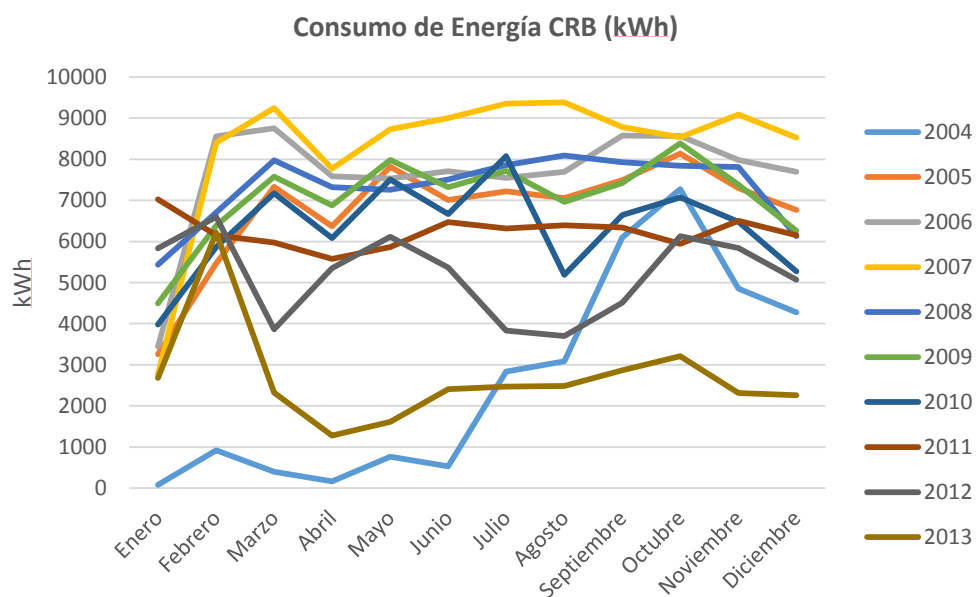
Ilustración 5. Número de computadores reacondicionados.



Fuente: CPE 2014

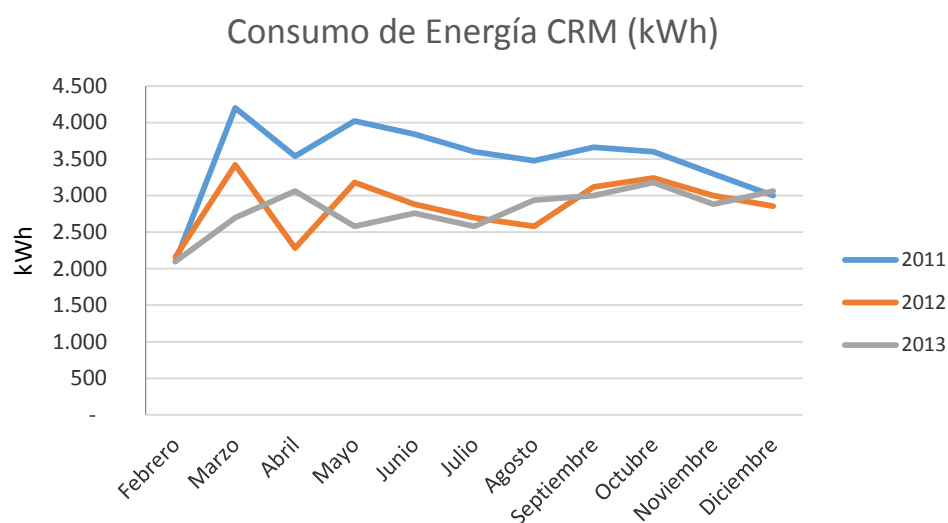
Se cuentan con los consumos energéticos de los CRB, CRM y CRC. Para CRB desde 2004 a 2013, CRM desde 2011 a 2013 y CRC desde 2009 a 2013.

Ilustración 6. Consumos energéticos CRB.



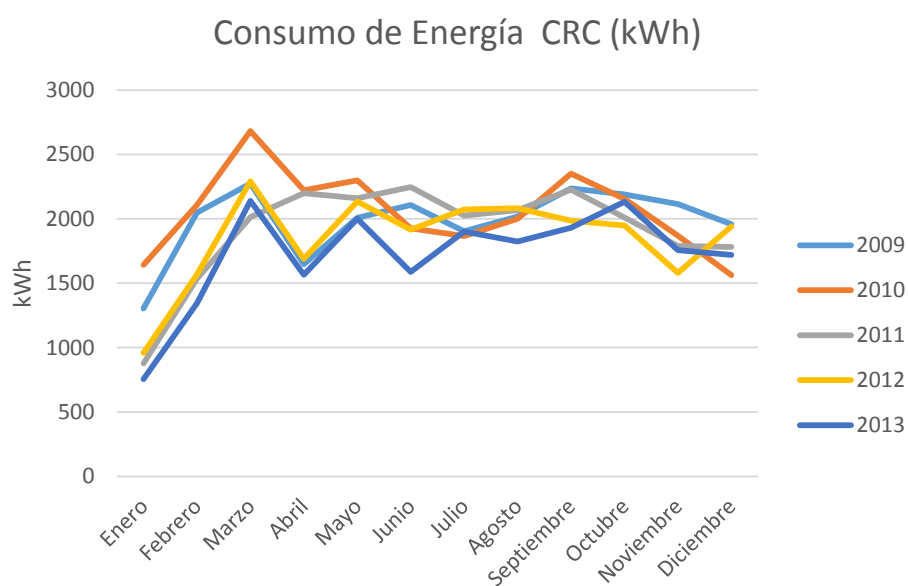
Fuente: CPE 2014

Ilustración 7. Consumos energéticos CRM.



Fuente: CPE 2014

Ilustración 8. Consumos energéticos CRC.



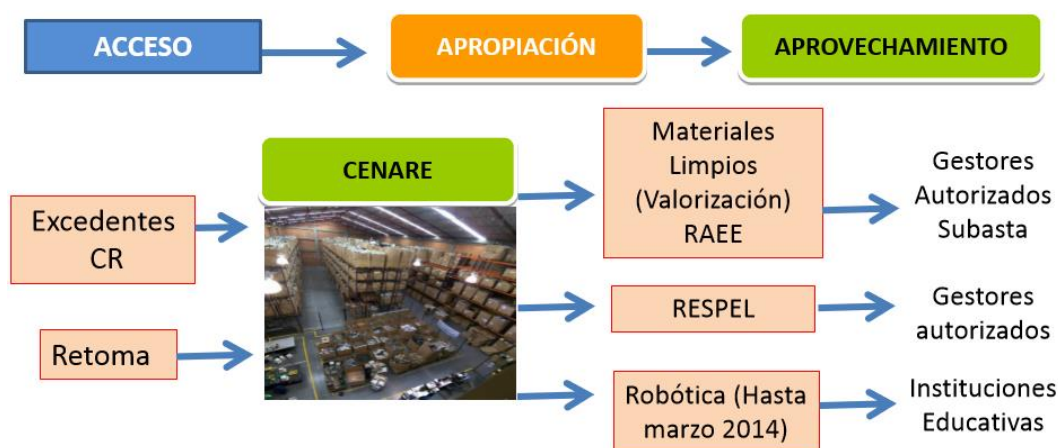
Fuente: CPE 2014

Información referente a traslados, despachos, garantías y beneficiarios de computadores reacondicionados no se evidencia con los archivos enviados en respuesta a la solicitud realizada por CNC, referente al documento estructura de costos la información suministrada difiere de lo solicitado.

CENARE

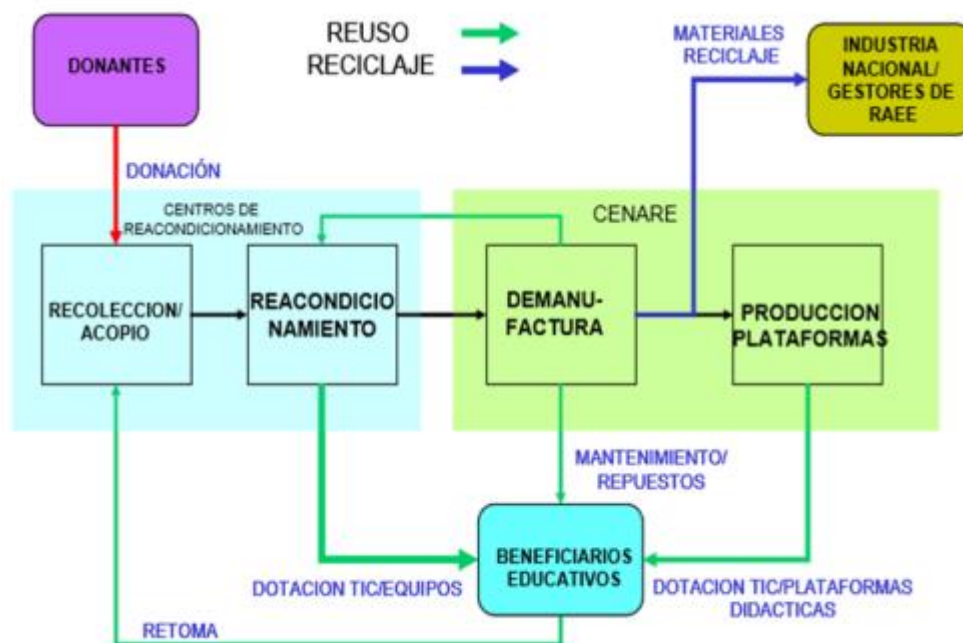
La consolidación de la información suministrada por CPE, con relación a CENARE se relaciona con base en los documentos enviados al CNC. El diagrama de procesos de demanufactura y el diagrama de proceso de gestión de RAEE, que realiza CENARE es el punto de partida para la consolidación de los datos.

Diagrama 2. Diagrama general de procesos demanufactura.



Fuente: CPE.

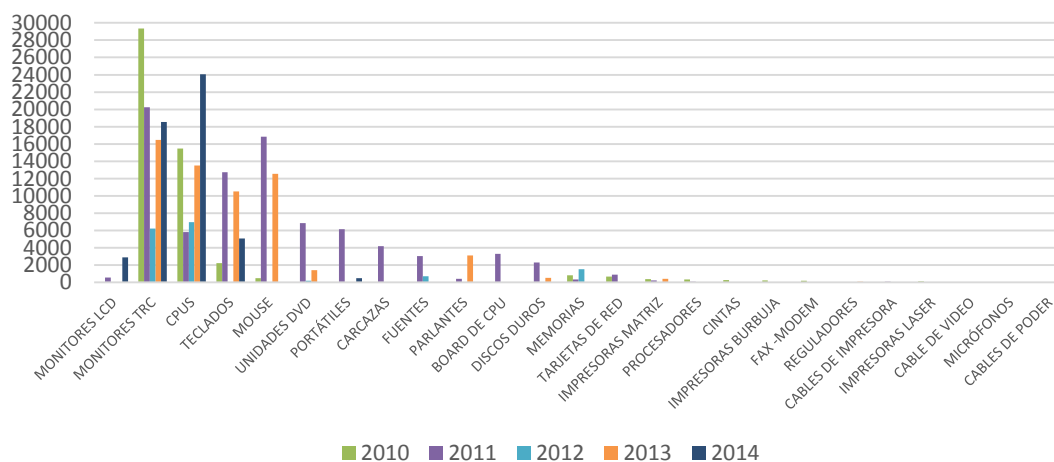
Diagrama 3. Diagrama general de proceso en la gestión de RAEE.



Fuente: CPE.

Ilustración 9. Elementos recibidos por CENARE desde los CR

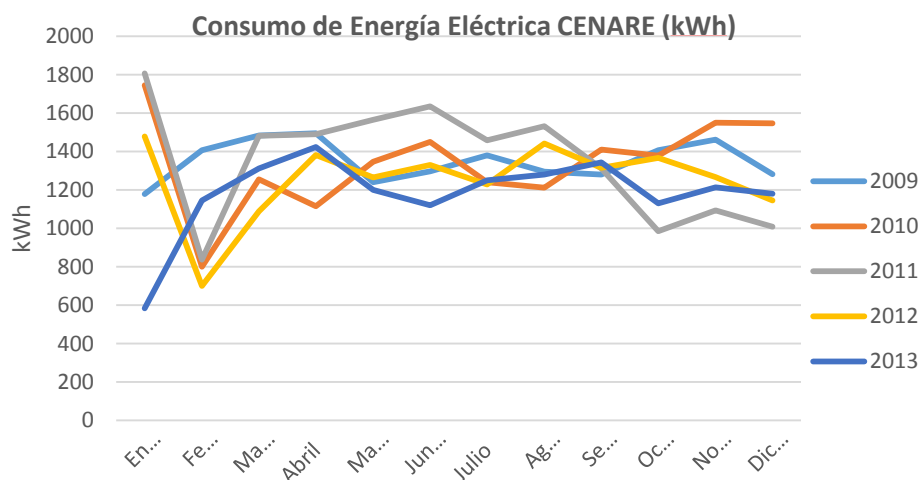
Cantidades de elementos recibidos en CENARE desde los centros de recondicionamiento (unidades)



Fuente: CPE.

La información suministrada sobre la cantidad de residuos recibidos por CENARE desde los CR, se relaciona con el periodo 2010 a 2014, falta información desde el inicio de CENARE en el 2007 hasta 2009.

Ilustración 10. Consumo de energía.

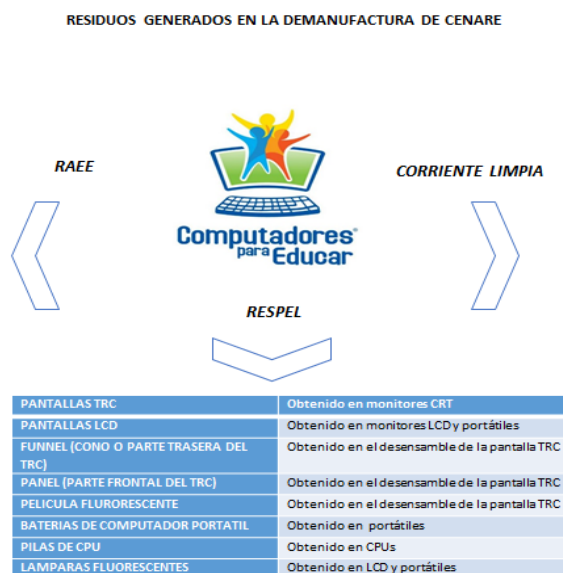


Fuente: CPE.

Los datos suministrados por CPE relacionados con el consumo de energía se relacionan en el periodo 2009 a 2013. La tipología de los residuos generados por CENARE fue suministrada por clasificación, descripción y origen, del análisis realizado a la tabla el CNC realiza la siguiente ilustración:

Ilustración 11. Tipología de residuos generados por CENARE.

DESCRIPCIÓN	ORIGEN
BANDEJAS DE CD	Obtenido en unidades de CD ROM
BOARD DE CPU	Obtenido en CPUs
BOARD DE MONITOR	Obtenido en monitores CRT y LCD
DISCOS DUROS	Obtenido en CPUs
FLOPPYS	Obtenido en CPUs
IMPRESORA DE BURBUJA	Generado en las retomas de equipos o trasladado de los centros
IMPRESORA LASER	Generado en las retomas de equipos o trasladado de los centros
IMPRESORA MATRIZ	Generado en las retomas de equipos o trasladado de los centros
MECANISMOS DE CD	Obtenido en unidades de CD ROM
MOUSE	Generado en las retomas de equipos o trasladado de los centros
PARLANTES	Generado en las retomas de equipos o trasladado de los centros
PROCESADORES	Obtenido en CPUs
TECLADOS DE PC	Generado en las retomas de equipos o trasladado de los centros
SPEAKER	Obtenido en CPUs
TARJETAS CON BUS	Obtenido en CPUs
TARJETAS DE INTERFACE	Obtenido en CPUs
TARJETAS ELECTRONICAS	Obtenido en CPUs
TARJETAS EXPANSION	Obtenido en CPUs
TARJETAS VARIAS	Obtenido en CPUs
TIERRAS	Obtenido en monitores CRT
UNIDADES DE CD	Obtenido en CPUs
VENTILADORES	Obtenido en CPUs
YUGOS	Obtenido en monitores CRT
MEMORIAS DE CPU	Obtenido en CPUs y portátiles
FUENTES DE PODER DE CPU	Obtenido en CPUs
BOARDS DE PORTATILES	Obtenido en portátiles

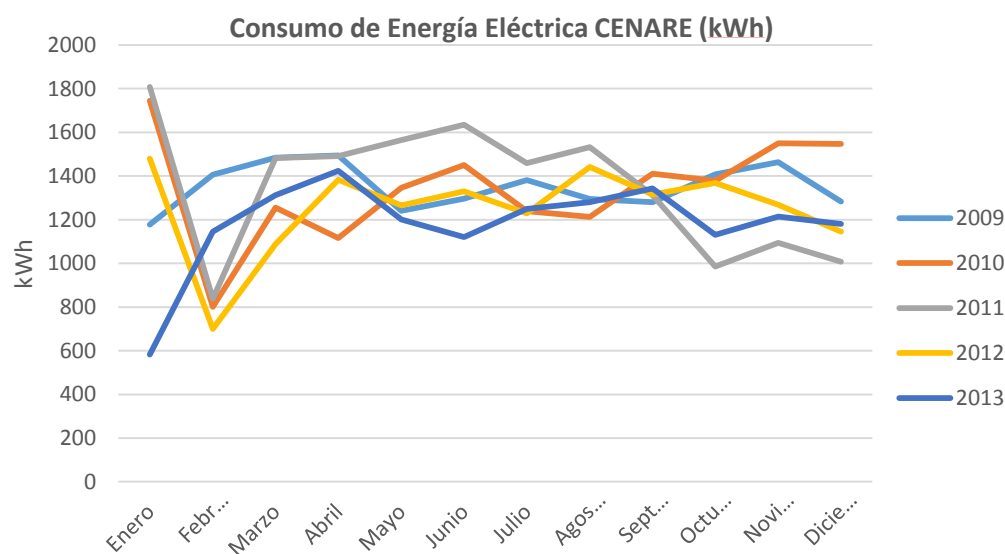


DESCRIPCIÓN	ORIGEN
Acetatos	Obtenido en teclados, portátiles y lcds
Aluminio	Obtenido en cpus y monitores crt
Anillos de convergencia	Obtenido en monitores crt
Bobinas de gauss	Obtenido en monitores crt
Buses	Obtenido en cpus
Buses con puerto	Obtenido en cpus
Buses de datos	Obtenido en cpus
Cables varios	Obtenido en cpus y monitores crt
Cartón	Generado en las retomas de equipos o trasladado de los centros
Cartón desecho	Generado en las retomas de equipos o trasladado de crdp o crs
Cauchos	Obtenido en cpus, monitores crt y portátiles
Cobre	Obtenido en los yugos de monitor trc
Metal ferroso	Obtenido en cpus, monitores crt, monitores lcd y portátiles
Termoplástico	Obtenido en cpus, monitores crt, monitores lcd y portátiles
Láminas de acrílico	Obtenido en lcd y portátiles
Láminas aleación de magnesio	Obtenido en portátiles
Tornillos	Obtenido en cpus, monitores crt, monitores lcd y portátiles
Cable de poder	Obtenido en monitores crt y monitores lcd

Fuente: CPE.

Se cuentan con los consumos energéticos de CENARE desde 2009 a 2013.

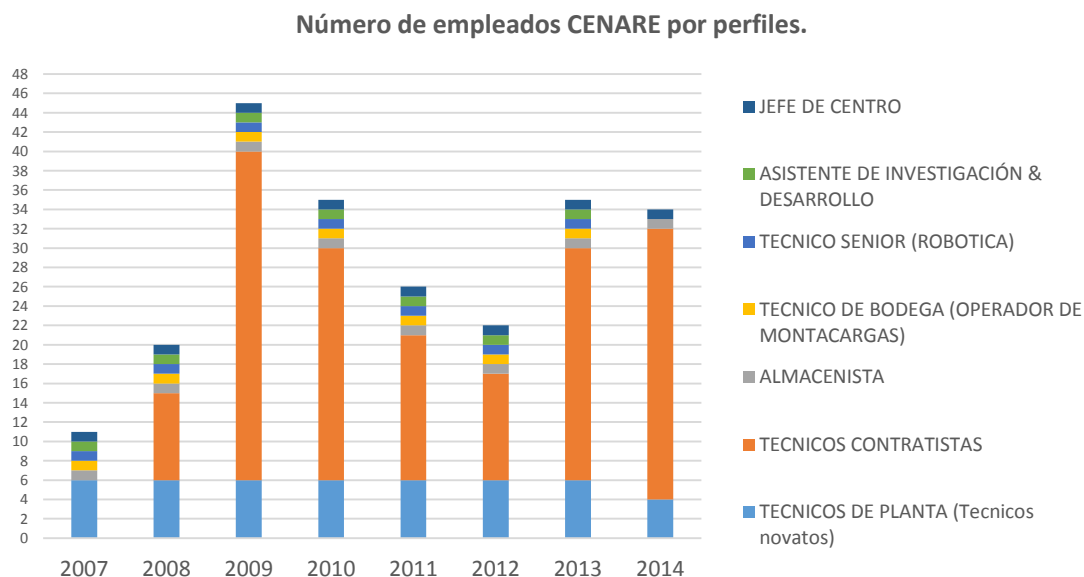
Ilustración 5. Tipología de residuos generados por CENARE



Fuente: CPE.

La descripción de perfiles y número de empleados desde el 2007 a 2014 se relaciona con la siguiente ilustración.

Ilustración 13 Número de empleados CENARE por perfiles

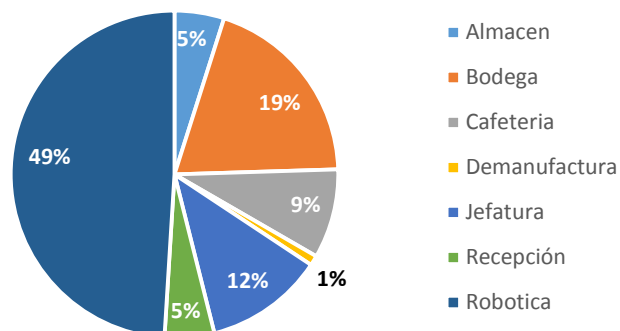


Fuente: CPE.

De acuerdo al documento denominado “base global CPE”, suministrado por CPE se relaciona en la siguiente ilustración el porcentaje de distribución de los 102 artículos que funcionan con energía según la dependencia que se relaciona en el inventario de activos fijos.

Ilustración 14. Porcentaje de número de elementos que demanda energía

Porcentaje de elementos de CENARE con demanda de energía



Fuente: CPE.

ROBÓTICA

La información del componente de robótica fue suministrada con un diagrama general de los procesos, la información de la cantidad de plataformas EDERA 1.0 y 2.0, que fueron manufacturadas. Para los kits EDERA 2.0 se tiene la descripción de los kits, se observa en la siguiente ilustración:

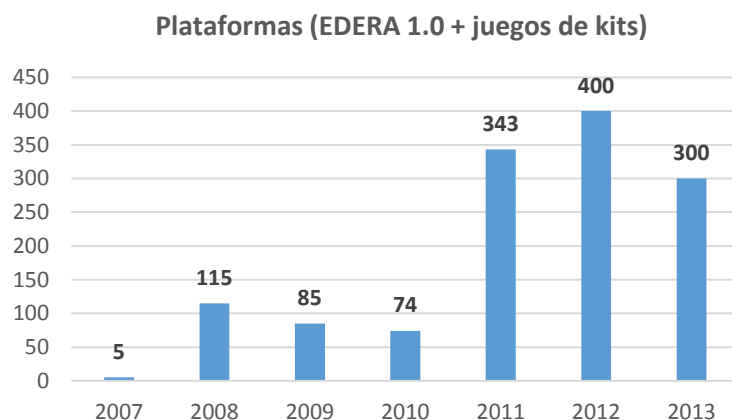
Ilustración 6. Descripción de Kits plataforma EDERA



Fuente: CPE.

Para la plataforma EDERA1.0 se cuenta con la siguiente información suministrad por CPE:

Ilustración 16. Número de Plataformas EDERA 1.0

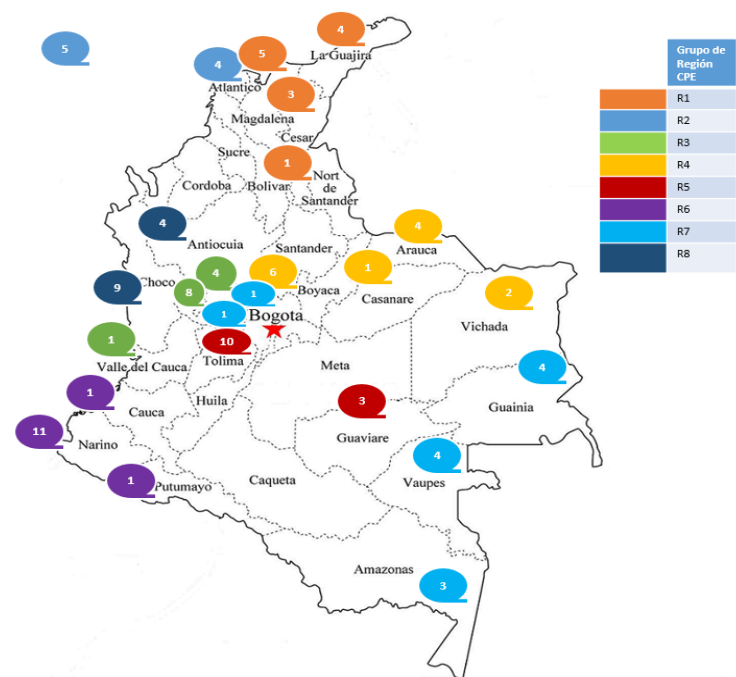


Fuente: CPE.

En la plataforma EDERA 2.0, se realiza la siguiente ilustración resultado preliminar de la información enviada por CPE.⁵¹

⁵¹ Se identifica en el documento “matriz CENARE”, enviado por CPE, el resumen de beneficiarios de los kits EDERA 2.0, el total se relaciona con 610 kits a 2013, en otro documento denominado “plataformas entregadas CPE”, se relaciona un total de 100, se realiza una ilustración con la última cifra que son sedes beneficiadas, esta diferencia se encuentra en proceso de verificación.

Ilustración 7. Número de Plataformas EDERA 2.0 por región.



Fuente: CPE.

RETOMA

En la información suministrada por CPE, se cuenta con el diagrama general del proceso y la cantidad de computadores retomados a 2013.

Ilustración 8. Número de computadores por retoma



Fuente: CPE.

Para el desarrollo de la consolidación de la información y un análisis integral es necesario contar con la totalidad de los datos, esto permitirá contar con las herramientas suficientes para consolidar cifras y generar análisis más puntuales.

Metodología a emplear para la cuantificación de los impactos sociales, ambientales y económicos de la estrategia de gestión de RAEE de CPE.

En el presente acápite se presenta el desarrollo metodológico seleccionado para la valoración de los impactos ambientales y sociales, y los beneficios económicos, así mismo la metodología para el cálculo de la huella de carbono.

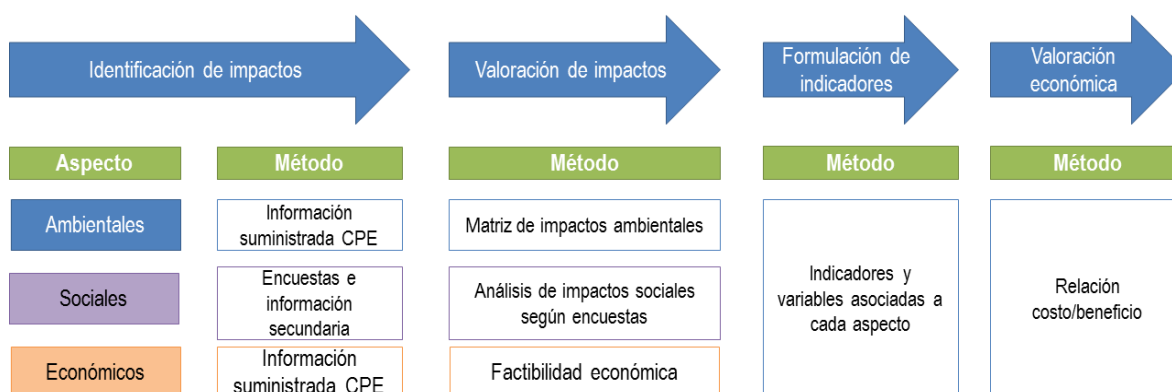
Metodología general para la identificación de impactos sociales, ambientales y económicos

Para la identificación y evaluación de impactos ambientales, sociales o económicos existen diversas metodologías, que se valen de instrumentos como modelos de identificación (listas de chequeo, encuestas, causa-efecto, diagramas de flujo, entre otras), modelo de previsión (asocian pruebas experimentales y ensayos) y modelos de evaluación (cálculo de las evaluación de impacto ambiental), sin embargo existen métodos tradicionales y cuantitativos, los tradicionales buscan monetizar la relación beneficio/costo y aproximar la valoración para distintos factores y los cuantitativos que aplican escalas valorativas para los impactos identificados.

No obstante, dadas las características del CPE y del objetivo de la consultoría que se basa en la maximización de los impactos positivos y la gestión de los negativos se hace necesario proponer una metodología que reúna variables de evaluación para aproximar la cuantificación de los impactos identificados.

En el siguiente esquema se presenta el marco metodológico para valorar el impacto en las dimensiones propuestas: ambiental, social y económica, buscando establecer los indicadores cuyas variables puedan ser monetizadas para establecer la relación costo/beneficio.

Ilustración 9. Estructura de evaluación de impactos



Fuente: elaboración propia, 2014

Impactos ambientales

De acuerdo con la metodología propuesta para la valoración de impactos la cual se ilustra en el siguiente diagrama, se encuentra en desarrollo la identificación de aspectos ambientales:

Ilustración 20 . Metodología propuesta para la valoración de impactos



Fuente: elaboración propia, 2014

La valoración está dada por los siguientes parámetros, adaptado de las diferentes metodologías de valoración de impactos para las características del programa CPE, teniendo en cuenta que se trata de un proyecto con énfasis educativo e incidencia social y ambiental:

Tabla 7. Criterios de valoración ambiental

Criterios	Descripción	Tipología	Valor
V Variación	Establece si el impacto en la gestión de RAEE sobre el entorno ambiental es positivo o negativo, este definido como los recursos naturales afectados.	Positivo	+
		Negativo	-

Criterios		Descripción	Tipología	Valor
E	Efecto	Define si el impacto presentado tiene un efecto directo o indirecto sobre el entorno ambiental, este definido como los recursos naturales afectados positiva o negativamente.	Directo	1
			Indirecto	1
C	Extensión	Determina si el impacto causado negativo o positivo tiene una afectación a los recursos naturales, que supera los límites operacionales o está dentro del límite de la empresa.	Total	1
			Parcial	1

Fuente: elaboración propia, 2014

Con base en los criterios anteriores se definió para la valoración de la significancia el siguiente sistema de ecuaciones simples, el cual permitirá establecer la escala de valoración.

Significancia del impacto				
	Alta	Media	Baja	Muy baja
+	$(+)V*ED*CT$	$(+)V*ED*CP$	$(+)V*EI*CT$	$(+)V*EI*CP$
-	$(-)V*ED*CT$	$(-)V*ED*CP$	$(-)V*EI*CP$	$(-)V*EI*CP$

Fuente: elaboración propia, 2014

Dónde:

(+)V: Variación impacto positivo

(-)V: Variación impacto negativo

ED: Efecto directo

EI: Efecto Indirecto

CT: Extensión total

CP: Extensión parcial

Impacto negativo muy bajo, efecto indirecto y extensión parcial	Impacto negativo bajo, efecto indirecto y extensión total	Impacto negativo medio, efecto directo y extensión parcial	Impacto negativo alto, efecto directo y extensión total	Impacto positivo alto, efecto directo y extensión total	Impacto positivo medio, efecto directo y extensión parcial	Impacto positivo bajo, efecto indirecto y extensión total	Impacto positivo muy bajo, efecto indirecto y extensión parcial
-1	-2	-2	-4	4	2	2	1

Fuente: elaboración propia, 2014

De acuerdo con lo anterior se han identificado, como primer paso, los siguientes impactos que están en proceso de valoración cuantitativa:

Tabla 8. Identificación de impactos ambientales

Proceso	Recurso afectado	Impacto ambiental	Descripción cualitativa
Reacondicionamiento	Energético	Consumo de energía	El consumo está dado por el uso de herramientas menores, prueba y ensayo de equipo e iluminación de los centros
	Atmosférico	Emisiones evitadas de gases efecto invernadero por re-manufactura	Reducción de emisiones GEI por reincorporación de elementos a la cadena de valor
	Atmosférico	Emisiones dispersas y vapores	Generadas de los procesos de limpieza
	Suelo	Uso de sustancias químicas para limpieza y montacargas	Uso en el montacargas y de limpieza de piezas

Proceso	Recurso afectado	Impacto ambiental	Descripción cualitativa
	Suelo	Disminución de RAEE puestos en el relleno para disposición final	Aprovechamiento de RAEEs, disminuyendo la disposición de los donantes en rellenos sanitarios por obsolescencia
	Suelo	Aprovechamiento de residuos aprovechables	Generado de la recepción de las donaciones
	Suelo	Generación de residuos peligrosos	Envases de ácido y sustancias para limpieza
	Suelo	Disminución en el consumo de metales vírgenes	Por la recuperación de materias primas
	Hídrico	Consumo de agua	Labores de limpieza
Robótica educativa	Energético	Consumo de energía	Uso y prueba de kits de robótica
	Atmosférico	Generación de emisiones de GEI	Consumo de energía en el uso de los kits en pruebas y uso final de beneficiarios
	Suelo	Aprovechamiento de residuos RAEE	Uso de piezas para el armado de kits de robótica
Cenare	Energético	Consumo de energía	Uso en equipos y herramientas menores
	Atmosférico	Emisiones evitadas de GEI por	
	Suelo	Generación de residuos peligrosos	Productos obsoletos para disposición final
	Suelo	Generación de chatarra para reutilización	contenido de metales base, como cobre, estaño, níquel, aluminio; o bien, metales preciosos como oro, plata, iridio o paladio

Fuente: elaboración propia, 2014

Con base en la identificación de impactos y la descripción cualitativa de los mismos, se aplican la fórmula para determinar la significancia y se define un indicador que permita valorar

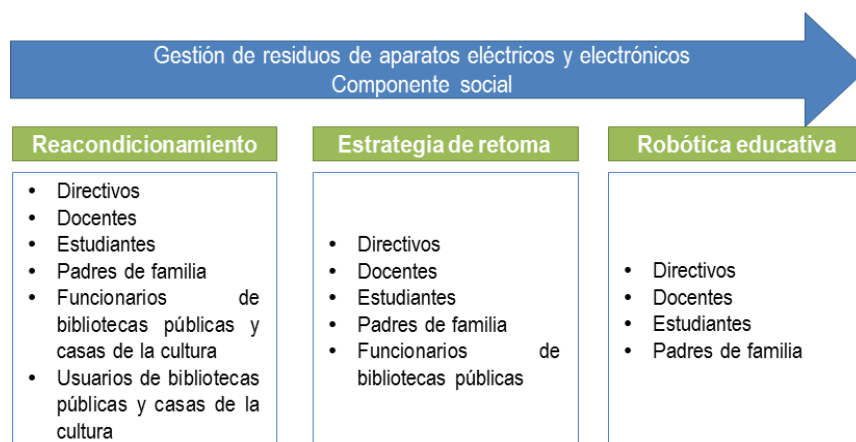
cuantitativamente, se preferirá aquellos impactos cuya significancia este en alto, es decir en (+) 4 o (-) 4.

Impactos sociales

En el marco de la valoración del impacto social para la estrategia de reacondicionamiento se desarrolló un cuestionario que permite validar la participación del CPE en el marco de estrategias que apunten a beneficios sociales, para ello las preguntas están orientadas básicamente a dos componentes: Responsabilidad Social Corporativa o Empresarial, definida para el programa como la apropiación y reconocimiento de los diferentes segmentos de beneficiarios a la gestión no solo educativa sino ambiental y social del programa y fortalecimiento de tejido empresarial, definido como el aporte al desarrollo de capacidades en personal técnico para los procesos de CPE.

La aplicación de las encuestas está en proceso de acuerdo con los siguientes segmentos de beneficiarios.

Ilustración 21 . Grupos objetivos para aplicación de encuesta



Fuente: elaboración propia, 2014.

Metodología general para la cuantificación de impactos sociales, ambientales y económicos

La metodología ajustada del Análisis Costo-Beneficio (ACB) que se utilizará, permite el análisis de proyectos de inversión pública, los cuales tiene como característica fundamental, ser un instrumento de los estados para cumplir con sus objetivos de política ya sea esta de carácter económica, ambiental y social, este tipo de inversión es generalmente realizada en sectores o áreas donde la empresa privada no tiene los incentivos para realizar las inversiones necesarias y los beneficios sociales derivados de su ejecución son de alto valor para la política planteada por el Estado, buscando optimizar el bienestar general.

En comparación con metodologías de medición de impacto utilizadas para los proyectos de inversión privada, la metodología de ACB-Ajustada, permite ir más allá del análisis de rentabilidad o beneficios financieros de la inversión; permitiendo integrar al análisis la valoración de los beneficios sociales derivados de la ejecución de un proyecto (Ortegón et al., 2005, pp. 103 – ss; RPEC, 2007, p. 28).

Como lo resaltan Ortégón et al. (2005),. Teniendo en cuenta que los recursos son escasos, en el sentido de que las personas estarán dispuestas a pagar para obtenerlos, dicha disposición a pagar se traduce en un precio, cuando los bienes están en el mercado;⁵² así la valoración económica⁵³ busca revelar los valores verdaderos que tiene para la sociedad un producto o servicio derivado de la ejecución de un proyecto; es decir, los costos sufridos, o beneficios recibidos, por el uso de esos recursos. Si se está evaluando un proyecto desde el punto de vista social, en consecuencia, es de interés estimar esos valores verdaderos.

⁵² El precio de mercado refleja, en los mercados competitivos, la predisposición a pagar del consumidor marginal, i.e., del último que “entra” al mercado.

⁵³ “La valoración económica se basa en determinar la predisposición a pagar por determinado bien o recurso. Esta predisposición refleja, a su vez, las preferencias de las personas, y la distribución del ingreso imperante en cada sociedad. En consecuencia, la valoración económica se refiere a valorar las preferencias de las personas acerca de obtener un determinado beneficio o de reducir un determinado costo, por ejemplo a través de un proyecto.” (Ortegón et al. (2005, p. 108)

Estos valores pueden estimarse en dinero, pero, a diferencia de la evaluación privada – eminentemente financiera– la valoración socio-económica no se apoya en pagos efectivamente realizados sino en el deseo o voluntad de pago. Por lo tanto, donde un proyecto privado buscará estimar el flujo de fondos que ese proyecto va a generar, el proyecto “social” estimará los beneficios y costos futuros, que puede –o no– dar origen a movimientos de fondos.

La estimación de los valores –o más exactamente los precios sociales- puede hacerse de varias maneras; una de las más extendidas y conceptualmente sólida es la conocida como “Metodología de las distorsiones”, o “de Haberger”⁵⁴. (Ortegón et al., 2005, pp. 117 – ss.) El concepto básico es que los mercados de bienes e insumos afectados por el proyecto normalmente están afectados por distorsiones o fallas de mercado, que alejan a los mercados reales de los principios de competencia perfecta. Por lo tanto, las señales que los mercados reales envían (los precios) y la asignación de recursos derivada de esas señales muy probablemente serán diferentes a las que la sociedad haría en condiciones perfectamente competitivas.

En el estudio de un programa o proyecto deben considerarse esas distorsiones como dadas, y corregir los precios para llegar al “verdadero” valor social y ambiental de los recursos.

Esta metodología se basa en tres postulados muy simples:

- 1º: El beneficio de una unidad adicional de un bien o servicio para un consumidor se mide por su precio de demanda–su predisposición a pagar–por el bien en cuestión.
- 2º: El costo de una unidad adicional de un bien o servicio para un productor se mide por su precio de oferta–su costo de oportunidad–por el uso de los recursos empleados.

⁵⁴ En honor del conocido economista que la formalizó.

- 3º: El beneficio (costo) neto para la sociedad es la diferencia entre los beneficios totales y los costos totales, expresados en dinero. Por lo tanto, un aumento de beneficios o costos es valorado de igual forma por los individuos de la sociedad.

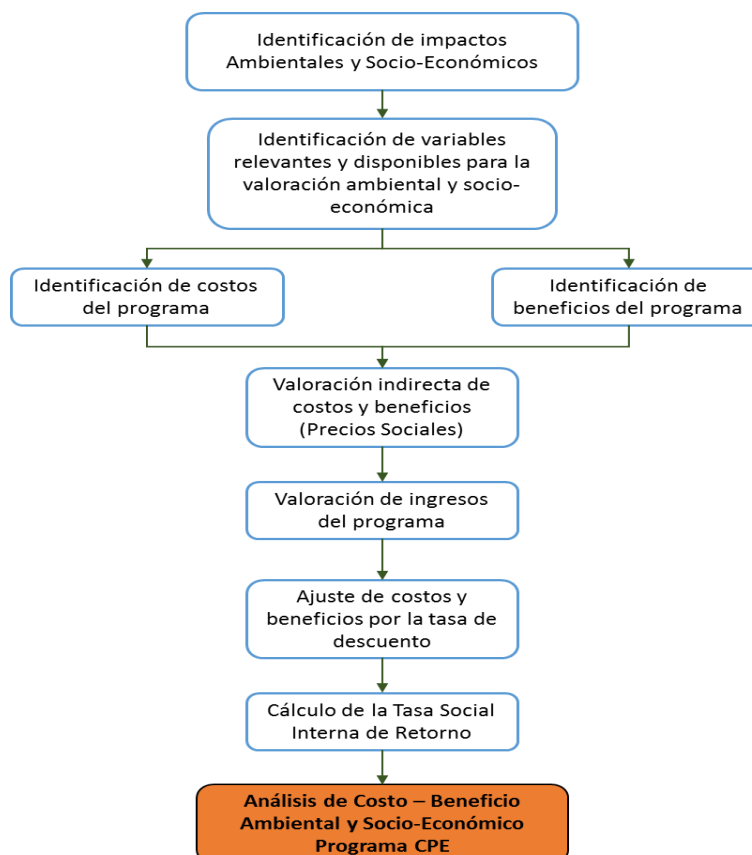
Por lo tanto, en el caso de la evaluación de los impactos socio-económicos y ambiental de CPE, se determinan los costos derivados de la ejecución del programa, y se identifican y valoran los beneficios relevantes que se obtienen con la ejecución del programa, sean estos directos, indirectos, secundarios, externalidades, redistributivos o intangibles; y comparando las valoraciones con un escenario en el cual, no se cuente con la ejecución del programa. Dadas las restricciones de información que generalmente se tienen, se identificara la unidad de información y/o valoración indirecta que sea accesible. (Ortegón et al., 2005)

A continuación se presenta el esquema típico del ACB Ajustado, que se propone para el análisis de CPE –ver diagrama 4; es necesario tener en cuenta, que la posibilidad de generar un flujo de información coherente que permita la valoración económica de la ejecución del programa CPE depende de la calidad de los datos reportados para cada una de las variables identificadas como indicador de las dimensiones económicas y sociales involucradas en el programa.

La información recopilada permitirá obtener información primaria, para establecer las oportunidades y estrategias que el programa puede adelantar para fortalecer la apropiación del objetivo ambiental y social y apoyar la valoración de los impactos en lo ambiental y social.

Anexo 4. Cuestionario ambiental y social

Diagrama 4. Metodología general para el análisis costo – beneficio de impactos ambientales y sociales



Fuente: elaboración propia, 2014.

Metodología general para el cálculo de huella de carbono

La huella de carbono se puede entender como un indicador que expresa en una sola unidad (tCO₂e) la cantidad de gases efecto invernadero (GEI) producidos directa o indirectamente por una organización, persona, evento o producto en un tiempo determinado, generalmente medido por años. Sin embargo, aunque el carbono sea apenas solo uno dentro del grupo de gases de efecto invernadero, se habla de huella de carbono debido a que este es el gas

(CO₂) que se produce en mayor volumen y el que se utiliza de referencia para llevar todos los gases a esa sola unidad.

En el marco de un análisis de ciclo de vida (ACV), uno de los impactos ambientales a evaluar es la huella de carbono, dado que la emisión de GEI tiene incidencia directa en la generación del cambio climático. Para calcular la huella de carbono, existe diversidad de metodologías según su origen (país) y según su enfoque (organizacional, producto, ciudad, país, etc.); todas ellas de origen internacional. Para el caso colombiano, debido a que la realización de un cálculo de huella de carbono aún no está reglamentada y por ende se trata de un proceso voluntario, la metodología a seleccionar puede ser de libre decisión, aunque todas las metodologías guardan una estrecha relación. En este caso de estudio, la metodología de cálculo de la huella de carbono seleccionada es el *Estándar de Contabilidad y Reporte del Ciclo de Vida de un Producto*⁵⁵, el cual tiene una amplia aplicación internacional y se usa como referencias normativas los estándares ISO de ciclo de vida (14040 y 14044) y la norma PAS 2050 creada por el BSI (Instituto Británico de estándares)

Por otra parte, cabe mencionar que en lo que respecta a Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TIC, este estándar se encuentra referenciado en el “*Marco de Evaluación de Impactos Ambientales de las TIC*”⁵⁶, como uno de los estándares aplicables al sector. De acuerdo con este documento, el *Estándar de Contabilidad y Reporte del Ciclo de Vida de un Producto* (reconocido como Estándar de Producto) “provee los requerimientos y guías para que las compañías y otras organizaciones puedan cuantificar y divulgar el inventario de emisiones GEI⁵⁷ y las remociones asociadas a un producto específico durante su ciclo de vida. El objetivo principal de este estándar es proveer un marco general para que las organizaciones tomen decisiones para reducir las emisiones de GEI de los productos (bienes o servicios) que ellas diseñan, manufacturan, venden, comercializan o usan” Igualmente, el

⁵⁵ Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard. Desarrollado por el WRI (World Resources Institute) y el WBCSD (World Business Council for Sustainable Development),

⁵⁶ Assessment framework for environmental impact of ICT. Desarrollado por La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT o ITU-T por sus siglas en inglés), organismo especializado de las Naciones Unidas para las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). 2012

⁵⁷ El estándar GHG para producto contempla los seis (6) GEI previstos en el Protocolo de Kioto: Bióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), Hidrofluorocarbonados (HFC), Perfluorocarbonados (PFC) y Hexafluoruro de Azufre (SF₆).

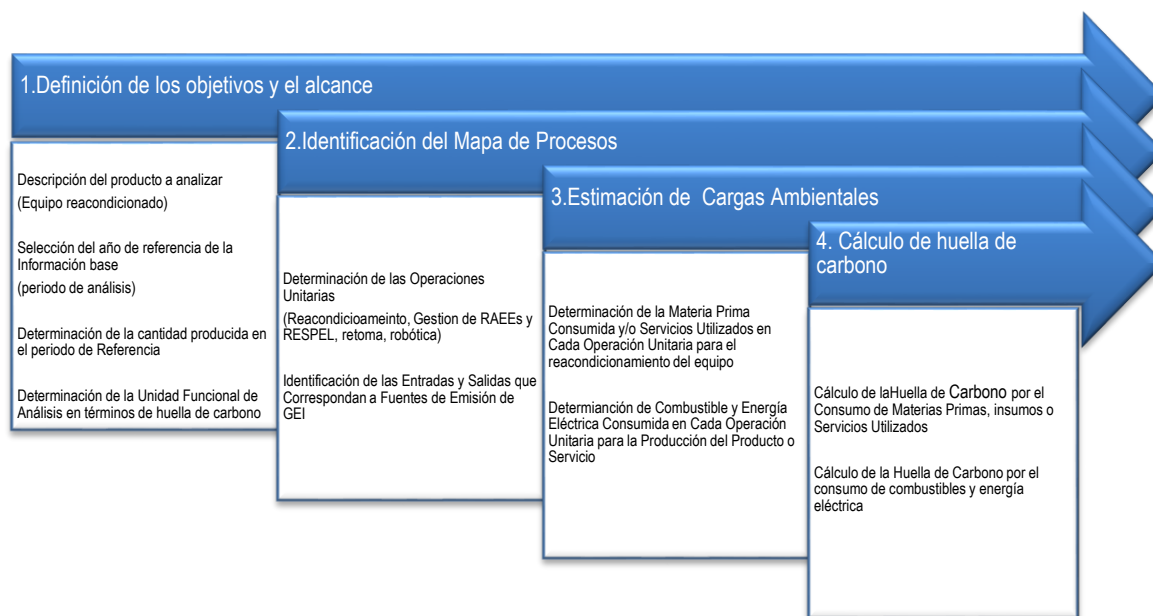
documento menciona que el Estándar se encuentra diseñado bajo el marco y los requerimientos establecidos en los estándares de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de ISO y del PAS 2050 del BSI, como se dijo anteriormente.

Procedimiento Metodológico

El proceso metodológico para desarrollar el ejercicio de cálculo, se basa en 4 etapas, orientadas a la definición de los objetivos y alcance de la medición, la identificación del mapa de procesos como base fundamental para la identificación de las fuentes de emisión, la estimación de cargas ambientales con base en las entradas y salidas de los procesos y el desarrollo del cálculo que atiende a estándares internacionales definidos y validados.

En el diagrama 2 se presenta esquemáticamente el desarrollo metodológico para la estimación de la huella de carbono.

Diagrama 5. Procedimiento metodológico para la estimación de la huella de carbono



Fuente:

elaboración propia, 2014.

De acuerdo con el esquema metodológico presentado, el cálculo de la huella de carbono considerará toda la estrategia ambiental del CPE, es decir, que evaluará la información referente a todas las etapas del Programa con sus subprocesos: Reacondicionamiento (3 centros), Gestión de RAEE y RESPEL (CENARE), Retoma y Robótica. El tiempo de análisis establecido es todo el tiempo de vida de CPE hasta diciembre de 2013, siempre y cuando, exista toda la información disponible de todas las variables para el mismo período de tiempo.

Requerimientos de información

La información primaria necesaria para la realización del cálculo de huella de carbono es suministrada por el Programa de Computadores para Educar y a información secundaria para el análisis será tomada de estudios de huella de carbono realizados para equipos de cómputo.

Factores de emisión (FE) y Herramientas de cálculo

Para el proceso de cálculo de huella de carbono, se emplean Factores de Emisión (FE), para lo cual tanto el IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) como el Estándar de Producto del GHG recomiendan que se usen Factores de Emisión locales que estén publicados y documentados, por lo cual, para el caso colombiano en lo que respecta a consumo de combustibles y consumo de energía eléctrica, el Ministerio de Minas y Energía (MME) a través de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha emitido los Factores de Emisión para Combustibles Colombianos (FECOC) y el Factor de Emisión del Sistema Interconectado Nacional. Para el caso de las demás fuentes de emisión que se identifiquen en el CPE y cuyos Factores de Emisión no se han documentado ni publicado en el país (localmente), se usarán fuentes de información internacional de amplio reconocimiento como los Factores de Emisión por defecto publicados por el Protocolo GHG y el IPCC. Igualmente, el proceso de cálculo se apoyará en herramientas de información como

ECOINVENT y ECOIT y las demás que puedan suplir las necesidades puntuales de cálculo resultantes de este análisis.

Comentarios finales

En el marco internacional de las políticas desarrolladas para la gestión de los RAEE y la vinculación a impactos sociales diferentes a los de reducción de la brecha digital, el CPE es un programa referente a nivel Latinoamérica que ha permitido desarrollar iniciativas similares en otras regiones, promoviendo un concepto de responsabilidad social y articulación con las políticas de desarrollo que reducen la brecha entre las TIC y las comunidades menos favorecidas.

La cuantificación de los beneficios que aporta CPE a nivel de análisis desde lo ambiental y social se constituye en una herramienta para el programa que le permite evidenciar los impactos positivos que el programa genera en las diferentes dimensiones, y que van más allá de la valoración de mercado, dadas las externalidades a nivel de formación de capital social, el entrenamiento a mano de obra en los procesos internos de reacondicionamiento y disposición final de RAEE, en conjunto.

El cálculo de la huella de carbono se convierte en una herramienta de decisión muy importante no solo en términos ambientales sino también económicos o de eficiencia de un proceso, no obstante, el nivel de veracidad de sus resultados está en gran medida supeditada a la disponibilidad y calidad de la información de cada una de las etapas del proceso objeto del cálculo. De otra parte, si bien el cálculo de huella de carbono aborda diferentes variables, no se puede considerar el resultado como sinónimo del desempeño total y absoluto del producto en términos ambientales, ya que la huella de carbono es apenas un impacto de una

serie de posibles impactos ambientales que se pueden evaluar en un análisis de ciclo de vida (ACV).

Referencias

Agencia para el Desarrollo del Gobierno de Gestión Electrónica y la Sociedad de la Información y del Conocimiento (AGESIC). 2011. Agenda Digital Uruguay 2011-2015.

Recuperado de
http://www.agesic.gub.uy/innovaportal/file/1443/1/agesic_agendadigital_2011_2015.pdf

ALIMISIS, D.; M. Moro; J. Arlegui; A. Pina; S. Frangou & K. Papanikolaou, (2007). "Robotic & constructivism in education: The TERECoP project", Eurologo.

ALIMISIS, D. & G. Boulousgaris, (2014). Robotic in physics education: fostering graphing abilities in kinematic. Proceedings of the 4th International Workshop Teaching Robotic, Teaching with Robotic & 5th International Conference Robotic in Education. Padova (Italia).

ASOCIACIÓN NACIONAL DE INDUSTRIALES – ANDI. (2011) *CPE-Colectivo ANDI*. Presentación. Bogotá, Colombia.

ATMATZIDOU, S. & S. Demetriadis, (2014). "How to Support Students' Computational Thinking Skills in Educational Robotic Activities". Proceedings of the 4th International Workshop Teaching Robotic, Teaching with Robotic & 5th International Conference Robotic in Education. Padova (Italia).

AUSTIN, R. & B. Hunter, (2013). "ICT Policy and Implementation in Education: Cases in Canada, Northern Ireland and Ireland". European Journal of Education, 48(1), 178-192.

ANGRIST, J. & V. Lavy, (2002). "New Evidence on Classroom Computers and Pupil Learning," The Economic Journal, 112, no. 482, pp. 735-765.

BABBITT, C. W., KAHNAT, R., WILLIAMS, E., & BABBITT, G. A. (2009). "Evolution of product lifespan and implications for environmental assessment and management: A case study of personal computers in higher education". Environmental Science & Technology, 43(13), 5106–5112.

BALANSKAT, A. (2013). Introducing Tablets in Schools: The Acer-European Schoolnet Tablet Pilot. European Schoolnet.

BANERJEE, A.; S. Cole; E. Duflo & L. Linden, (2005). "Remedying Education: Evidence from Two Randomized Experiments in India", Working Paper No. 109: Bureau for Research and Economic Analysis of Development (BREAD).

BARRERA-OSORIO, F. & L. Linden, (2009). "The use and misuse of computers in education: evidence from a randomized experiment in Colombia". Policy Research Working Paper Series 4836, The World Bank.

BARROW, L.; L. Markman & C. Rouse, (2009). "Technology's Edge: The Educational Benefits of Computer-Aided Instruction," American Economic Journal: Economic Policy, American Economic Association, vol. 1(1), pages 52-74, February.

BELBOOM, S., RENZONI, R., DELEU, X., DIGNEFFE, J.-M., LEONARD, A., (2011). "Electrical waste management effects on environment using life cycle assessment methodology: the fridge case study". In: SETAC EUROPE 17th LCA Case Study Symposium Sustainable Lifestyles, Budapest, Hungary, p. 2.

BET, G.; P. Ibararán & J. Cristia. 2010. "Access to Computers, Usage, and Learning: Evidence from Secondary Schools in Peru." Washington, DC, United States: Inter-American Development Bank, Research Department. Mimeographed document

BIHLMAIER, A.; M. Vollert & H. Wörn, (2014). "The Herd of Educational Robotic Devices (HERD): Promoting Cooperation in Robotic Education". Proceedings of the 4th International Workshop Teaching Robotic, Teaching with Robotic & 5th International

BLIGNAUT, A.S., HINOSTROZA J.E., ELS, C.J., & BRUN, M. (2010). ICT in education policy and practice in developing countries: South Africa and Chile compared through SITES 2006. *Computers & Education*, 55, 1552-1563

BOCCONI, S.; P. Kampylis & Y. Punie, (2013). “Framing ICT-enabled innovation for learning: The case of one-to-one learning initiatives in Europe”. *European Journal of Education*, 48(1), 113-130.

BRADY, M. SELI, H. & ROSENTHAL, J. (2013). “Clickers” and metacognition: A quasi-experimental comparative study about metacognitive self-regulation and use of electronic feedback devices. *Computers & Education*, 65, pp. 56-63. BROADBENT, R., & PAPADOPOULOS, T. (2013). “Bridging the digital divide – An Australian story”. *Behaviour & Information Technology*, 32(1), 4–13.

BRUNNER, P., RECHBERGER, H., (2004). “Practical handbook of material flow analysis”. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 9, 337–338.

BUTA, P.; S. Smith & M. Tabor, (2012). “Busting the myths of digital learning: Results of the 2012 JogNog Digital Learning Survey”, JogNog-Abril.

CACCO, L. & M. Moro, (2014). “When a Bee meets a Sunflower”. *Proceedings of the 4th International Workshop Teaching Robotic, Teaching with Robotic & 5th International Conference Robotic in Education*. Padova (Italia).

CAMPBELL, D. (2001). “Can the digital divide be contained?” *International Labour Review*, 140(2), 119–141. CARDONA, A.; Y. Fandiño & J. Galindo, (2014). “Formación docente: creencia, actitudes y competencias para el uso de TIC”. *Lenguaje*, 42 (1), 173-208.

CARRILLO, P.; M. Onofa & J. Ponce, (2013). “Information Technology and Student Achievement: Evidence from a Randomized Experiment y Ecuador. IDB Working Paper Series IDB-WP-223. Interamerican Development Bank.

CATLIN, D. & J. Woollard, (2014). “Educational Robots and Computational Thinking”. *Proceedings of the 4th International Workshop Teaching Robotic, Teaching with Robotic & 5th International Conference Robotic in Education*. Padova (Italia).

CEPAL. (2011). “Los residuos tecnológicos, un problema social y ambiental”. Santiago de Chile, Chile.

CLARKE, B. & S. Svanes, (2014). "An Updated Literature Review on the Use of Tablets in Education". Family Kids and Youth: 9 april.

COWIE, B.; A. Jones & A. Harlow, (2011). "Laptops for teachers: practices and possibilities. Teacher Development", 15(2), 241–255. doi:10.1080/13664530.2011.571513.

CHENG, S., CHAN, C.W., HUANG, G.H., (2003). "An integrated multi-criteria decision analysis and inexact mixed integer linear programming approach for solid waste management". Engineering Applications of Artificial Intelligence 16, 543–554.

CHON, K. (2001). "The future of the Internet digital divide". Communications of the ACM, 44(3), 116–117.

CRISTIA, J.; P. Ibarrán; S. Cueto; A. Santiago & E. Severín, (2012). "Technology and Child development: Evidence form the One Laptop per Child Program". IDB Working paper series 304. Interamerican Development Bank.

CRONIN, B. (2002). "The digital divide". Library Journal, 127(3), 48.

CRS BASILEA, (2008). "Estudio piloto de recolección, clasificación, reacondicionamiento y reciclaje de computadores". Bogotá, Colombia.

CUMPS, B., (2014). "Extending an ICT4D Computer Re-use Model with E-waste Handling Activities: A Case Study. Information Technology for Development", 1–17. doi:10.1080/02681102.2014.908161.

DARLING-HAMMOND, L.; M. Zieleszinski & S. Goldman, (2014). "Using Technology to Support At-Risk Students` Learning" (Stanford, CA: Stanford Center for Opportunity Policy in Education and Alliance for Excellent Education, 2014).

DESSIMOZ, J.; P. Gauthey; D. Leuba & J. Didier, (2014). "Robotic for Teaching Creative Activities in Primary and Secondary Schools - a Case Study". Proceedings of the 4th International Workshop Teaching Robotic, Teaching with Robotic & 5th International Conference Robotic in Education. Padova (Italia).

DÍAZ BARRIGA, F. (2011). TIC y competencias docentes del siglo XXI. En los desafíos de las TIC para el cambio educativo – Serie TIC. CARNEIRO, R., TOSCANO, J.C., & DÍAZ, T (Eds.). OEI – Fundación Santillana. ISBN 978-84-7666-197-0. DRUIN, A. & J. Hendler, (2000). Robots for Kids: Exploring New Technologies for Learning. Academic Press.

DUAN, H., EUGSTER, M., HISCHIER, R., STREICHER-PORTE, M., LI, J., (2009). „Life cycle assessment study of a Chinese desktop personal computer. Science of the Total Environment” 407, 1755–1764.

EGUCHI, A. (2014). “Robotic as a Learning Tool for Educational Transformation”. Proceedings of the 4th International Workshop Teaching Robotic, Teaching with Robotic & 5th International Conference Robotic in Education. Padova (Italia).

ENVIRONMENT CANADA, (2000). “Understanding the Environmental Aspects of Electronic Products: A Life Cycle assessment Case Study of a Business Telephone”. Environment Canada, Ottawa, Ontario, p. 52.

ERDOGDU, F. & ERDOGDU, E. (2015). The impact of Access to ICT, student background and school/home environment on academic success of students in Turkey: An international comparative analysis. *Computers & Education*, 82, pp. 26-49. FAIST EMMENEGGER, M., FRISCHKNECHT, R., STUTZ, M., GUGGISBERG, M., WITSCHI, R., OTTO, T., (2006). “Life cycle assessment of the mobile communication system UMTS: towards eco-efficient systems”. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 11, 265–276.

FAIRLIE, R. & J. Robinson, (2013). “Experimental evidence on the effects of home computers on academic achievement among schoolchildren”, NBER Working Paper 19060.

FREY, R.C. (2012). “Computer Games as Preparation for Future Learning. En D. Ifenthaler et al. (eds.), *Assessment in Game-Based Learning: Foundations, Innovations, and Perspectives*. doi 10.1007/978-1-4614-3546-4_21, Springer Science+Business Media New York.

FUCHS, T. & L. Woessmann, (2004). "Computers and student learning: Bivariate and multivariate evidence on the availability and use of computers at home and school". Munich: Center for Economics Studies. CESIFO Working Paper NO. 1321.

FUNDACIÓN CHILENTER, (2008, 2011, 2012) "Memoria anual Chilenter". Santiago de Chile, Chile.

FUNDACIÓN QUIPUS. (s.d.) "Reciclemos presentación". Bolivia.

GARFI, M., TONDELLI, S., BONOLI, A., (2009) . "Multi-criteria decision analysis for waste management in Saharawi refugee camps". Waste Management 29, 2729–2739.

GOOLSBEE, A. & J. Guryan, (2005). "The Impact of Internet Subsidies in Public Schools," The Review of Economics and Statistics, 88 no. 2, Mayo, 336-347.

GUO, W. & Y. Cai, (2006). "Repuestas de la Educación Superior China a los retos de la sociedad de la información". Revista Magisterio Tecnologías de la información, No 20."

HATAMI-MARBINI, A., TAVANA, M., MORADI, M., KANGI, F., (2013). "A fuzzy group Electre method for safety and health assessment in hazardous waste recycling facilities". Safety Science 51, 414–426.

HERVA, M., ROCA, E., (2013). "Ranking municipal solid waste treatment alternatives based on ecological footprint and multi-criteria analysis". Ecological Indicators 25, 77–84.

HIGGINS, S.; C. Falzon; I. Hall; D. Moseley; F. Smith; H. Smithe & K. Wall, (2005). "Embedding ICT in the Literacy and Numeracy Strategies: final report". Project report. University of Newcastle upon Tyne, Newcastle.

HINOSTROZA, J.E., LABBÉ, C., BRUN, M., & MATAMALA, C. (2011). Teaching and learning activities in Chilean classrooms: Is ICT making a difference?. *Computers & Education*, 57, 1358-1367. doi:10.1016/j.compedu.2011.01.019

HISCHIER, R., BAUDIN, I., (2010). "LCA study of a plasma television device". The International Journal of Life Cycle Assessment 15, 428–438.

HUNG, D.; S. Lee & K. Lim, (2012). "Authenticity in learning for the twenty-first century: bridging the formal and the informal". *Education Technology Research Development*, 60, pp. 1071-1091. Doi. 10.1007/s11423-012-9272-3.

INSTITUTO PARA LA CONECTIVIDAD DE LAS AMÉRICAS. (2003) "Enriqueciendo la Formación de las Nuevas Generaciones de Colombianos" *CPE*. Bogotá, Colombia.

INTLEKOFER, K., BRAS, B., & FERGUSON, F. (2010). "Energy implications of product leasing". *Environmental Science & Technology*, 44(12), 4409–4415.

JANKA, P., (2008) "Using a Programmable Toy at Preschool Age: Why and How?" Venice (Italy) November, 3-4 ISBN 978-88-95872-01-8. pp. 112-121.

JANG, Y., (2010). "Waste electrical and electronic equipment (WEEE) management in Korea: generation, collection, and recycling systems". *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 12(4), 283–294. doi:10.1007/s10163-010-0298-5.

Joint position statement of the National Association for the Education of Young Children and the Fred Rogers Center for Early Learning and Children's Media at Saint Vincent College. (2012). "Technology and Interactive Media as Tools in Early Childhood Programs Serving Children from Birth through Age 8".

KAHHAT, R.; J. Kim; M. Xu; B. Allenby; E. Williams & P. Zhang, (2008). "Exploring e-waste management systems in the United States". *Resources, Conservation and Recycling*, 52(7), 955–964. doi:10.1016/j.resconrec.2008.03.002.

KANDLHOFER, M. & G. Steinbauer, (2014). "Evaluating the impact of robotic in education on pupils' skills and attitudes". *Proceedings of the 4th International Workshop Teaching Robotic, Teaching with Robotic & 5th International Conference Robotic in Education*. Padova (Italia).

KARSENTI, T. & A. Fievez, (2013). "The iPad in education: uses, benefits, and challenges: A survey of 6,057 students and 302 teachers in Quebec (Canada)". *Preliminary Report of Key Findings*.

KAY, R.H. & LESAGE, A. (2009). Examining the benefits and challenges of using audience response systems: A review of literature. *Computers & Education*, 53, pp. 819-827. KIDDEE, P.; R. Naidu & M. Wong, (2013). "Electronic waste management approaches: an overview". *Waste Management* (New York, N.Y.), 33(5), 1237–50. doi:10.1016/j.wasman.2013.01.006.

KIM, S., HWANG, T., OVERCASH, M., (2001). "Life cycle assessment study of color computer monitor". *The International Journal of Life Cycle Assessment* 6, 35–43.

KISSLING, R.; C. Fitzpatrick; H. Boeni; C. Luepschen; S. Andrew & J. Dickenson, (2012). "Definition of generic re-use operating models for electrical and electronic equipment". *Resources, Conservation, Recycling*, 65, 85–99.

KOEHLER, M. J., & MISHRA, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.

KOO, J.-K., SHIN, H.-S., YOO, H.-C., (1991). "Multi-objective siting planning for a regional hazardous waste treatment center". *Waste Management & Research* 9, 205–218.

KUBATKO, M. & K. Vlckova, (2010). "The relationship between ICT use and science knowledge for Czech students: a secondary analysis of PISA 2006", *International Journal of Science and Mathematic Education*, 8, pp. 523–543.

LAI, F.; R. Luo; L. Zhang; X. Huang & S. Rozelle, (2011). "Does Computer-Assisted Learning Improve Learning Outcomes? Evidence from a Randomized Experiment in Migrant Schools in Beijing". *Rural Education Action Project*.

LEE, J.; H. Song & J. Yoo, (2007). "Present status of the recycling of waste electrical and electronic equipment in Korea". *Resources, Conservation and Recycling*, 50(4), 380–397. doi:10.1016/j.resconrec.2007.01.010.

LUNDGREN, K., (2012) "The global impact of e-waste: Addressing the challenge." *International Labour Office -Programme on Safety and Health at Work and the Environment (SafeWork)*, Sectoral Activities Department (SECTOR). – Geneva. International Labour

Organization [ILO]. Recuperado el 19/09/2014 de: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---sector/documents/publication/wcms_196105.pdf.

LUU, K. & J. Freeman, (2011). "An analysis of the relationship between information and communication technology (ICT) and scientific literacy in Canada and Austria", *Computers & Education*, 56, pp. 1072–1082.

MANOMAIVIBOOL, P., (2009). "Extended producer responsibility in a non-OECD context: The management of waste electrical and electronic equipment in India". *Resources, Conservation and Recycling*, 53(3), 136–144. doi:10.1016/j.resconrec.2008.10.003.

MARTHALER, C., (2008) "Computers for Schools: Sustainability Assessment of Supply Strategies in Developing Countries. A case study in Colombia". Department of Environmental Science, Swiss Federal Institute of Technology Zürich (ETH). Tesis de Maestría, Zurich, Suiza.

MARTINEZ-MALDONADO, R., DIMITRIADIS, Y., MARTINEZ-MONÉS, A., KAY, J. & YACEF, K. (2013). Capturing and analyzing verbal and physical collaborative learning interactions at an enriched interactive tabletop. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 8 (4), pp. 455-485. MENGOLI, P. & M. Russo, (2014). "Education with micro-robots and innovation in education". Proceedings of the 4th International Workshop Teaching Robotic, Teaching with Robotic & 5th International Conference Robotic in Education. Padova (Italia).

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. (2013) "Situación actual de los residuos peligrosos y RAEE en Colombia" .Bogotá, Colombia. [MADS]. MINISTERIO DE AMBIENTE., (1997) "Política para la gestión integral de residuos". Bogotá, Colombia. [Hoy MADS].

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL., (2011) "Reunión internacional de armonización regional para la gestión de RAEE en América latina". Bogotá, Colombia. [Hoy MADS].

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. (2007). Orientaciones generales para la educación en tecnología. Ser competente en tecnología: ¿una necesidad para el desarrollo? Bogotá, Colombia.

MINISTERIO DE PLANEACIÓN, (2008, 2010) “Computadores para la inclusión Brasil”. Brasil.

MINISTERIO DE PLANEACIÓN, (2009) “Política Pública de Inclusión Digital”. Brasil.

MISHRA, P., & KOEHLER, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. doi: 10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x.

MONTRIEUX, H.; R. Vanderlinde; C. Courtois; T. Schellens & L. De Marez, (2014). “A qualitative study about the implementation of Tablet computers in secondary education: the teachers’ role in this process”. International Conference on Education and Educational Psychology. Procedia – Social and Behavioral Sciences 112, 481-488.

LEIJTING, J. (2012). “The benefits of e-waste recycling in the Netherlands”. Paper presented at Electronics Goes Green 2012+, *ECG 2012 - Joint International Conference and Exhibition*, article 6360484.

LEUVEN, E.; M. Lindahl; H. Oosterbeek & D. Webbink, (2004). “The Effect of Extra Funding for Disadvantaged Pupils on Achievement”. *Review of Economics and Statistics* 2007 89:4, 721-736.

LINDEN, L., (2008). “Complement or substitute? The Effect of Technology on Student achievement in India”, JPAL Working Paper.

MACHIN, S.; S. McNally & O. Silva, (2007). “New Technology in Schools: Is There a Payoff?” *Economic Journal*, 117, no. 522, July: 1145-1167.

MANOMAIVIBOOL, P., LINDHQVIST, T., TOJO, N. (2007) “Extended Producer Responsibility in a Non-OECD Context: The Management of Waste Electrical and Electronic

Equipment in India”. Lund University International Institute for Industrial and Environmental Economics. Lund, Sweden. ISBN: 987-91-88902-41-2.

MALAMUD, O. & C. Pop-Eleches, (2011). “Home Computer Use and the Development of Human Capital”. Quarterly Journal of Economics, 126, 98-1027.

MARTHALER, C. (2008) “Computers for Schools: Sustainability Assessment of Supply Strategies in Developing Countries. A case study in Colombia.” Department of Environmental Science, Swiss Federal Institute of Technology Zürich (ETH). Tesis de Maestría, Zurich, Suiza.

MELO, G.; A. Machado; A. Miranda & M. Viera, (2013). “Profundizando en los efectos del Plan Ceibal” Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE) – México. Agosto MO, D.; J. Swinnen; L. Zhang; H. Yi; Q. Qu; M. Boswell & S. Rozelle, (2012). "Can One-to-One Computing Narrow the Digital Divide and the Educational Gap in China? The Case of Beijing Migrant Schools", World Development, Elsevier, vol. 46(C), pages 14-29.

MUNOZ, I., GAZULLA, C., BALA, A., PUIG, R., FULLANA, P., (2009). “LCA and ecodesign in the toy industry: case study of a teddy bear incorporating electric and electronic components”. The International Journal of Life Cycle Assessment 14, 64–72.

NOTTEN, N. & G. Kraaykamp, (2009). “Home media and science performance: a cross national study”, Educational Research and Evaluation, 15, pp.367–384.

NUGENT, G.; B. Barker; N. Grandgenett & G. Welch, (2014). “Robotic Camps, Clubs, and Competitions: Results from a U.S”. Robotic Project. Proceedings of the 4th International Workshop Teaching Robotic, Teaching with Robotic & 5th International Conference Robotic in Education. Padova (Italia).

OECD, (2001). Organisation for Economic Cooperation and Development, Understanding the digital divide, París.

ORGANIZACIÓN DE ESTADOS AMERICANOS, (2002). “Agenda de conectividad para las américas”. [OEA].

ORTEGÓN, E.; J. Pacheco & H. Roura, (2005) “Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública”. CEPAL- Serie Manuales N° 39, Santiago de Chile.

PAGANO, R. & PAUCAR-CACERES, A. (2013). Using systems thinking to evaluate formative feedback in UK higher education: the case of classroom response technology. *Innovations in Education and Teaching International*, 50 (1), pp. 94-103.

PAPAOIKONOMOU, K.; S. Kipouros; A. Kungolos; L. Somakos; K. Aravossis; I. Antonopoulos & A. Karagiannidis, (2009). “Marginalised social groups in contemporary waste management within social enterprises investments: A study in Greece”. *Waste Management* (New York, N.Y.), 29(5), 1754–9. doi:10.1016/j.wasman.2008.11.012.

PARK, P.-J., TAHARA, K., JEONG, I.-T., LEE, K.-M., (2006) “Comparison of four methods for integrating environmental and economic aspects in the end-of-life stage of a washing machine”. *Resources, Conservation and Recycling* 48, 71–85.

PELLAS, N. (2014). “The influence of computer self-efficacy, metacognitive self-regulation and self-esteem on student engagement in online learning programs: Evidence from the virtual world of Second Life”. *Computers in Human Behavior*, 35, pp. 157-170.

PELLEGRINO, J.W. & HILTON, M.L. (2012). *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*. National Academies Press. ISBN 978-0-309-25649-0.

POLLOCK, D., COULON, R., (1996) “Life cycle assessment of an inkjet print cartridge. In: *Proceedings of the 1996 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment*”, ISEE-1996, pp. 154–160.

PREK, M., (2004). “Environmental impact and life cycle assessment of heating and air conditioning systems, a simplified case study”. *Energy and Buildings* 36, 1021– 1027.

PREMALATHA, M.; T. Abbasi & S. Abbasi, (2014). “The Generation, Impact, and Management of E-Waste: State of the Art”. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 44(14), 1577–1678. doi:10.1080/10643389.2013.782171.

RECICLA ELECTRÓNICO MÉXICO S.A. – REMSA. (2009, 2010) “Recicla Electrónico México”. México.

RED LATINOAMERICANA DE PORTALES EDUCATIVOS (RELPE). (2012) “Gestión de RAEE derivados de proyectos de dotación masiva de equipamiento”.

REGIONAL POLICY EUROPEAN COMMISSION, (2008) “Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects”. Evaluation Unit DG of Regional Policy, European Commission. [RPEC].

RELAC, (2008). “Panorama General del Reciclaje de PC en Latinoamérica y El Caribe (LAC)”. Buenos Aires, Argentina.

RELAC, (2010) “Destino final de los equipos electrónicos obsoletos de usuarios corporativos de TIC en Argentina”. Buenos Aires, Argentina.

RODRÍGUEZ, C.; F. Sánchez & J. Márquez, (2011). “Impacto del Programa Computadores para Educar; en la deserción estudiantil, el logro escolar y el ingreso a la educación”. Documentos CEDE 008744, Universidad de los Andes.

ROGERS, L. & TWIDLE, J. (2013). A pedagogical framework for developing innovative science teachers with ICT. Research in Science & Technological Education, 31:3, 227-251. <http://dx.doi.org/10.1080/02635143.2013.833900>

ROUSE, C.; A. Krueger & L. Markman, (2004). “Putting Computerized Instruction to the Test: A Randomized Evaluation of a ‘Scientifically-based’ Reading Program”, Economics of Education Review 23, no. 4 August: 323-338.

SERRANO, A. & E. Martínez, (2003). “La brecha Digital: Mitos y Realidades”. Editorial Universidad Autónoma de Baja California-UABC, México. ISBN 970-9051-89-X

S.D. (2011) “Lineamientos gestión de RAEE”.

SCHIERING, I.; A. Hitzmann & R. Gerndt, (2014). “Testing in Robotic Student Teams - A Case Study about Failure and Motivation”. Proceedings of the 4th International Workshop Teaching

Robotic, Teaching with Robotic & 5th International Conference Robotic in Education. Padova (Italia).

SCHISCHKE, K., SPIELMANN, M., (2001).“ Environmental assessment in production of electronic components – possibilities and obstacles of LCA methodology”. In: 13th Discussion Forum on Life Cycle Assessment, Lausanne, Switzerland, p. 9.

SCHWARTZ, D.; J. Bransford & D. Sears, (2005). “Efficiency and Innovation in Transfer”. En J.Mestre (Ed.), Transfer of Learning from a modern multidisciplinary perspective (pp. 1-51). Greenwich, CT: Information Age.

SHARIFI, M., HADIDI, M., VESSALI, E., MOSSTAFAKHANI, P., TAHERI, K., SHAHOIE, S., KHODAMORADPOUR, M., (2009). “Integrating multi-criteria decision analysis for a GIS-based hazardous waste landfill sitting in Kurdistan Province, western Iran”. Waste Management 29, 2740–2758.

SHARMA, U., (2012). “Can Computers Increase Human Capital in Developing Countries? An Evaluation of Nepal’s One Laptop per Child Program”. Mimeo.

SHULMAN, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.

SKRYABIN, M., ZHANG, J., LUMAN, L. & ZHANG, D. (2015). How the ICT development level and usage influence student achievement in reading, mathematics, and science. Computers & Education, 85, 49-58. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2015.02.004>

SOCOLOF, M.L., OVERLY, J.G., GEIBIG, J.R.,(2005).”Environmental life-cycle impacts of CRT and LCD desktop computer displays”. Journal of Cleaner Production 13, 1281–1294.

SPIEZIA, V., (2010). “Does computer use increase educational achievements? Student level Evidence from PISA”, OECD Journal: Economic Studies.

STREICHER-PORTE, M., MARTHALER, C., BONI, H., SCHLUEP, M., CAMACHO, A., HILTY, L.M., (2009) "One laptop per child, local refurbishment or overseas donations? Sustainability assessment of computer supply scenarios for schools in Colombia" *Journal of Environmental Management* 90, 3498–3511.

SUNKEL, G. (2011). Las TIC en la educación en América Latina: visión panorámica. En los desafíos de las TIC para el cambio educativo – Serie TIC. CARNEIRO, R., TOSCANO, J.C., & DÍAZ, T (Eds.). OEI – Fundación Santillana. ISBN 978-84-7666-197-0.

SWISS E-WASTE PROGRAMME, (2009) "Gestión de RAEE en Colombia avances". Bogotá, Colombia. SWISS FEDERAL LABORATORIES FOR MATERIAL TESTING AND RESEARCH. (2006) "Reciclaje de residuos electrónicos en América latina panorama general, desafíos y potencial". Santiago de Chile, Chile.

SYAFA BAKRI, S.N., SURIF, S., RAMASAMY, R.K., (2008). "A case study of life cycle assessment (LCA) on ballast for fluorescent lamp in Malaysia". In: *IEEE International Symposium on Electronics and the Environment*, 2008, ISEE 2008, pp. 1–4.

TAN, J.; J. Lane & G. Lassibille, (1999). "Student outcomes in Phillipine elementary schools: An evaluation of four experiments". *World Bank Economic Review*, 13(3):493-508.

TANSKANEN, P., (2013). "Management and recycling of electronic waste". *Acta Materialia*, 61(3), 1001–1011. doi:10.1016/j.actamat.2012.11.005.

THE CLIMATE GROUP, (2008) "SMART 2020 Hacia la economía con niveles bajos de carbono en la era de la información".

THIGPEN, K. (2014). "Creating anytime, anywhere learning for all students: key elements of a comprehensive digital infrastructure". Alliance for Excellent Education.

UNESCO, (2010) "Los residuos electrónicos. Un desafío para la Sociedad del Conocimiento en América Latina y el Caribe". Montevideo, Uruguay.

UNESCO, (2011). "Transforming Education: The Power of ICT Policies". Paris, UNESCO. ISBN: 9 789231 042126.

UNESCO, (2012). “Informe sobre el Uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en la Educación para Personas con Discapacidad. Quito, Ecuador.

UNESCO, (2013). “Uso de TIC en educación en América Latina y el Caribe: Análisis regional de la integración de las TIC en la educación y de la aptitud digital (e-readiness)”. Instituto de Estadística de la UNESCO. ISBN 978-92-9189-125-2.

UNESCO, (2014). “Model Policy for Inclusive ICTs in Education for Persons with Disabilities”. ISBN 978-92-3-100005-8. UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones). Disponible en línea <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistic/Pages/stat/default.aspx>

UNIVERSIDAD DE CHILE, (2010) “Guía de contenidos legales para la gestión de los residuos electrónicos”. Santiago de Chile, Chile.

VALLAURI, U. (2009). “Beyond e-waste: Kenyan creativity and alternative narratives in the dialectic of end-of-life. In ethics of waste in the information society”. International Review of Information Ethics, 11, 20–23.

VARGAS, C., (2014). “Utilización de TIC, Competencias Básicas y Calidad de la Educación”. Revista Virtual Universidad Católica del Norte, 42, 4-37.

VEGO, G., KUCAR-DRAGICEVIC, S., KOPRIVANAC, N., (2008). “Application of multi-criteria decision-making on strategic municipal solid waste management in Dalmatia, Croatia”. Waste Management 28, 2192–2201.

WASTIAU, P.; R. Blamire; C. Kearney; V. Quittre; E. Van de Gaer & C. Monseur, (2013). The use of ICT in education: A survey of schools in Europe. European Journal of Education, 48(1), 11-27.

WIDMER, R., OSWALD-KRAPF, H., SINHA-KHETRIWAL, D., SCHNELLMANN, M., BONI, H., (2005). “Global perspectives on e-waste”. Environmental Impact Assessment Review 25, 436–458.

WILLIAMS, E.; R. Kahhat; B. Allenby; E. Kavazanjian; J. Kim & M. Xu, (2008). "Environmental, Social, and Economic Implications of Global Reuse and Recycling of Personal Computers". *Environmental Science & Technology*, 42(17), 6446–6454. doi:10.1021/es702255z.

YANAGITANI, K., Kawahara, K., (2000). "LCA study of air conditioners with an alternative refrigerant". *The International Journal of Life Cycle Assessment* 5, 287–290.

YU, J.; E. Williams; M. Ju & C. Shao, (2010). "Managing e-waste in China: Policies, pilot projects and alternative approaches". *Resources, Conservation and Recycling*, 54(11), 991–999. doi:10.1016/j.resconrec.2010.02.006.

ZABALA, G.; R. Moran & S. Blanco, (2014). "A new educational tool for Bioloid Kit". *Proceedings of the 4th International Workshop Teaching Robotic, Teaching with Robotic & 5th International Conference Robotic in Education*. Padova (Italia).

ZHANG, N.; I. Williams; S. Kemp & N. Smith, (2011). "Greening academia: developing sustainable waste management at Higher Education Institutions". *Waste Management*, 31(7), 1606–16. doi:10.1016/j.wasman.2011.03.006.