



UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY



Facultad de Ciencias Sociales

Universidad de la República
Facultad Ciencias Sociales
Unidad Multidisciplinaria
Programa de Población

Tesis de Maestría en Demografía y Estudios de Población

**Supervivencia de las laptops XO: ¿las características
sociodemográficas de los alumnos inciden en la igualdad de
acceso?**

Autor

Cecilia Marconi Ferrari

Tutor

Dr. Juan José Goyeneche

Facultad de Ciencias Económicas y Administración
Universidad de la República

Cotutor

Dra. Tiziana Nazio

Dipartimento di Culture, Politica e Societa'
Universita' degli studi di Torino

Montevideo, Noviembre 2016

Página de aprobación

Tutor: Dr. Juan José Goyeneche

Cotutor: Dra. Tiziana Nazio

Tribunal: Ignacio Pardo, Ramón Alvarez, Juan José Goyeneche

Autor: Cecilia Marconi Ferrari

Calificación:

AGRADECIMIENTOS

Comienzo por agradecer al Programa de Población especialmente a Wanda Cabella y Carmen Varela por acompañarme a lo largo de toda la Maestría y por su disponibilidad en todo momento para abrirme las puertas al Programa.

Un eterno agradecimiento a mi colega y gran amiga Cecilia Lara por todo su apoyo técnico-profesional pero por sobre todo por su incondicional apoyo emocional.

Siempre sentiré un enorme agradecimiento y compromiso con mi país y con la Universidad de la República de Uruguay por darme la posibilidad de acceder y obtener una educación de calidad.

Esta investigación no hubiese sido posible sin el enorme apoyo que recibí de Plan Ceibal, y muy especialmente un reconocimiento a Fiorella Haim por impulsarme a ir a más, por apoyarme en ese crecimiento, por su vocación y compromiso con la generación de capacidades humanas en el país para que políticas públicas como Plan Ceibal sean un ejemplo de calidad y equidad. Al equipo de Servicio Técnico de Plan Ceibal por su gran interés en el estudio y su disponibilidad de recursos para el trabajo.

La tecnología disponible hizo que contara con los invalorable aportes de mi co-tutora Tiziana Nazio que gracias a su compromiso e interés por la temática y por Uruguay hizo que las distancias entre países fueran bien cortas.

Por último, debo expresar el honor que siento de haber tenido por tutor a Juanjo Goyeneche del cual he aprendido una enormidad y sobre todo estoy muy agradecida por contar con su rigurosidad técnica, por su compañía, apoyo y por su gran humor en el desarrollo conjunto de esta investigación.

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objetivo estudiar la incidencia de las características sociodemográficas de los alumnos de Educación Primaria Pública de Uruguay en la supervivencia de las laptops XO de Plan Ceibal. El estudio sobre la sostenibilidad del acceso a la tecnología en el tiempo resulta de gran interés en tanto determina las condiciones de continuidad en el acceso a la información y a los recursos educativos digitales.

La implementación de Plan Ceibal en 2007 ha tenido un fuerte impacto en la disminución de la brecha digital en términos de acceso. Asimismo, ha puesto a disposición de la comunidad educativa un gran número de herramientas educativas digitales que tienen como finalidad apoyar los procesos de aprendizaje y contribuir a la generación de capacidades de los alumnos promoviendo una educación de calidad. La sostenibilidad del parque de laptops y el acceso a las tecnologías de la información y comunicación es una de las tareas fundamentales para que todos los alumnos del sistema educativo público puedan acceder en cualquier momento y lugar a los diferentes recursos. En ese sentido, con la finalidad de promover la equidad e igualdad de oportunidades es que la investigación se propone analizar las funciones de supervivencia de los equipos de los diferentes perfiles sociodemográficos de los alumnos de manera que se puedan tomar acciones en base a evidencia empírica.

Con esos fines se utiliza la técnica de Análisis de Historia de Eventos para la obtención de las tasas de riesgo y se estiman las funciones de supervivencia de las laptops de la generación de alumnos que en 2010 ingresaron a Educación Primaria. A

partir de la construcción de las tablas de vida se calculan las esperanzas de vida de las XO para los diferentes perfiles de alumnos. Las estimaciones realizadas reflejan que la vida útil de una XO aproximada por la esperanza de vida al momento de la entrega es de 1.084 días, lo que significa prácticamente 3 años, es decir 1 año antes de la fecha planificada de recambio por parte de Plan Ceibal. Además se observa que el contexto sociocultural, así como el género y el área geográfica de residencia del alumno son variables claves para determinar las tasas de riesgo a la rotura de los equipos.

El perfil sociodemográfico del alumnado que presenta mayores tasas de riesgo a la rotura total de la laptop son los varones montevideanos de contextos socioculturales más desfavorables, con eventos de repetición de grado escolar en su trayectoria por Educación Primaria, y con registros previos de reparación en servicio técnico. Asimismo se identificó que la principal causa de rotura total de los equipos XO ha sido el teclado.

Palabras clave: supervivencia; características sociodemográficas; análisis de eventos; mortalidad, laptops XO, Plan Ceibal, Uruguay.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	8
2. CARACTERIZACIÓN DEL ACCESO A TICS EN URUGUAY.....	11
3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
4. MARCO CONCEPTUAL	18
5. METODOLOGÍA	21
5.1. ANÁLISIS DE HISTORIA DE EVENTOS	21
5.2. CONCEPTOS DE MORTALIDAD	23
5.3. DATOS.....	25
5.3.1. UNIVERSO DE ANÁLISIS.....	25
5.3.2. DESCRIPTIVOS DE LOS DATOS	27
5.3.3. DEFUNCIONES Y SUS CAUSAS	31
5.3.4. SUPUESTOS Y LIMITACIONES	33
5.3.5. MÉTODO PROPUESTO.....	37
5.3.6. ESPECIFICACIÓN DEL MODELO.....	40
6. ESTIMACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	50
6.1. ESTADÍSTICOS DE RESUMEN	50
6.2. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA Y ESPERANZAS DE VIDA	51
6.3. RESULTADOS DEL MODELO EXPONENCIAL CONSTANTE A INTERVALOS	58
7. CONCLUSIONES	63
BIBLIOGRAFÍA.....	66
ANEXOS.....	69
ANEXO 1 _ FICHA TÉCNICA DE LA MUESTRA DE LA INSPECCIÓN TÉCNICA	69
ANEXO 2 _ INSPECCIÓN TÉCNICA Y SUS RESULTADOS	73
ANEXO 3 _ ESPERANZAS DE VIDA Y VIDA MEDIANA	75
ANEXO 4 _TEST DE SIGNIFICANCIA PARA FUNCIONES DE SUPERVIVENCIA.....	78
ANEXO 5 _ESTIMACIONES DE MODELOS PARAMÉTRICOS	81

1. Introducción

En los modelos económicos del nuevo crecimiento, la innovación, el capital humano y la generación de conocimiento es lo que impulsa y sostiene el crecimiento económico de una sociedad. El desarrollo de las capacidades humanas, no solo contribuye desde el punto de vista económico a la generación de mayor valor agregado sino que además habilita a los ciudadanos a tener una mayor participación en la sociedad, mejora el bienestar de las comunidades y sus hogares, así como preserva el medio ambiente. De esta manera se genera un círculo virtuoso entre crecimiento (contribuciones) y desarrollo (realización personal) aumentando el patrimonio cultural (UNESCO, 2008).

En los últimos 30 años en Uruguay, a partir de la creación del Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas (PEDECIBA), y más recientemente con la creación de la Agencia Nacional para la Investigación y la Innovación (ANII) y del Plan de Conectividad Educativa de Informática Básica para el Aprendizaje en Línea (Plan Ceibal) en 2007, entre otros programas, el país ha dado señales de su apuesta al desarrollo del sector de Ciencia e Innovación. Entendiendo que la generación de conocimientos y de capital humano son la base para el desarrollo del país.

En esa línea, y con el propósito de fomentar la utilización de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la educación, de manera de potenciar los procesos de aprendizaje y disminuir las brechas de acceso a ellas, se implementa en Uruguay como política pública de carácter universal el Plan Ceibal. Según lo establecido en la Ley N°18.640 de creación del Centro Ceibal, uno de sus principales

cometidos es “contribuir al ejercicio del derecho a la educación y a la inclusión social mediante acciones que permitan la igualdad de acceso al conocimiento y al desarrollo saludable de la infancia y de la adolescencia”.

Está establecido que el objetivo a largo plazo de Plan Ceibal es promover la justicia social mediante la promoción de la igualdad de acceso a la información y herramientas de comunicación, de manera de disminuir la brecha digital¹ y la brecha de género en las competencias asociadas al uso e interés hacia las ciencias y las tecnologías.

Los pilares estratégicos en los que se sustenta el Plan son la equidad, la igualdad de oportunidades para todos los niños y jóvenes, la democratización del conocimiento, y la disponibilidad de útiles para aprender. El aprendizaje se enfoca no solo en lo que respecta a la educación que se brinda en la escuela, sino en aprender ellos mismos a utilizar tecnología moderna, desarrollando capacidad crítica y promoviendo selección de la información².

Plan Ceibal ha implementado el “modelo uno a uno”³ que consiste en otorgar un dispositivo (laptop o tablet) de su propiedad a cada alumno y docente de la enseñanza pública básica (Educación Inicial⁴ y Primaria, y Educación Media Básica). De esta forma ha logrado generar igualdad de acceso a la tecnología, así como se asegura el acceso a internet en todos los centros educativos públicos. En ese sentido, el acceso puede definirse y diferenciarse en dos niveles. El primer nivel de acceso

¹ Brecha digital entendida como las diferencias entre las personas en cuanto a las oportunidades de acceso y uso de las TIC.

² <http://www.ceibal.edu.uy/art%C3%ADculo/noticias/institucionales/Objetivos>

³ El modelo se inspira en la propuesta One Laptop per Child (OLPC) de Negroponte desarrollada en Massachusetts Institute for Technology (MIT)

⁴ En Educación Inicial la entrega de equipos (tablets) no es “uno a uno” si no que se trabaja en el centro educativo con las tablets otorgadas en modalidad biblioteca.

puede definirse como el acceso primario que se produce en el momento de la entrega de la laptop o tablet. En ese momento se asegura la igualdad en el acceso a internet y a recursos educativos digitales y programas desarrollados por Plan Ceibal. El segundo nivel refiere a la permanencia en el tiempo del acceso (o no) durante la trayectoria del alumno en su ciclo educativo. Para ello Plan Ceibal planifica los servicios de soporte del parque de dispositivos (compra de repuestos, reparación de partes y reparación de equipos, entre otros). Esta tarea de soporte representa el 15% (Servicio Técnico 7% y Repuestos 8%) del presupuesto ejecutado por Plan Ceibal en 2015⁵, por tanto toda información que contribuya a la optimización del uso de los recursos (técnicos, financieros) es fundamental.

Los alumnos presentan diferentes trayectorias educativas las cuales están asociadas, entre otros factores, a las diferentes características sociodemográficas del alumnado. La composición de la matrícula del sistema educativo público en Educación Primaria es bien heterogénea, en tanto por las diferencias del contexto de origen del alumno así como por su trama social y ubicación geográfica. Para esta investigación se considera el contexto sociocultural de la escuela como proxy de la trama social en la cual se desenvuelve el niño.

El presente estudio se propone investigar la incidencia de las diferentes características sociodemográficas de la población de alumnos de Educación Primaria en la duración de sus laptops y por tanto, la permanencia del acceso en el tiempo a la tecnología e información a lo largo de las trayectorias educativas. Asimismo se

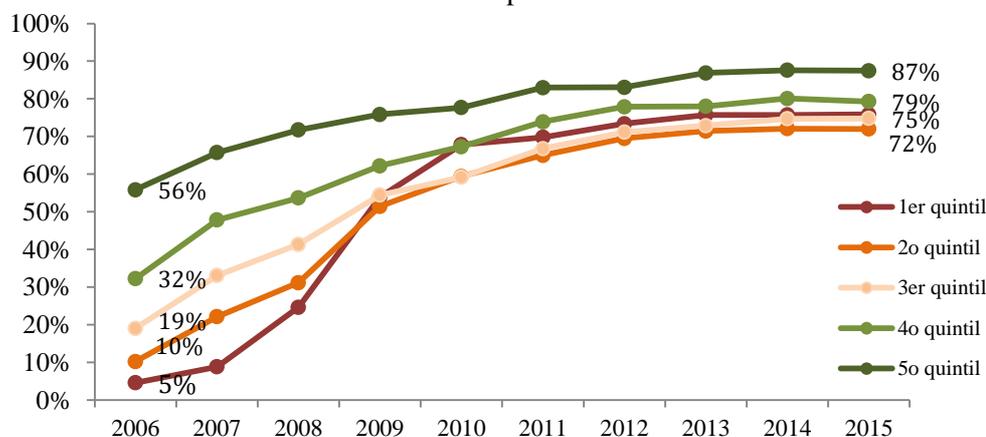
⁵ Memoria Anual de la Presidencia de la República 2015.

pretende evidenciar la existencia de diferentes patrones de duración de las laptops XO entregadas por Plan Ceibal.

2. Caracterización del acceso a TICs en Uruguay

El impacto que ha tenido Plan Ceibal en el acceso a las TICs ha sido fundamental para acortarr las brechas de acceso entre los quintiles de la población de Uruguay (véase Gráfico 2.1). A partir del comienzo de la intervención de Plan Ceibal en 2007 y la expansión de la cobertura en Educación Primaria a todo el territorio nacional en 2008 (Interior Urbano) y 2009 (Montevideo) las curvas de acceso de los quintiles más pobres de la población presentan un quiebre de suma significancia.

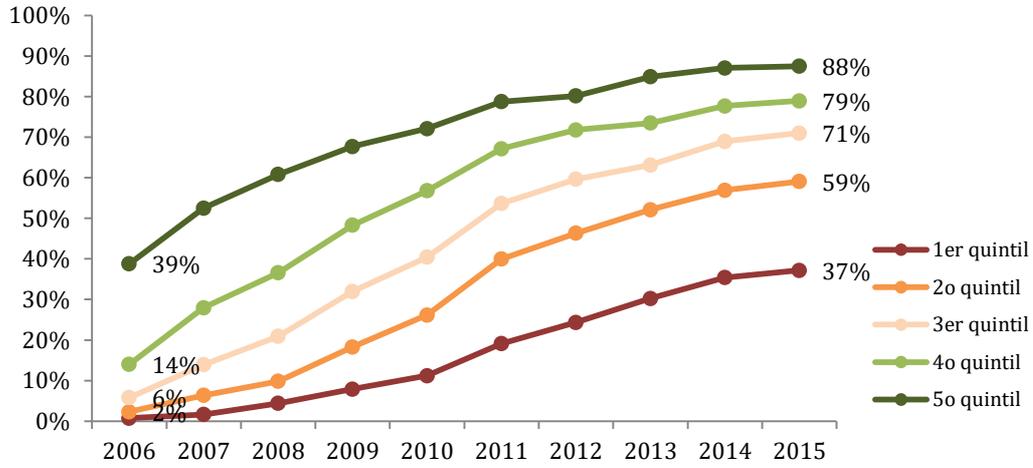
Gráfico 2.1 Acceso a microcomputador, según quintiles de ingreso per cápita. Uruguay 2006-2015. Total país
En % de personas



Fuente: Departamento de Monitoreo y Evaluación de Plan Ceibal

Plan Ceibal tiene por cometido garantizar el acceso a la información, en consecuencia ha brindado acceso a internet en todos los centros educativos públicos de Uruguay, así como en espacios públicos (plazas, clubes, etc). Sin embargo la cobertura de acceso a internet en los hogares no es cometido de Plan Ceibal y aún existen brechas importantes en esta materia en el país (véase Gráfico 2.2).

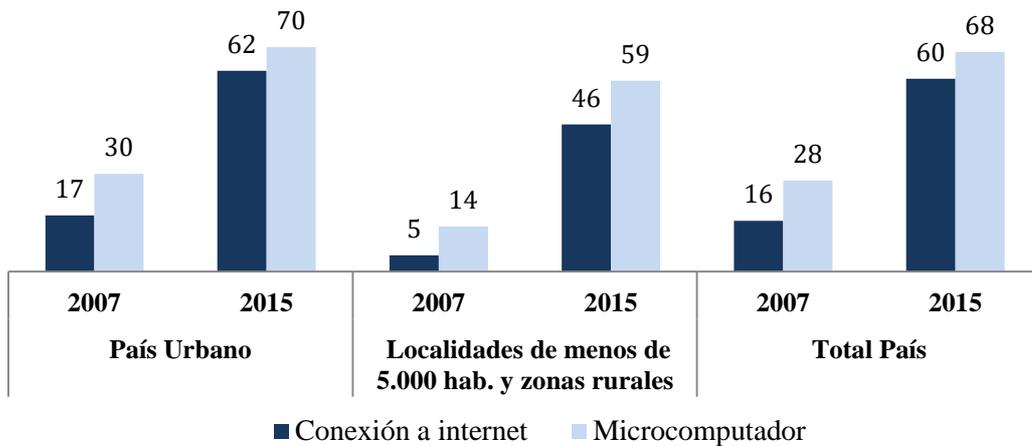
Gráfico 2.2. Acceso a internet, según quintiles de ingreso per cápita. Uruguay 2006-2015. Total país
En % de personas



Fuente: Departamento de Monitoreo y Evaluación de Plan Ceibal

El acceso de las TICs entre 2007 y 2015 han tenido una fuerte penetración no solo en todos los estratos sociales, sino que también se ha evidenciado en todas las regiones del país tanto urbanas como rurales (véase Gráfico 2.3).

Gráfico 2.3. Acceso a TIC, según área geográfica. Uruguay 2007 y 2015.
En % de hogares

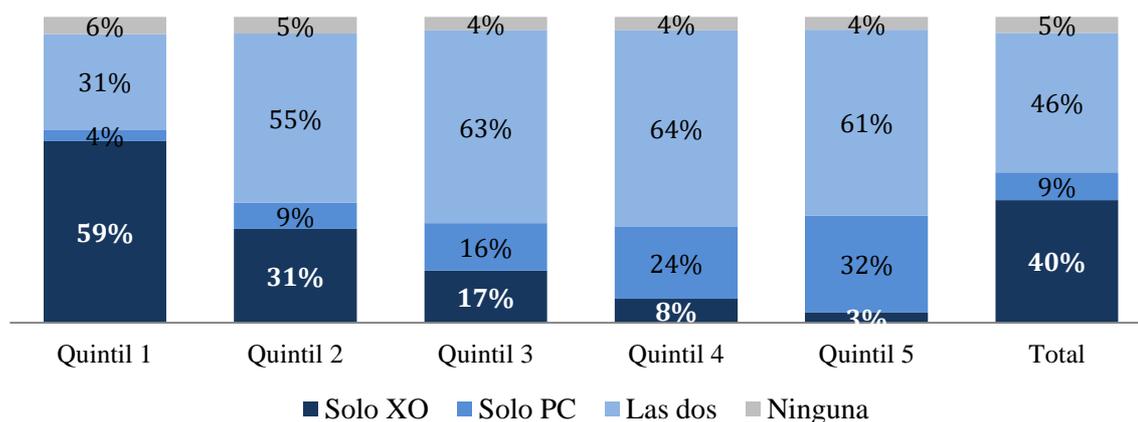


Fuente: Elaboración propia a partir de los microdatos de ECH-INE, 2007 y 2015.

Si bien el acceso se ha generalizado fundamentalmente por diferentes políticas como Plan Ceibal y más recientemente con el Plan Ibirapitá⁶, es de relevancia reportar que en 2015 (9 años después de implementado el Plan), para el 59% de los alumnos de Educación Primaria y Media Básica que viven en los hogares más vulnerables (Quintil 1), la XO es la única computadora disponible en el hogar (véase Gráfico 2.4). Esto refuerza la necesidad de adoptar estrategias que garanticen la igualdad en el acceso y en las oportunidades que se brindan a partir de ello.

Gráfico 2.4. Tenencia de computadores en el hogar según quintiles de ingreso

En % de alumnos de Educación Primaria y Media Pública. Total País, 2015.



Fuente: Elaboración propia a partir de los microdatos de ECH-INE, 2015.

Las desigualdades tanto en el acceso como en el uso de las TICs es una problemática no solo de Uruguay sino que es compartida con varios países de la región. Por ejemplo, las diferencias en el acceso a internet en los hogares en países como Brasil, Argentina y Chile rondan el 50% entre los hogares de los estudiantes de

⁶ El Plan Ibirapitá creado por el Decreto 130 de 2015 del Poder Ejecutivo del Uruguay es otra política pública digital la cual consiste en la entrega gratuita de una tablet a jubilados con ingresos inferiores a un cierto umbral establecido. El Plan Ibirapitá tiene por cometido promover la inclusión digital ofreciendo a los adultos mayores la posibilidad de disfrutar los beneficios del uso de las TIC (<http://ibirapita.org.uy/>).

contexto favorables en relación a los desfavorables (véase Tabla 2.1). Esas brechas en el acceso se reflejan también en el uso de la computadora siendo que existe una diferencia significativa en el uso por parte de los estudiantes de la computadora fuera del centro educativo para la “búsqueda de información práctica de internet”. Esta brecha disminuye cuando el fin de uso es lúdico, lo cual desprende otras lecturas que escapan el alcance de este estudio (véase Tabla 2.2). Al comparar los indicadores de la región con indicadores de países de la OCDE se dimensiona desde una perspectiva internacional la importancia de esta problemática regional.

Tabla 2.1 Acceso y uso de TIC según diferencias socioeconómicas, para distintos países.

	Acceso a Internet		Tiempo de uso de Internet	
	Estudiantes con acceso a internet desde el hogar		Promedio diario de uso de internet, fuera del centro educativo, durante los fines de semana	
	Estudiantes en contextos desfavorables	Diferencia entre estudiantes de contextos favorables y desfavorables	Estudiantes en contextos desfavorecidos	Diferencia entre estudiantes de contextos favorables y desfavorables
	%	%dif	Minutos	Minutos
Prom OECD	85,2	13,4	124	7
Nueva Zelanda	80	19,6	114	7
Estados Unidos	79,8	19,9	114	7
Uruguay	57,7	40,8	85	69
Brasil	44,7	51,1	m	m
Argentina	44,4	51,1	m	m
Chile	44	52,2	95	77
Costa Rica	30,2	66,6	52	97
Peru	7,4	71	m	m
Mexico	6	80,2	35	103

Nota: (m) refiere a missing data – sin dato.

Fuente: OECD. (2015), Students, Computers and Learning: Making the Connection, PISA, OECD Publishing, Paris.

Tabla 2.2 Acceso y uso de TIC según diferencias socioeconómicas, para distintos países. En %

Uso de computadora			
Estudiantes que utilizan la computadora fuera del centro educativo por lo menos una vez a la semana para....			
..obtener información practica desde internet		...jugar juegos de un solo jugador	
Estudiantes en contextos desfavorecidos	Diferencia entre estudiantes de contextos favorables y desfavorables	Estudiantes en contextos desfavorecidos	Diferencia entre estudiantes de contextos favorables y desfavorables
%	% dif	%	% dif
Prom OECD	55,6	39,4	0,5
Nueva Zelanda	47,6	40,2	-0,4
Estados Unidos	47,6	40,2	-0,4
Uruguay	45,7	33,5	12,9
Brasil	m	m	m
Argentina	m	m	m
Chile	35,8	27	14,4
Costa Rica	26,6	19,3	27,6
Peru	m	m	m
Mexico	28	11	21,3

Nota: (m) refiere a missing data – sin dato.

Fuente: OECD (2015), Students, Computers and Learning: Making the Connection, PISA, OECD Publishing, Paris.

3. Objetivos e hipótesis de la investigación

El objetivo general del estudio consiste en indagar si las diferentes características sociodemográficas de los alumnos inciden en el tiempo de supervivencia (duración) de las laptops XO, de manera de evidenciar si existen diferentes trayectorias de acceso a lo largo del ciclo educativo. En otras palabras, se propone investigar la existencia de diferentes condiciones de continuidad en el acceso para el uso de las tecnologías puestas a disposición por Plan Ceibal.

Los objetivos específicos que se listan a continuación están estrechamente vinculados a las preguntas e hipótesis que se plantean en esta investigación:

1. estimar la función de supervivencia y la esperanza de vida⁷ de una laptop XO 1.0 entregadas por Plan Ceibal, así como analizar las principales causas de defunción.
2. indagar si existen diferenciales en las funciones de supervivencia de las laptops según región geográfica de residencia del alumno, contexto sociocultural del centro educativo, sexo y desempeño escolar.
3. determinar las tasas de riesgo de rotura (riesgo de defunción) y la incidencia en la misma de los diferentes perfiles sociodemográficos de los alumnos.

Se pretenden contrastar las siguientes hipótesis: H0) existen diferenciales de supervivencia de las laptops según la característica sociodemográfica del alumno: (1) existen diferenciales de supervivencia de las laptops según la condición geográfica, tanto si el alumno habita en regiones más remotas (área rural) donde hay menos experiencia en el uso y cuidado de la tecnología, lo que conllevaría a roturas más frecuentes dado el menor nivel de acceso a internet y computadoras de los hogares en zonas rurales (véase Gráfico 2.3); (2) según grado de vulnerabilidad de los hogares, contrastando si los alumnos que asisten a escuelas de contexto sociocultural clasificadas como “más desfavorables” presentan mayores tasas de riesgo. O si por el contrario el menor nivel de acceso alternativo de tecnología (acceso a otras PC e Internet) por parte de los alumnos de hogares en contextos mas vulnerables produce un mayor cuidado y por tanto un menor riesgo de rotura; (3) existen diferenciales de

⁷ En el presente estudio se entiende que la esperanza de vida de la XO, es la cantidad de tiempo (años, días) que se espera que funcione de manera correcta desde el momento que la misma es entregada al alumno.

género del cuidado entre las niñas y los niños, asociadas a la educación según el género. En el entendido que se estimula y valúa más a actitudes hacia el cuidado para las niñas y en cambio tolera y justifica actuaciones más agresivas en los niños⁸.

Objeto y contribuciones del estudio

El objeto de estudio es la transición a la rotura de la generación de laptops XO 1.0 entregadas a todos los alumnos de primer grado de educación primaria en el año 2010. Por tanto, el acontecimiento de estudio es el momento a la primera rotura del equipo (laptop) que implique el no funcionamiento de la misma en las condiciones básicas establecidas y detalladas a continuación.

Se entiende que una laptop de Ceibal es *superviviente* cuando presenta condiciones técnicas suficientes para ser operativa para el alumno. En consecuencia, la *defunción* del equipo se considera cuando el mismo presenta roturas que no permiten el correcto funcionamiento, y por tanto, limita el acceso tanto a la nueva tecnología como a la información. Se han clasificado las roturas⁹, identificando aquellas que significa la defunción de la laptop de otros tipos de roturas que implican el funcionamiento de la misma aun cuando tenga desperfectos.

De acuerdo a las definiciones técnicas consideradas por Plan Ceibal, se establece que una laptop registró el evento de *defunción*, cuando al menos presenta alguna de las

⁸ Estudios sobre prevalencia de trastornos psicológicos muestran que los varones presentan mayor incidencia de problemas de conductas en relación a las niñas (Fernandez, 2000).

⁹ La clasificación fue realizada en base a los criterios definidos por el área de servicio técnico de Plan Ceibal a través del cual se realizan los estudios de monitoreo de estado del parque (<http://www.ceibal.edu.uy/articulo/noticias/institucionales/Monitoreo>).

siguientes roturas: rotura en la pantalla (pantalla quebrada, pantalla blanca o negra, pantalla dividida); rotura total del teclado, rotura del *touchpad* cuando éste no funciona nunca, y en los casos que la laptop no enciende. Esta última situación se debe fundamentalmente a la rotura de la placa madre. Si bien los equipos pueden ser recuperados lo cual tiene asociado costos de reparación, a efectos de este estudio se considera relevante la transición a la primera *defunción*.

La presente investigación tiene dos propósitos fundamentales. El primero de ellos es el de incorporar el análisis demográfico y sus problemáticas en el diseño y ejecución de proyectos sociales y económicos, así como involucrar las actividades de investigación, planificación y gestión, tanto en el ámbito público como privado. En ese sentido, se considera que esta investigación contribuye mediante la generación de evidencia empírica y por su naturaleza de investigación aplicada a sostener la política de equidad en el acceso a las TICs implementada por Plan Ceibal en Uruguay. Además se entiende que contribuye a la literatura generando antecedentes en la temática e implementando una metodología que permita ser un insumo para la estrategia de soporte de Plan Ceibal y extrapolar dicha metodología a los restantes modelos de dispositivos que coexisten en el parque.

4. Marco conceptual

Brecha digital y pobreza

El estudio se enmarca en los procesos de cambio que están viviendo actualmente las sociedades de la región frente a la penetración de las TIC en las esferas económicas, sociales y culturales. Esto pone de manifiesto las necesidades individuales de las

personas de lograr ciertas capacidades y habilidades digitales de manera de poder funcionar en el nuevo escenario cambiante donde el ritmo del cambio tecnológico se está procesando de manera vertiginosa. En particular, las nuevas generaciones deben lograr activos para aprovechar las nuevas oportunidades tanto en las actividades económicas como en la interacción en la comunidad de manera de garantizar una participación activa en la sociedad. El dominio de las TIC es otro factor que contribuye a los actuales sistemas de estratificación social, por tanto las brechas digitales generan que los sectores de la población más vulnerable queden excluidos de los principales circuitos de la economía, política, comunidad y cultura (Katzman, 2010). Es por ello que los estudios que den luz sobre la manera en que se distribuyen las destrezas tienen un potencial enorme de transformación social.

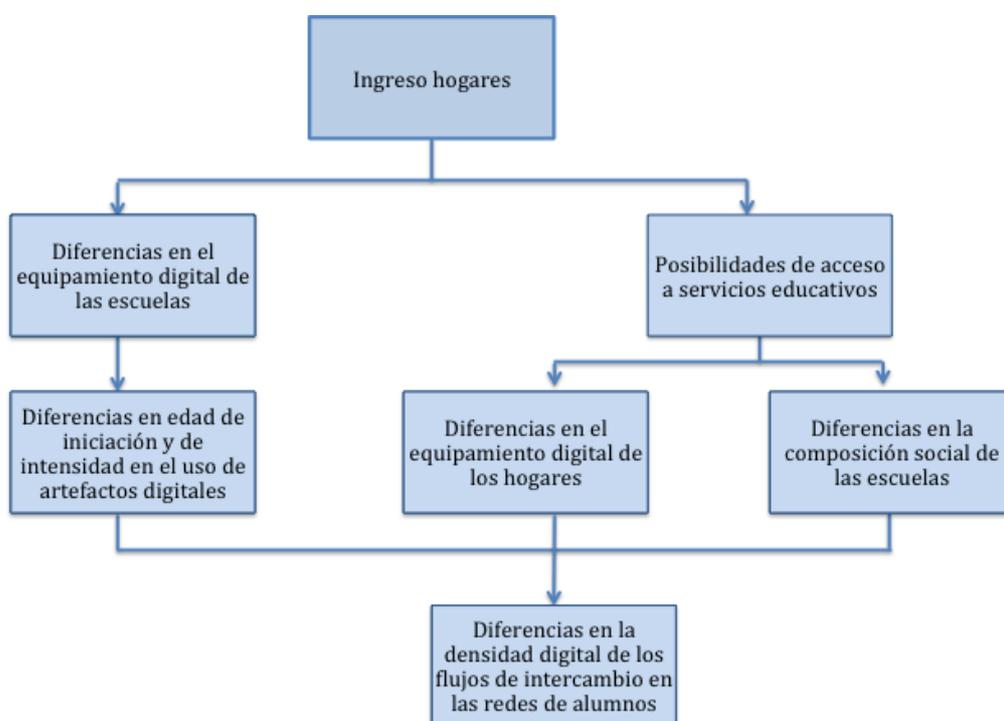
El principal objetivo de la incorporación de las TIC en el ámbito educativo es contrarrestar los efectos negativos de la brecha digital entre estratos socioeconómicos (Sunkel, 2014). Las desigualdades existentes en materia de cobertura y de uso de las tecnologías en los países de la región expuestas anteriormente remarcan la importancia que tienen las políticas públicas que buscan universalizar el acceso a las TIC, y contribuir de esa manera a disminuir las brechas en términos de bienestar general, así como mejorar los ingresos de los hogares.

Las políticas de introducción de tecnología en los ámbitos educativos, pretenden alterar el patrón de acceso existente en los hogares, promoviendo la inclusión social y la universalización de los derechos ciudadanos.

El siguiente diagrama conceptualiza los diferentes canales por los cuales a partir de las condiciones iniciales según los ingresos de los hogares, se determina a través del

equipamiento de los mismos y de las características de los centros educativos, la densidad en el flujo de intercambio en las redes de los alumnos que se constituyen en centros educativos de diferente composición social .

Diagrama 1: Del Ingreso de los hogares a las diferencias en la densidad digital de las redes escolares



Fuente: elaborado por Moller, Sunkel y Truco (2010).

Se trata entonces de universalizar el acceso a las TIC de manera de lograr la integración social en pos de disminuir las fragmentaciones existentes y potenciales.

Diversos estudios han analizado el proceso de segregación espacial y pobreza en Uruguay, en los cuales se advierte la menor integración al resto de la sociedad urbana que presenta la población de los barrios pobres (Katzman, 2005). Se ve así el potencial de la tecnología en generar lazos con la sociedad más allá de lo espacial.

La tecnología tiene un papel muy importante en fortalecer al sistema educativo en su rol de desvinculación entre los orígenes sociales y los logros educativos contribuyendo a la reducción de la desigualdad y de la pobreza. Entendida esta última como la privación de capacidades básicas y no meramente como la falta de ingresos (Sen, 2000). Inclusive la falta de renta puede ser una importante razón por la que una persona está privada de capacidades. En concordancia con la conceptualización del diagrama, los diferentes niveles de renta han contribuido a la segregación residencial lo cual impacta en la composición social de los centros educativos generando mayor aislamiento y pocas posibilidades de movilidad social.

Se enfatiza la importancia de la perspectiva de la pobreza basada en las capacidades. Podría esperarse que una mejora en las capacidades tenga conexión con el aumento del poder de obtener mayores ingresos, librándose de la pobreza de la renta y no solo a la inversa. Es necesario expandir las capacidades humanas lo cual conllevaría al aumento de la productividad y del poder para obtener ingresos (Sen, 2000).

5. Metodología

5.1. Análisis de historia de eventos

En la ciencia social como en otros campos de investigación el interés de estudio se centra en los eventos que los sujetos experimentan (o no) a lo largo de sus historias de vida. Entender la historia de los eventos no solo implica identificar si el evento *ocurre* (desempleo, matrimonio, defunción, movilidad, rotura, entre otros) sino

cuando ocurre. Esta perspectiva de análisis dinámico, permite estudiar los flujos de entrada y salida en el proceso de estudio (Bernardi, 2006).

El análisis de historia de eventos sigue las unidades de análisis en el tiempo con el objetivo de establecer relaciones causales a través del orden temporal de los eventos a lo largo de las vidas de los sujetos o unidades, intentando distinguir las causas de las consecuencias (Duncan, 2008).

Los datos de historia de eventos son generados por “failure-time processes” (en español el proceso del tiempo del fracaso o avería). La noción de “failure” se debe al área de investigación de la ingeniería mecánica, como en la investigación médica se debe a la defunción de la persona (Box, 2004). En el proceso se observa un tiempo inicial donde las unidades se encuentran en un *estado de origen* y son observadas a lo largo del tiempo. Cada unidad en cualquier momento del tiempo se encuentra en riesgo de experimentar un evento. Un evento u acontecimiento representa un cambio cualitativo o transición de un estado de origen a otro estado. Por tanto, las unidades o sujetos son observadas al inicio y sobreviven por un lapso de tiempo, llamado duración, para luego registrar el evento o no. En este último caso se considera la unidad censurada a la derecha. Lo cual en este estudio significa que si bien las laptops continúan funcionando (son sobrevivientes) la ventana del tiempo de observación se cierra y la duración de la laptop se determina en base a la fecha de censura.

En el presente estudio el estado de origen refiere al estado cuando la laptop es entregada al alumno en condiciones técnicas de origen de fábrica¹⁰, y es a partir de la fecha de entrega en que el equipo comienza a estar a riesgo de experimentar una rotura (su *defunción*).

La metodología que propone la técnica de análisis de historias de eventos o supervivencia permitirán contemplar el objetivo del estudio, pudiéndose estimar las funciones de supervivencia, así como variaciones en la tasa de riesgo a la primera rotura que implica la defunción de la XO asociadas a los diferentes perfiles sociodemográficos de los alumnos.

5.2. Conceptos de mortalidad

Para el cumplimiento de los objetivos trazados se toma en préstamo el marco conceptual demográfico, específicamente en los conceptos de mortalidad. Se calculan índices sintéticos para estudiar el fenómeno como es la esperanza de vida, la vida mediana, entre otros, los cuales dan cuenta de la experiencia de la mortalidad a lo largo de la vida. Se precisan a continuación algunos de los conceptos demográficos que se utilizarán a lo largo del estudio.

Los *sobrevivientes* (S_t) son aquellos que de la generación inicial (*Base*), sobreviven en los diferentes aniversarios. Los sobrevivientes están unidos a las probabilidades de muerte y por tanto la probabilidad de supervivencia son el complemento a la

¹⁰ Nótese que esta fue la última generación de laptops entregadas de fábrica por Plan Ceibal a los alumnos de 1ero de Educación Primaria, posteriormente las entregas de XO 1.0 fueron de carácter re-manufacturadas o tablets. En otros grados (por ejemplo en Educación Media) se continua entregando laptops de origen al 2016.

unidad de las probabilidades de muerte. Cada unidad de análisis¹¹ en cualquier período de tiempo, muere o sobrevive. La probabilidad de muerte en un determinado momento del tiempo depende no solo de su edad, si no de otros aspectos de la persona (características de los dueños de los equipos). En este estudio se considera que la probabilidad de muerte de la laptop se relaciona con las hipótesis planteadas. En general, que la laptop deje de funcionar puede estar relacionado con el contexto en el cual es usado, con el sexo del alumno, con el estado de conservación general del equipo, entre otros.

Las *defunciones* $d(t, t + 1)$ son los fallecidos entre el momento de tiempo (t) y (t+1), y $\bar{P}(t)$ es la *población media* en el momento de tiempo (t). A partir de estas definiciones se construye la *Tasa Bruta de Mortalidad (TBM)* como la relación entre las *defunciones* de un año y el promedio de población para ese mismo lapso (Pressat, 2000). Por tanto, se considera $TBM_t = (d_t / \bar{P}_t) * 1000$, la cual indica el número de muertes por cada 1000 habitantes durante un año determinado.

Otro de los indicadores asociados a las definiciones anteriores es el *cociente de mortalidad* (q_t) el cual evalúa estadísticamente el riesgo de fallecer al cual se está expuesto en determinado aniversario antes del aniversario siguiente. En consecuencia, se define $q_t = d_t / S_t$.

A partir de estas variables es posible construir las tablas de mortalidad y una vez obtenidas, calcular la *esperanza de vida* o *vida media* (e_x) y las *funciones de supervivencia*. Esta será la técnica de análisis demográfica utilizada en este estudio

¹¹ La unidad de análisis tradicional es la persona, en este estudio es la laptop XO

con el fin de contestar las preguntas trazadas así como contrastar las hipótesis formuladas.

La *esperanza de vida* (e_x) representa el número medio de años que les quedan por vivir a los sobrevivientes a la edad x . Siendo que la *esperanza de vida al nacer* (e_0) constituye un indicador sintético de la tabla de vida más usado, también para fines comparativos, ofrece el número medio de años vividos por una generación de nacidos¹². También es posible obtener la *vida mediana* (e_m) la cual indica la edad en la que el efectivo inicial se reduce a la mitad (Livi-Bacci, 1993).

Las *funciones de supervivencia* describen la tendencia de la extinción de la población por unidad de tiempo, son una herramienta útil en la descripción del impacto de la mortalidad, con ellas se puede resumir en pocos parámetros la tabla de mortalidad.

5.3. Datos

5.3.1. Universo de análisis

El universo de análisis considerado en la investigación refiere a toda la generación de alumnos del sistema educativo público que en el año 2010 ingresaron a educación primaria pública cursando el primer grado en escuelas comunes del todo el país.

La información utilizada fue brindada por el Departamento de Datos y Sistemas de Plan Ceibal tanto de los alumnos matriculados en primer año en 2010 como las bases

¹² En el presente estudio la esperanza de vida es restringida dado que la función de supervivencia es calculada con datos censurados a la derecha. Por tanto, a lo largo del documento siempre que se refiera a la esperanza de vida se considera este aspecto.

de datos de las órdenes de trabajo asociadas a las reparaciones de las laptops realizadas por Servicio Técnico de Plan Ceibal.

A efectos de dimensionar la calidad de la información obtenida por Plan Ceibal se comparan los registros publicados por ANEP con los registros proporcionados por el Plan Ceibal (véase Tabla 5.1). De la comparación de los mismos, se considera que la diferencia es de escasa magnitud (menor al 5%) por lo que se considera que el universo de datos considerado es lo suficientemente robusto como para reportar comportamientos de esta generación. Finalmente, la base de datos considerada en este estudio es de 38.397 alumnos de la generación 2010¹³.

Tabla 5.1. Universo de análisis del estudio

Datos ANEP	Primer Grado	
Matriculados primer grado 2009	48.913	
Matriculados primer grado 2010	47.163	
Tasa repetición primer grado 2009	13,93	
Número de repetidores*	6.814	
<i>Número de laptops nuevas a entregar en 2010</i>	40.349	(A)
Fuente: ANEP ¹⁴		
Datos Plan Ceibal	Primer Grado	
Generación 2010	41.172	
Matriculados por primera vez en primer grado 2010	38.398	
Matriculados primer grado 2010 Primaria especial	473	
Datos en blanco**	2.294	
Otros***	7	
<i>Base de datos Plan Ceibal</i>	38.397	(B)
Fuente: Datos y Sistemas de Plan Ceibal		
Diferencia		
(A)-(B)	1.952	

*Estimación a partir de la tasa de repetición
 **No tiene código RUEE ni número en CRM asignado
 ***Educación Inicial, especial, CB; CBT; FPB

¹³ Posteriormente para el análisis de la incidencia según variables socioeconómicas la base se reduce a 36.565 alumnos por faltantes de algunas covariables asociadas a los alumnos

¹⁴ <http://www.anep.edu.uy/monitor/servlet/tendenciasnew>

5.3.2. Descriptivos de los datos

El sistema de servicio técnico de reparación móvil implementado por Plan Ceibal hace posible que todas las laptops sean reparadas en prácticamente cualquier lugar geográfico del territorio nacional bajo cualquier estado de conservación. Se considera entonces, que el proceso es multi-episódico ya que es posible que cada caso puede haber tenido más de un episodio de rotura. De todas formas por el alcance de este estudio el proceso no es considerado como *multi-failure* dado que se estudia la transición a la primera defunción.

De los 38.397 alumnos, el 41% de ellos (15.752) experimentaron una rotura que implicó la defunción de la XO, el 19% experimentó una segunda rotura y solo el 8% registró en el período de estudio una tercera rotura de esta magnitud.

Los datos utilizados en el estudio no están censurados a la izquierda en el caso de las defunciones, si lo están para el caso de roturas menores. Esto se debe a que en julio de 2012 Plan Ceibal migró el sistema de registro de reparaciones. Esto implicó que entre el momento de la entrega de los equipos en 2010¹⁵ y julio de 2012 solo se obtienen los registros de las laptops que fueron recambiadas por haber presentado una rotura de las cuales son consideradas como defunción del equipo.

Hasta la fecha de este estudio la estrategia de recambio de Plan Ceibal consistía en la sustitución de los equipos luego de 4 años de uso. Por esos motivos, al finalizar el 2014 Ceibal procedió a realizar el recambio de esta generación de equipos

¹⁵ El 80% de las laptops se entregaron entre junio y septiembre de 2010.

independientemente de su estado de conservación. Esto implica que los datos registran censura a la derecha considerando como último día de observación el día en que se registró el recambio de la laptop. En caso de tener una fecha de recambio anterior al 31 diciembre de 2014, se consideró esa fecha como último día de observación y se censuraron dichos casos en la fecha correspondiente.

En primer lugar, se debe mencionar que fue necesario depurar la base de datos por encontrarse casos duplicados y alumnos que no contaban con registros asociados en las covariables de contexto sociocultural o región. Por tanto, se dejaron fuera del análisis 1.832 observaciones (4,8% del universo original) alcanzando una base final de 36.565 alumnos.

El contexto sociocultural de la escuela es determinado por ANEP a partir del Índice de Características Socioculturales (ICS) que surge de la consideración de distintas dimensiones relativas a las características socio-demográficas de los alumnos que componen el centro educativo¹⁶.

El desempeño escolar del alumno es aproximado mediante la evidencia de repetición por parte del alumno en algún grado escolar a lo largo de su trayectoria educativa en educación primaria¹⁷.

¹⁶ En 2005 ANEP realizó un relevamiento de información que luego fue actualizado en 2010 cuyo objetivo fue la caracterización sociocultural de la totalidad de los establecimientos educativos públicos de Primaria. Se elaboró un Índice de Características Socioculturales 2005, por tanto cada establecimiento del Consejo de Educación Inicial y Primaria recibió un puntaje que surgió de la combinación de múltiples variables relevadas entre su alumnado. Dicho puntaje permite realizar un ordenamiento de todos y cada uno de los centros, desde el de perfil sociocultural más desfavorable (valor más alto en el índice) hasta el más favorable (menor valor). Las dimensiones relevadas de los hogares de los estudiantes utilizadas en la conformación del índice son: nivel educativo del hogar, nivel socioeconómico, integración social del hogar (integración laboral, integración educativa, integración territorial), entre otros (ANEP, 2005).

¹⁷ Se generó una variable dummy que vale 1 cuando el alumno repitió algún grado escolar.

Además se considera para el análisis la ubicación geográfica del alumno identificando si la escuela a la que asiste está ubicada en la capital del país, en el Interior Urbano o en el ámbito rural.

A continuación se presentan las distribuciones de las variables sociodemográficas consideradas que dan cuenta de la composición del alumnado.

Gráfico 5.1. Distribución de los alumnos según variables sociodemográficas.

Gráfico 5.1A



Gráfico 5.1B

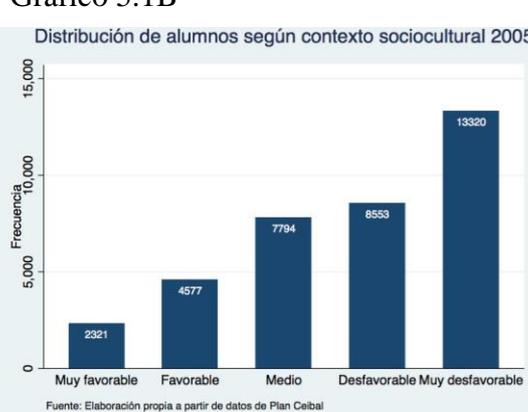


Gráfico 5.1C

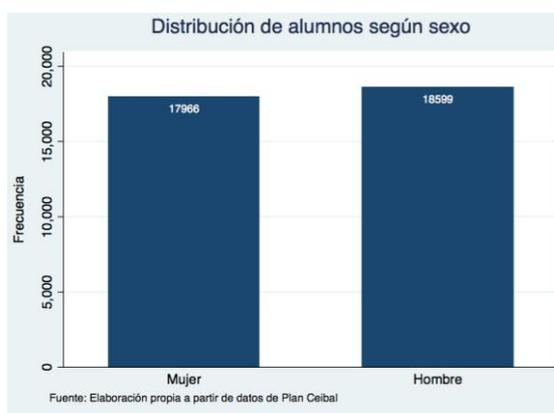
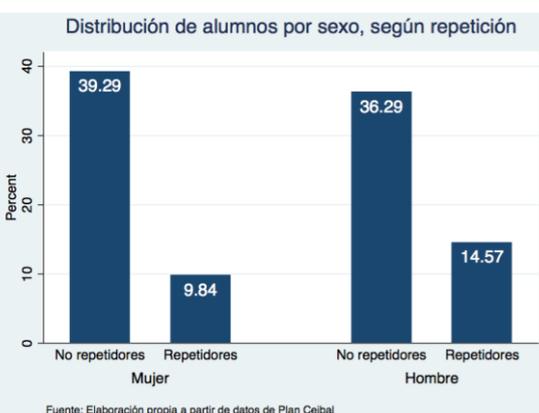


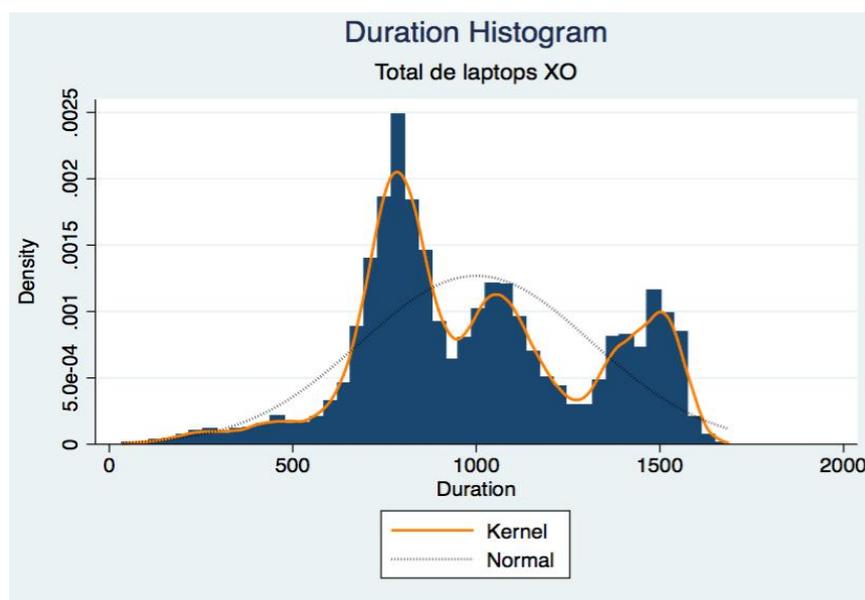
Gráfico 5.1D



El acontecimiento investigado en este estudio es la transición a la primera rotura de la laptop. La rotura considerada es aquella que implique lo que se ha definido como causa de *defunción* de la laptop. Por tanto, se ha definido la variable *duración* del equipo como el “tiempo de vida” del mismo, medido como la cantidad de días entre la fecha de entrega del equipo al alumno y la fecha registrada de *defunción*. En el

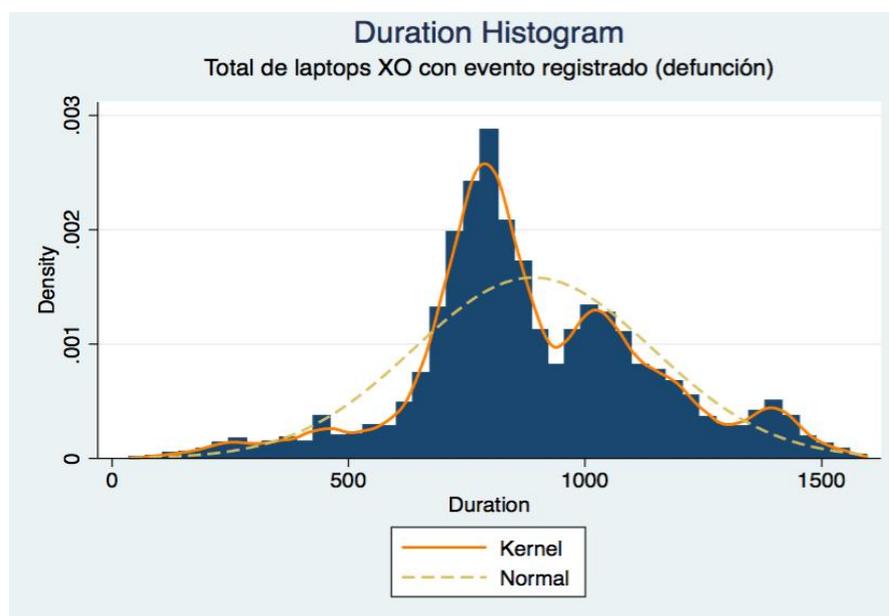
Gráfico 5.2A se refleja la distribución de la variable *duración* (expresada en cantidad de días en el eje horizontal) del total de laptops de la generación y en el Gráfico 5.2B se observa el *calendario de la mortalidad de las laptops* graficándose la distribución de la *duración* de las laptops con evento registrado de *defunción*.

Gráfico 5.2. Distribución de la duración de las laptops (en días)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Plan Ceibal

Gráfico 5.3. Distribución de la duración de las laptops que han registrado el evento (en días)



5.3.3. Defunciones y sus causas

La *incidencia de la mortalidad* en esta generación fue del 70% (25.602) de los 36.565 alumnos considerados en el estudio. Esto contempla los dos tipos de registros considerados: el evento registrado por servicio técnico en sus ordenes de trabajo y el registro por recambio de equipo entre 2010 y 2012.

Por tanto, existe en esta generación un 30% de los alumnos (10.963) a los cuales se les ha recambiado el equipo a fines de 2014 sin haber registrado en toda su vida útil una orden de trabajo que implique la *defunción* del equipo. Estos casos refieren a la cantidad de datos censurados a la derecha, la fecha del recambio es el fin de la ventana de observación en el análisis de supervivencia, mientras que el restante 70% de la generación de equipos tuvieron una rotura que implicó la *defunción* del equipo en el período de análisis (véase Tabla 5.2).

Tabla 5.2 Distribución de los equipos según estado

	Alumnos-Equipos	%
Total	36.565	100%
Total Sobrevivientes	10.963	30%
Total Defunciones	25.602	70%
Defunciones con registro	22.555	62%
Defunciones por recambio	3.047	8%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Plan Ceibal

Uno de los objetivos del estudio es evidenciar las principales causas de defunción. Analizando la incidencias de las causas se destaca que la principal causa de defunción es la rotura total del teclado, siendo la causa que explica el 41% de las defunciones. Es necesario precisar que las defunciones registradas entre 2010 y 2012 se categorizaron en “sustituciones del equipo” dado que no se cuenta con la

información de la causa específica. La sustitución del equipo entre 2010 y 2012 se efectivizaba si el equipo presentaba algunas de las roturas consideradas como defunción del equipo para el período posterior.

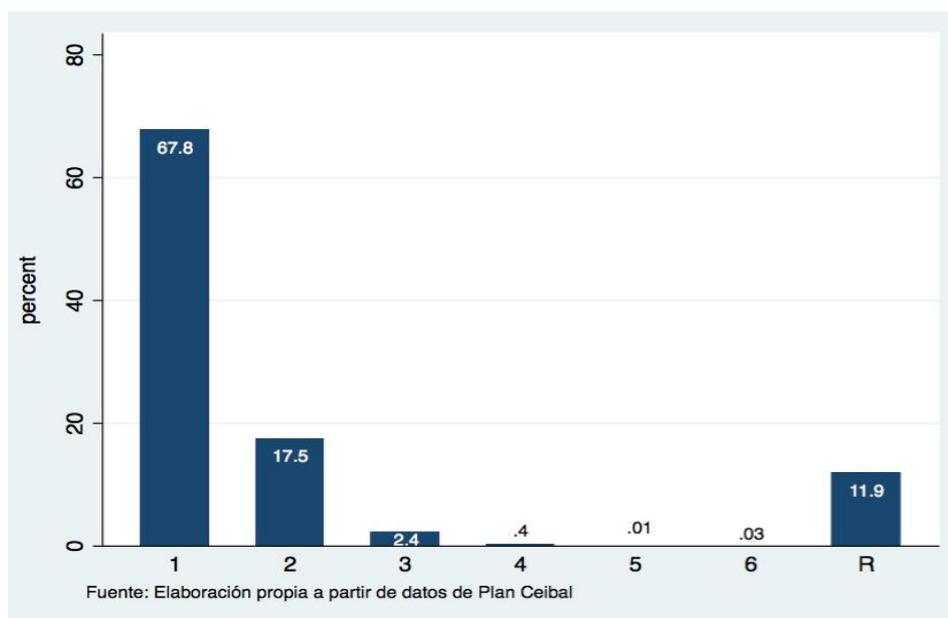
Tabla 5.3 Distribución de las causas de defunción		
	Cantidad de casos	%
Total	25.602	100%
Teclado rotura total	10.530	41%
Placa Madre (No enciende nunca)	6.083	24%
Pantalla rotura total	5.911	23%
Sustitución de equipo (Roturas anteriores)	3.047	12%
Touchpad (No funciona nunca)	31	0%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Plan Ceibal

Es necesario precisar que cuando los equipos presentaron más de una causa de defunción en el mismo registro (día) se computó la causa según un orden de prelación. Este orden fue establecido por la Gerencia de Operaciones de Centro Ceibal y es el siguiente: 1.Placa Madre (el síntoma del equipo es que no enciende nunca); 2.Pantalla; 3.Teclado; 4.Touch Pad (no funciona nunca).

Del total de las defunciones, el 67,8% de los equipos presentaron una única causa de defunción, siendo que el restante 17,5% presentó dos causas de defunción, el 11,9% su causa de defunción no se puede especificar por lo que tenemos la categoría de recambio o sustitución del equipo (R); y el resto presentó 3 o más causas (véase Gráfico 5.4).

Gráfico 5.4. Histograma de cantidad de causas de defunción por laptop



5.3.4. Supuestos y limitaciones

En el desarrollo del presente estudio ha sido necesario establecer supuestos y se han enfrentado algunas limitaciones que es de orden reportar.

Una de las restricciones que se plantean es el de inferir funciones de supervivencias en base a la población de alumnos que llevó su equipo a reparar a servicio técnico, planteándose las siguientes interrogantes: ¿los alumnos que no presentan registros en servicio técnico tiene un perfil sociodemográfico particular?; ¿en caso de ser cierto que nivel de sesgo existe? ¿sus equipos estuvieron en funcionamiento durante todo el período de análisis?

Para dimensionar la validez de esta restricción, se comparan las distribuciones de los alumnos que registraron fallas en sus equipos de aquellos que no, según el área geográfica (véase Tabla 5.4), contexto sociocultural (véase Tabla 5.5) y sexo del alumno (véase Tabla 5.6). Del análisis de ellas se desprende similares composiciones

y por tanto, no parece a priori existir sesgos entre las subpoblaciones, lo cual es sumamente positivo.

Tabla 5.4 Distribución de los alumnos por registro de fallas, según área geográfica

	Sin fallas	Con al menos una falla	Total
Montevideo	60%	66%	65%
Interior Urbano	5%	6%	6%
Rural	34%	27%	29%
Total	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Plan Ceibal

Tabla 5.5. Distribución de los alumnos por registro de fallas, según contexto sociocultural 2005

	Sin fallas	Con al menos una falla	Total
Muy desfavorable	35%	35%	35%
Desfavorable	20%	23%	22%
Medio	20%	20%	20%
Favorable	12%	12%	12%
Muy Favorable	7%	6%	6%
Sin Dato	6%	4%	5%
Total	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Plan Ceibal

Tabla 5.6. Distribución de los alumnos por registro de fallas, según sexo

	Sin fallas	Con al menos una falla	Total
Mujer	47%	50%	49%
Hombre	53%	50%	51%
Total	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Plan Ceibal

Otro supuesto que fue necesario formular tiene que ver con el estado de conservación de los equipos que no han pasado por servicio técnico (al no tener registros de reparación). Los mismos se supusieron que estuvieron completamente sanos durante

todo el período, por lo que aportan a la *función de supervivencia* $S(t)$ todo su tiempo de vida desde la fecha de entrega. Si bien es un supuesto fuerte ya que algunos alumnos podrían no recurrir al servicio de reparación (aunque sea un servicio muy extendido y gratuito) y quedarse con el equipo en mal estado sin que haya registro del incidente. Este supuesto ha sido levantado en este estudio en base a un estudio específico realizado para estos fines en base a una muestra de alumnos de esta generación.

Específicamente, el estudio específico consistió en extraer una muestra representativa estratificada de alumnos (véase Anexo 1- Ficha técnica de la muestra), a partir de la cual se intervino el proceso de recambio que Servicio Técnico estaba realizando en el último trimestre de 2014. El objetivo de este estudio específico fue relevar el estado de conservación de las laptops en territorio a efectos de cuantificar el porcentaje de laptops que no habían pasado por Servicio Técnico y estaban totalmente rotas. A partir de los casos seleccionados en la muestra, se recuperaron las laptops y se procedió a realizar una inspección técnica de las mismas para determinar su estado de conservación al momento del relevamiento¹⁸. Para ello se contó con el apoyo de técnicos especializados de Plan Ceibal.

A partir de los resultados de la inspección técnica (véase Anexo 2), solo el 3% de las laptops que no habían pasado por el servicio de reparación técnica presentaban roturas que determinaban su no funcionamiento, es decir su *defunción*. Por tanto, este estudio asume el supuesto sobre la supervivencia de las laptops que no tienen registro

¹⁸ Las características y procedimiento establecido en la inspección técnica es detallado en el Anexo 2

en servicio técnico y se considera que el mismo no tiene una gran incidencia en el error de las estimaciones realizadas.

Una limitación del estudio refiere a que el acontecimiento estudiado, la rotura de la laptop, se evidencia y registra cuando el alumno lleva su laptop al servicio de reparación, por tanto no necesariamente es en ese instante de tiempo en el que se produce la rotura. Dicha limitación es relativizada si se considera que Plan Ceibal ha dispuesto varios medios por los cuales los alumnos pueden llevar a reparar sus equipos. En primer lugar, el servicio de reparación móvil tiene una frecuencia mensual de visitas por los centros educativos. En segundo lugar, existen en territorio centros de reparación fijos donde los alumnos pueden llevar sus XO o inclusive existe la posibilidad que el alumno la envíe por el Correo Uruguayo para su reparación. En todo caso ningún medio la reparación del equipo implica un costo económico para el alumno, y que en caso de existir sí podría ser un factor que altere las decisiones de la reparación. Por otro lado, siendo la laptop una herramienta de uso educativo, ya que su principal fin de uso es el trabajo en el aula¹⁹, es que se considera que el intervalo de tiempo entre que se produce la rotura y el momento en que se registra no debiera ser sustancial.

Otras de las limitaciones del presente estudio es que no ha sido posible vincular el proceso de estudio con indicadores de uso de los dispositivos o desempeños educativos, y de esa forma generar evidencia sobre si las mayores tasas de roturas se registran en alumnos que tienen un uso más intensivo de la tecnología e inclusive indagar la relación entre uso de tecnología y desempeño de los estudiantes. Esta

¹⁹ <http://www.ceibal.edu.uy/Documents/Evaluacion-Anual-2014.pdf>

investigación se podrá entonces profundizar una vez que Plan Ceibal logre definir y medir indicadores de uso transversales (off-line y on-line) de los dispositivos.

5.3.5. Método propuesto

El presente estudio plantea el análisis de un punto de vista sociológico al tener por unidad de seguimiento al alumno. Se podría también haber optado por unidad de seguimiento a la XO predominado así un análisis con enfoque tecnológico²⁰.

A efectos de abordar los objetivos específicos 1 y 2 planteados, se emplea el método de indicadores de análisis descriptivo empleando los conceptos de mortalidad detallados en el apartado 5.2. En relación al objetivo específico número 3 el método que se propone es la aplicación de la técnica de *Análisis de Historia de Eventos* (EHA por su sigla en inglés).

EHA consiste en el análisis longitudinal de un modelo de tasa de riesgo con tiempo continuo en un proceso multiepisodio (*modelo de transición a tiempo continuo*). Esto permite evaluar los tiempos de rotura media de las máquinas y las características de los alumnos que se asocian a las roturas de las laptops. Nos preguntamos: ¿cuáles características, si algunas, se asocian con tiempos de supervivencia diferentes?. Es decir, ¿podemos imaginar que distintas subpoblaciones hacen una utilización diferente de la herramienta que cause una diferente fragilidad?

²⁰ Dado que la generación de alumnos 2010 fue la última generación que recibió las XO de fábrica compradas por Plan Ceibal aquí el análisis es muy similar ya que el alumno transitó sus primeros 4 años con el mismo equipo. Planteándose el recambio al momento de extracción de los datos y generándose la censura a la derecha de los mismos.

En términos generales un modelo de tasa de transición se especifica como:

$$h(t) = (\beta X_t, q(t)) \quad (1)$$

en donde $h(t)$ es la tasa de transición (también llamada tasa de riesgo²¹) definida como una función que depende de un vector de covariables independientes X_t y de la duración t del proceso. Los coeficientes β representan el efecto de X_t sobre la tasa de transición y son los parámetros de interés.

La tasa de transición se define matemáticamente, donde T es una variable aleatoria positiva llamada tiempo de sobrevivencia la cual se asume continua. Los posibles valores de T tienen una distribución de probabilidad que es caracterizada por la función de densidad $f(t)$ y se expresa en la ecuación (2)

$$f(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Pr(t \leq T \leq t + \Delta t)}{\Delta t} \right) \quad (2)$$

La función de supervivencia es otro concepto relevante en el análisis de historia de eventos y se define como la probabilidad de sobrevivir en T que es mayor o igual que t , tal como lo expresa la ecuación (3). También puede ser leído como la proporción de unidades que han sobrevivido hasta el momento t . Con el paso del tiempo, la proporción de unidades supervivientes debe decrecer (o permanecer constante si ninguna unidad experimenta el evento) por tanto $S(t)$ es estrictamente una función decreciente (Box, 2004).

²¹ En la literatura anglosajona es conocida como Hazard Rate

$$S(t) = 1 - F(t) = \Pr(T \geq t) \quad (3)$$

Una vez definida la función de densidad y la función de supervivencia se define la tasa de transición según la ecuación (4). La misma expresa la tasa a la cual las unidades experimentan el evento en el momento (t) dado que esa unidad ha sobrevivido hasta ese momento t. Por consiguiente, la tasa de transición es una tasa de riesgo condicional. La misma aumenta en tanto la probabilidad de experimentar el evento aumente con el transcurso del tiempo, así como puede disminuir en el tiempo. La consideración de las covariables (x) permite cuantificar dado las diferencias entre los valores de las mismas, la variación en el riesgo de que ocurra el evento (Box, 2004).

$$h(t|x) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Pr(t \leq T \leq t + \Delta t | T \geq t, x)}{\Delta t} \right) \quad (4)$$

El modelo propone determinar la propensión a que ocurra el evento $h(t)$ en un determinado momento. En este estudio el evento corresponde a la rotura de la laptop que implica el no funcionamiento correcto de la misma la cual se considera que depende de un conjunto de variables independientes (X_t), en este caso las características sociodemográficas planteadas, y depende también del paso del tiempo $q(t)$.

Además de considerar las covariables sociodemográficas como el *contexto sociocultural* de la escuela, la *región geográfica*, la *repetición* del alumno en su trayectoria educativa, y el *sexo*, se ha considerado como posible factor que influencia

la duración del equipo, la *cantidad de fallas registradas*²² del equipo previo a la defunción.

Una de las fortalezas de esta técnica de análisis es el poder considerar en el modelo covariables que se modifican en el tiempo, y determinar cuánto afectan esos cambios la tasa de riesgo. Si bien el estudio pretendió considerar la movilidad del alumno inter-escuela (cambios en el área geográfica y contexto sociocultural) no fue posible obtener la fecha en que se produjo el cambio a pesar de identificar la escuela de origen y de destino del alumno. Por tanto, no es posible captar ese comportamiento en el modelo.

5.3.6. Especificación del modelo

En la técnica de análisis de historia de eventos la selección de la distribución estadística de la dependencia temporal $q(t)$ es crucial y radica en la teoría que sustente el comportamiento en el tiempo del evento bajo estudio.

Desde el punto de vista tecnológico existe un desgaste con el paso del tiempo, por lo que podría decirse que el riesgo de experimentar una rotura aumenta linealmente o exponencialmente con el tiempo.

Desde la perspectiva sociológica, no se cuenta para este estudio con una teoría fuerte sobre el comportamiento del riesgo base de las laptop una vez que se controla por

²² El Sistema de Información que almacena la cantidad de Ordenes de Trabajo realizada por el equipo de Servicio Técnico comenzó su registro en Julio 2012.

demás factores que influyen en el riesgo de rotura. En este estudio se controla por los perfiles sociodemográficos de los alumnos, entre otros.

En primer lugar, se especificaron y estimaron modelos paramétricos, entre ellos el modelo exponencial que asume como postulado que el riesgo no varía en el tiempo, luego se consideró el modelo Weibull y el modelo de Gompertz que implican asumir que la tasa de transición es monótona creciente o decreciente.

- Modelo exponencial: la característica que lo define es la consideración de una tasa de riesgo base constante (Box, 2004). Lo cual significa que el riesgo de que ocurra el evento dado las covariables es el mismo en todos los puntos del tiempo.

$$h(t) = \lambda \quad t > 0, \lambda > 0 \quad (5)$$

Las funciones de supervivencia y la función de densidad en el modelo exponencial quedan definidas según la ecuación (6) y (7)

$$S(t) = e^{-\lambda t} \quad (6)$$

$$f(t) = \lambda t e^{-\lambda t} \quad (7)$$

La tasa de transición con covariables para el modelo exponencial es definida de la siguiente forma:

$$h(t|x) = e^{-\beta x} \quad (8)$$

De la comparación de los resultados los cuales se presentan en el Anexo 5, se observó que el tamaño de los efectos (coeficientes estimados) de las covariables variaban entre el modelo exponencial y los de Weibull y Gompertz, así como el cambio en el signo de la covariable *repetición*. Por lo que, los efectos de las

covariables variaba según la especificación que se impusiera sobre la tendencia temporal, lo que implica que no son estimaciones robustas²³. En consecuencia, el modelo exponencial no resulta ser suficiente, y a efectos de tener una estimación más adecuada de los efectos de las covariables es necesario definir un modelo que permita que la tasa de riesgo base (*baseline*) varíe en el tiempo como lo hacen en el modelo de Weibull y de Gompertz. Dado que no se cuenta para este estudio con una teoría fuerte y específica sobre la forma de la dependencia temporal del proceso, se considera el modelo exponencial constante a intervalos. Esta decisión es una manera eficiente de no imponer una forma de distribución pero que al contrario del modelo semi-paramétrico de Cox, brinda indicios de su forma, además de que utiliza menos grados de libertad.

- Modelo Weibull: la característica de este modelo es que la tasa de riesgo base puede ser monótona creciente, monótona decreciente o constante respecto al tiempo. Si se asume esta forma de distribución la tasa de riesgo se expresa de la siguiente manera:

$$h(t) = \lambda p (\lambda t)^{p-1} \quad t > 0, \quad \lambda > 0, \quad p > 0 \quad (9)$$

donde λ es un parámetro positivo y p es conocido como el parámetro de la forma de la tasa de riesgo. Si $p > 1$, la tasa de riesgo es monótona creciente con el tiempo; cuando $p < 1$, la tasa de riesgo es monótona decreciente; cuando $p = 1$, la tasa es constante tomando el valor de la constante λ . En este último caso la tasa de riesgo tiene una distribución exponencial, por tanto implica que el riesgo de que ocurra el acontecimiento no varía en función del

²³ La robustez de un método de estimación se refiere a su condición para obtener estimaciones insensibles ante posibles violaciones de alguno de los supuestos fijados al especificar un modelo, en particular, el relativo a la distribución admitida para la perturbación aleatoria.

tiempo. Esto significa que el proceso no “tiene memoria”: la verosimilitud de que ocurra el acontecimiento es la misma justo al principio del proceso como en momentos posteriores del tiempo (Bernardi, 2006).

- Modelo Gompertz: trata la tasa de riesgo como una función exponencial del tiempo de duración, lo cual contrasta con el modelo de Weibull (Box, 2004).

$$h(t) = e^{\gamma t} e^{\lambda} \quad (10)$$

donde γ es el parámetro de la forma de la distribución de Gompertz y $\lambda = \exp(\beta X)$. Si $\gamma > 0$, la tasa de riesgo aumenta con el tiempo; cuando $\gamma < 0$, la tasa de riesgo decrece; cuando $\gamma = 0$, la tasa es constante respecto al tiempo. En esta especificación de Gompertz es claro que es un modelo de tasas proporcionales si son consideradas las covariables. Es decir, el supuesto de este modelo es que el efecto de las variables X no se modifica a lo largo del intervalo temporal considerado (Bernardi, 2006).

Finalmente, la especificación del modelo en este estudio considera un modelo exponencial constante a intervalos de único episodio²⁴ incluyendo covariables constantes en el tiempo. Esto es, un modelo paramétrico de tiempo continuo con el objetivo de estudiar la transición a la primera rotura de las laptops según los perfiles sociodemográficos de los alumnos.

²⁴ Si bien el proceso es multiepisodio como se detallara anteriormente, el presente estudio se enfoca en la transición a la primera rotura únicamente. Esto conlleva añadir a los casos censurados a la derecha todos aquellos que experimentaran una primera rotura, en el momento de la entrega para la reposición.

La idea subyacente en el modelo exponencial a intervalos es subdividir el eje temporal en períodos de tiempo (intervalos) donde se asume que la tasa de transición es constante en cada intervalo, permitiendo cambios entre ellos (Blossfeld, 2007). Es decir, en lugar de imponer una forma de tendencia temporal, se consideran tramos de intervalos para especificar los coeficientes del modelo exponencial. Para ello se especifican una serie de variables dummy que identifica cada intervalo de tiempo.

El modelo exponencial constante a intervalos es equivalente al modelo de Cox en términos de resultados. Sin embargo se opta por el modelo exponencial ya que el modelo de Cox no estima directamente el riesgo de base, y el exponencial a intervalos reporta lo relativo al riesgo de base del evento que informa sobre el desgaste tecnológico. Una de las ventajas del estudio es el gran tamaño de la base de datos, por lo que no existen restricciones de considerar un modelo exponencial constante a intervalos por el lado de los grados de libertad que insume estimar un modelo con más parámetros.

El modelo de Cox es usualmente referido como un modelo “semi-paramétrico” por que el tiempo de duración es parametrizado en términos de un set de covariables, pero la forma de la distribución particular del tiempo de duración es no parametrizado. La tasa de riesgo para el individuo (i) es $h_i(t) = h_0(t)\exp(\beta'x)$ donde $h_0(t)$ es función del riesgo base y x son las covariables y β los coeficientes del modelo a estimar (Box, 2004).

En el caso del modelo exponencial constante a intervalos, una vez definidos los intervalos de tiempo (I_i) la tasa de transición del estado de origen al estado de

destino (defunción) es:

$$h(t) = \exp\{\bar{\alpha}_i + \beta x\} \quad \text{si } t \in I_i \quad (11)$$

$$I_i = \{t / \tau_i < t \leq \tau_{i+1}\}$$

Donde para cada transición, $\bar{\alpha}_i$, es el coeficiente constante asociado con el intervalo de tiempo (i) y en la salida de los modelos es representado por $(tp)_i$; x es el vector de covariables; y β es el vector de coeficientes asociado que se supone no varía entre los intervalos. El modelo es estimado usando el método de máxima verosimilitud.

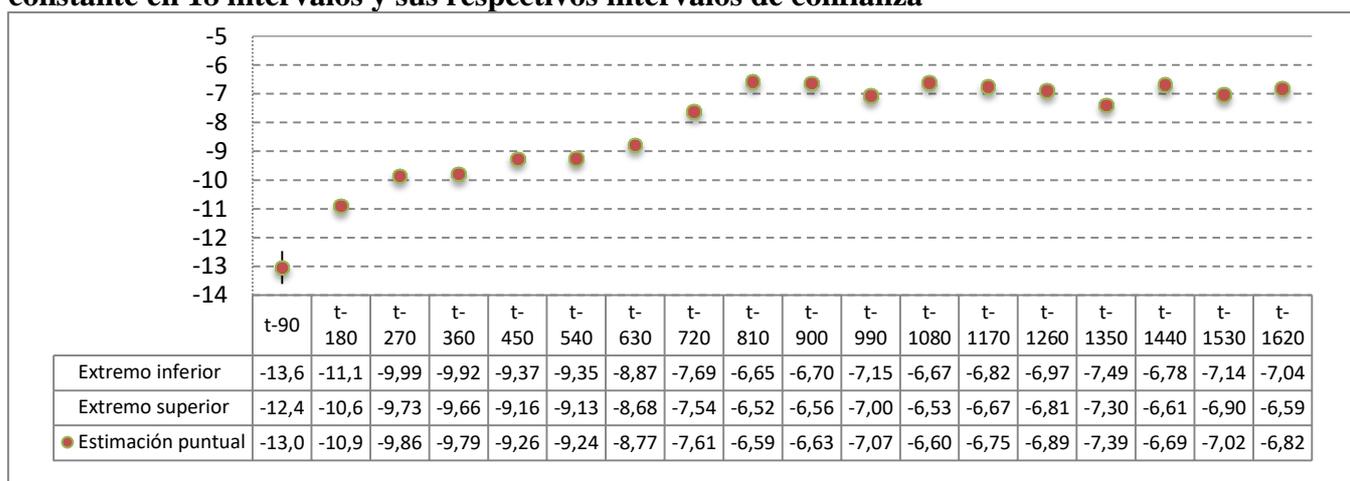
Generalmente, los intervalos de tiempo pueden ser definidos arbitrariamente, pero existen algunos trade-off que es necesario precisar. Si uno elige un gran número de intervalos, se pueden alcanzar mejores aproximaciones a la tasa de riesgo base desconocida, pero esto implica un alto número de coeficientes a estimar.

Alternativamente, si uno selecciona pocos intervalos de tiempo, existen algunos problemas de estimación (principalmente problemas de sesgo en los coeficientes estimados) y se obtiene un aproximación más pobre de la tasa de riesgo base.

Como se ha mencionado, el presente estudio tiene la fortaleza de contar con una gran masa de datos, por lo que la cantidad de observaciones y eventos no ha sido una limitación a la hora de definir el número de intervalos y por tanto la cantidad de coeficientes a estimar. La forma en que se especificaron los intervalos ha sido de manera empírica. Si bien la amplitud de los intervalos no tiene por qué ser la misma, se optó por definir intervalos cada 90 días y se observaron las estimaciones de los coeficiente de las tasas de riesgo base (constante en cada intervalo) y sus respectivos intervalos de confianza. La razón por la cual se definió una amplitud del intervalo de 90 días es fundamentalmente porque conceptualmente no se considera que el proceso

de duración tenga un patrón que cambie las tasas de riesgo en un tiempo menor a 3 meses de uso. En consecuencia, se han definido en una primera etapa 18 intervalos y se han realizados las estimaciones de los coeficientes (veáse Gráfico 5.5).

Gráfico 5.5. Estimación de la tasa de riesgo base del modelo exponencial constante en 18 intervalos y sus respectivos intervalos de confianza



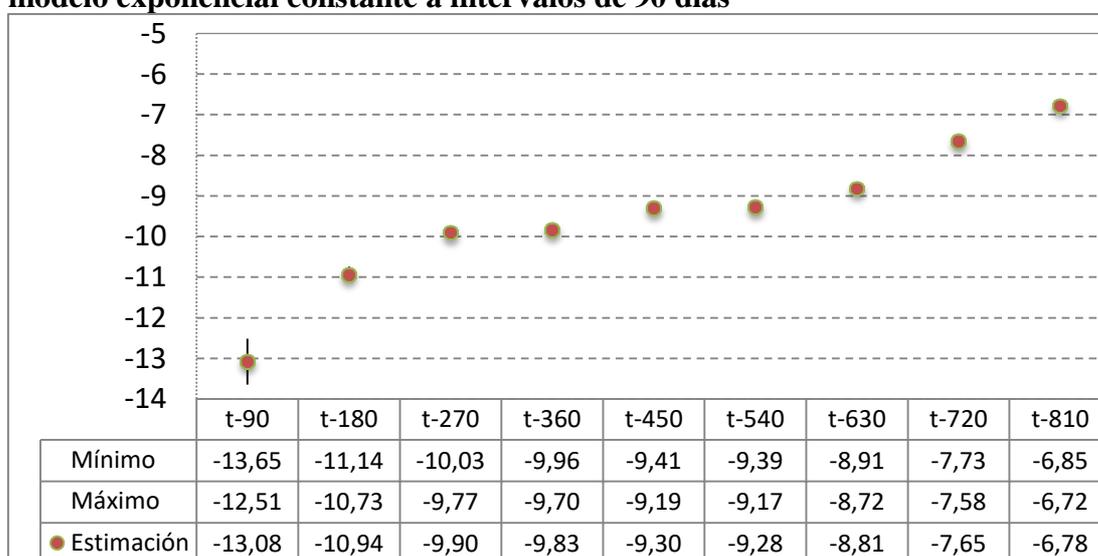
Nota: todos los coeficientes resultaron estadísticamente significativos al 1% (***) $p < 0.001$

Si bien todos los coeficientes estimados resultaron significativos se observa que entre el primer intervalo (t-90) y el noveno (t-810) los coeficientes son significativamente distintos en términos estadísticos y además presentan un patrón creciente, lo cual indica que la variable tiempo sí importa en la tasa de riesgo. A partir del noveno intervalo (t-810) los coeficientes estimados muestran cierta estabilidad entre (-6,6 y -7,4). En consecuencia, en una segunda fase se ha optado por redefinir el noveno intervalo agrupando en él todos los restantes. Es decir, se definió el noveno tramo el cual contiene los intervalos desde (t-810) al (t-1620).

Si bien el primer intervalo es muy pequeño en su tamaño de eventos en relación a los restantes intervalos, el coeficiente es significativamente diferente al coeficiente del segundo intervalo (t-180), por lo que se optó por no agrupar ambos intervalos²⁵.

Finalmente, se consideran los 9 intervalos y se estiman los coeficientes (véase Gráfico 5.6).

Gráfico 5.6. Estimación de la tasa de riesgo base e intervalos de confianza del modelo exponencial constante a intervalos de 90 días

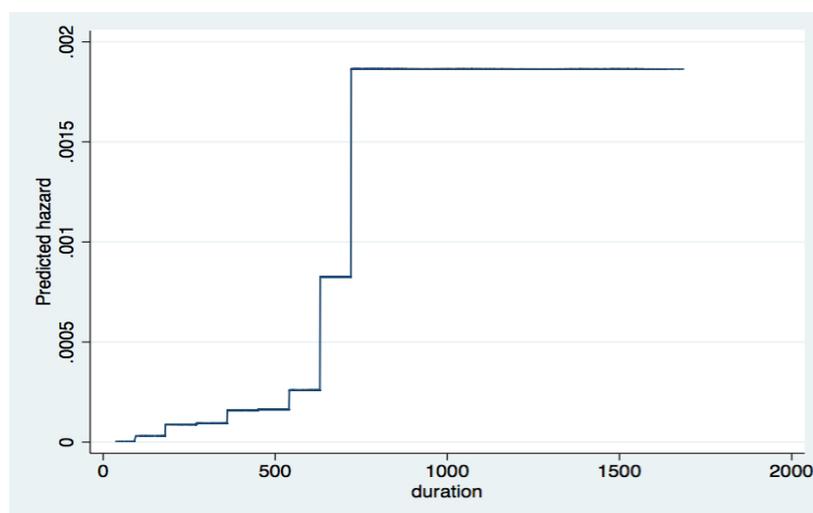


Nota: todos los coeficientes resultaron estadísticamente significativos al 1% (***) $p < 0.001$

La *tasa de riesgo* o *tasa de transición* a la rotura aumenta a medida que se incrementa la duración de la laptop hasta un cierto momento del tiempo que la misma se vuelve estable (véase Gráfico 5.7). Es a partir del noveno intervalo, es decir a partir de los 810 días, algo mas de 2 años y 2 meses, que el riesgo de que ocurra la rotura y por tanto de defunción de la laptop se mantiene estable y es constante (en función del modelo exponencial y el intervalo definido).

²⁵ De todas formas se realizó el ejercicio de agrupar el (t-90) con el (t-180) y el coeficiente estimado en ese primer intervalo agrupado fue de -11 y los efectos de las covariables no variaban sustancialmente.

Gráfico 5.7. Tasa de transición del modelo exponencial constante a intervalos



Modelo base o nulo

Una vez definidos los intervalos de tiempo, se comienza por especificar el *modelo base* o *modelo nulo* el cual no considera covariables, solo asume que la tasa de riesgo base es constante en cada intervalo pero que puede variar entre intervalos. El resultado se refleja en la Tabla 6.1 (Modelo 1.1)

$$h(t|x) = \exp^{-((tp)_i)} \quad (12)$$

Modelo con covariables

$$h(t|x) = \exp^{-((tp)_i + \beta_1 Sex + \beta_2 jcont5_j + \beta_3 area_m + \beta_4 qvisit + \beta_5 repet)} \quad (13)$$

El modelo especificado en la ecuación (11) es el modelo considerado en el presente estudio, donde si bien la tasa de riesgo base puede variar a lo largo de los nueve intervalos definidos, en este modelo las covariables tienen el mismo (proporcional) efecto en cada intervalo. A continuación se describen las covariables consideradas en el modelo (véase Cuadro 5.1), así como sus valores de referencia (Cuadro 5.2) y estadísticos descriptivos de los mismos (Tabla 5.7). Las estimaciones de los modelos se reportan en están en la Tabla 6.1 (Modelo 1.2).

Cuadro 5.1. Descripción de las covariables utilizadas en los modelos

Covariables	Valores – Recorrido	Descripción
sex	Dummy (0,1)	Sexo del alumno (0: Mujer; 1: Hombre)
cont5_MD	Dummy (0,1)	Escuela de contexto sociocultural muy desfavorable
cont5_D	Dummy (0,1)	Escuela de contexto sociocultural desfavorable
cont5_M	Dummy (0,1)	Escuela de contexto sociocultural medio
cont5_F	Dummy (0,1)	Escuela de contexto sociocultural favorable
area_U	Dummy (0,1)	Escuela ubicada en Interior Urbano
area_R	Dummy (0,1)	Escuela ubicada en area Rural
q_visit	Dummy (0,1)	Indicatriz si el alumno tiene visitas anteriores al sistema de reparación de Ceibal
repet	Dummy (0,1)	Indicatriz si el alumno repitió algún grado en educación primaria

Cuadro 5.2. Descripción de las covariables y valores de referencia de los modelos (contrafactuales)

Covariables	Valor de referencia	Descripción
sex	0	Sexo = Mujer
cont5_MF	1	Escuela de contexto sociocultural muy favorable
area_M	1	Escuela ubicada en Montevideo
q_visit	0	No presenta registros de entradas a servicio técnico previo a la defunción de su laptop
repet	0	Alumno sin repetición en años anteriores

Tabla 5.7 Descriptivos de las covariables de interés

		%	N
Sexo	Mujer	49,10%	17.966
	Hombre	50,90%	18.599
Area geográfica	Montevideo	30%	10.959
	Rural	3,22%	1.176
	Interior Urbano	66,80%	24.430
Contexto Sociocultural 2005	Muy Favorable	6,35%	2.321
	Favorable	12,52%	4.577
	Medio	21,32%	7.794
	Desfavorable	23,39%	8.553
Alumnos Repetidores	Si	24,40%	8.926
	No	75,60%	27.639
Total		100%	36.565

6. Estimación y análisis de resultados

6.1. Estadísticos de resumen

La duración mediana de las laptops se estimó en 999 días, lo que equivale a 2,73 años, lo que significa 2 años con 8 meses y 22 días (véase Cuadro 6.1). Su intervalo de confianza al 95% es [994, 1003].

Cuadro 6.1 Descriptivos de la duración de las laptops

```

failure_d: fail_2 == 1
analysis time _t: duration
id: CI

```

	time at risk	incidence rate	no. of subjects	Survival time		
				25%	50%	75%
total	36580960	.0006999	36565	788	999	1424

```

2 . stci

```

	no. of subjects	50%	Std. Err.	[95% Conf. Interval]	
total	36565	999	2.941316	994	1003

Tal como se ha representado en el apartado 5.3.3 la cantidad de eventos (*defunciones*) registradas en esta generación de alumnos con sus respectivas laptops asciende a 25.602 lo cual representa el 70% del universo de análisis. La variable duración tiene un mínimo de 37 días y un máximo de 1686 días, este último valor refiere al cierre de la ventana de observación por recambio de las laptops (véase Cuadro 6.2).

Cuadro 6.2 Descriptivos de la duración de las laptops

failure _d: fail_2 == 1 analysis time _t: duration id: CI					
Category	total	per subject			
		mean	min	median	max
no. of subjects	36565				
no. of records	36565	1	1	1	1
(first) entry time		0	0	0	0
(final) exit time		1000.436	37	945	1686
subjects with gap	0				
time on gap if gap	0
time at risk	36580960	1000.436	37	945	1686
failures	25602	.7001778	0	1	1

6.2. Función de supervivencia y esperanzas de vida

Unos de los instrumentos técnicos aplicados para el análisis estadístico de las *defunciones* de los equipos es la realización de tablas de mortalidad o tablas de vida.

En primer lugar, se calculó la tabla de vida para la generación completa (36.565 alumnos) y se extrae de la misma la *esperanza de vida al nacer* o *vida media* (e_0) la cual representa el número medio de años que les quedan por vivir a los sobrevivientes a la edad 0, en este estudio es la esperanza de vida al momento de la

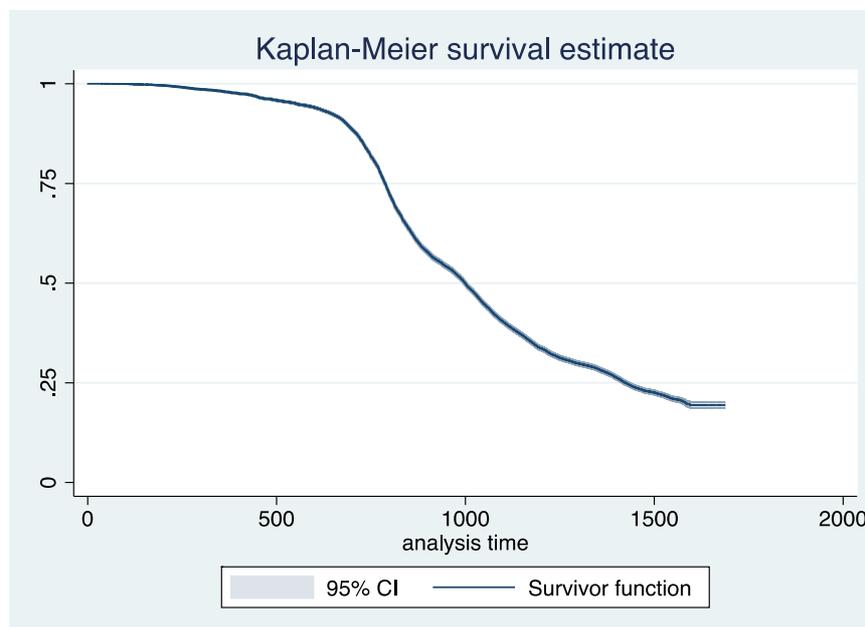
entrega del equipo al alumno. En otras palabras el indicador refleja el número medio de años vividos por una generación de nacidos (Livi - Bacci, 1993).

La esperanza de vida al nacer para esta generación de laptops XO de 2010 fue estimada en 1.084 días (véase Anexo 3). Lo que significa que la generación de laptops entregadas en 2010 tenía una esperanza de vida de 2 años, 11 meses y 20 días, es decir, prácticamente 3 años.

Otros de los indicadores relevantes es la vida mediana (e_m), la cual representa la edad a la cual el 50% de la generación ha sobrevivido, la misma fue estimada en 999 días para el total de la generación bajo estudio.

Asimismo, se presenta la función de supervivencia estimada por el método de Kaplan-Meier con su respectivo intervalo de confianza. El Gráfico 6.1 muestra el comportamiento de la supervivencia de las laptops del total de la generación de alumnos en estudio. Este método al igual que el método de las tablas de vida no realizan supuestos acerca de las distribuciones de los procesos.

Gráfico 6.1 Función de supervivencia estimada por método Kaplan-Meier



En segundo lugar, se calcularon las tablas de vida de los diferentes perfiles sociodemográficos considerados en este estudio. Se resumen las diferentes *esperanzas de vida al nacer* de cada grupo (perfil) reflejándose las diferentes incidencias de los perfiles en la duración de los equipos.

Del análisis comparado surge que el contexto sociocultural del alumno es la dimensión que mayor brecha genera en la esperanza de vida de las XO al momento de la entrega. Mientras que los equipos de los alumnos de los contextos “muy favorables” tienen un esperanza de vida de 1140 días, los alumnos de los contextos “muy desfavorables” tienen 99 días menos en promedio de sobrevivir al momento de la entrega, es decir 3,3 meses menos (véase Tabla 6.1). Esta brecha se acentúa en 111 días si se compara la vida mediana de ambas poblaciones.

Tabla 6.1 Esperanza de vida al nacer y vida mediana de las XO según perfil sociodemográfico del alumno

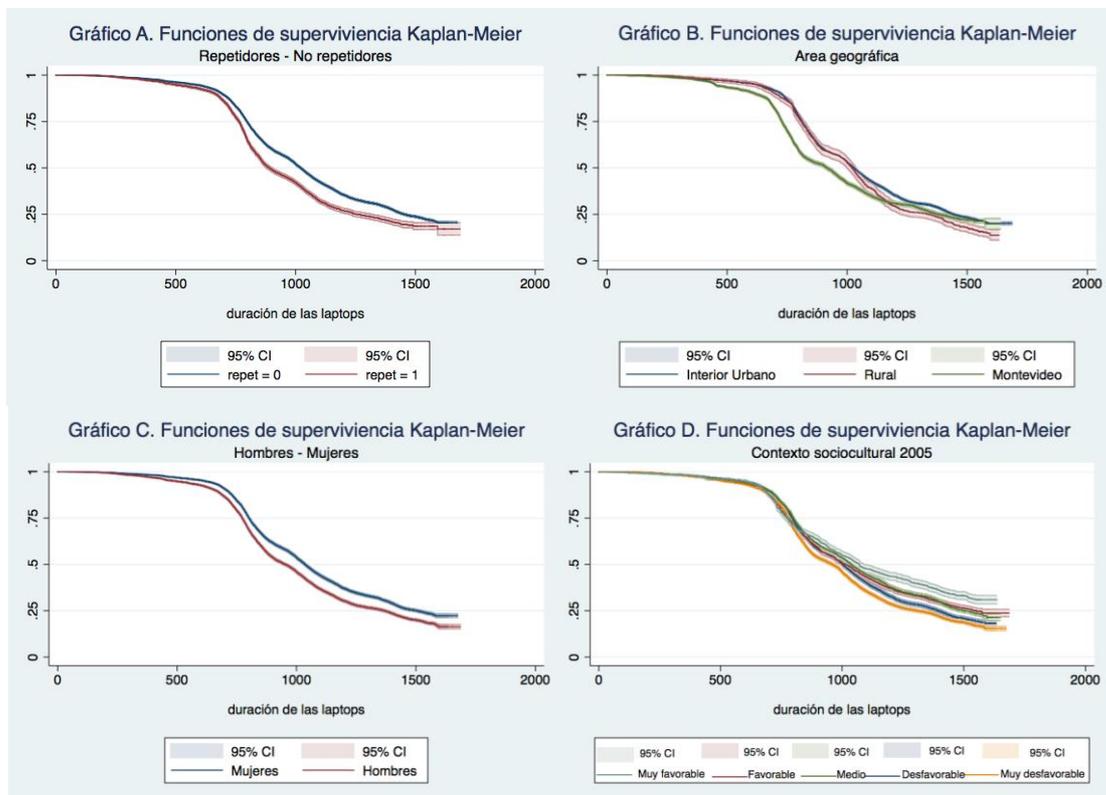
		N	e_0	e_m
Total		36.565	1.084	999
Sexo	Mujer	17.966	1.117	1.036
	Hombre	18.599	1.048	953
Area geográfica	Montevideo	10.959	1.022	917
	Rural	1.176	1.065	1.020
	Interior Urbano	24.430	1.109	1.029
Contexto Sociocultural 2005	Muy Desfavorable	13.320	1.042	959
	Desfavorable	8.553	1.072	1.003
	Medio	7.794	1.109	1.038
	Favorable	4.577	1.107	1.013
	Muy favorable	2.321	1.140	1.070
Alumnos Repetidores	Si	8.926	1.022	1.021
	No	27.639	1.100	890

En particular, se complementa el análisis y es de utilidad realizar comparaciones del comportamiento de las funciones de supervivencia según el perfil sociodemográfico del alumno. El conjunto de gráficos presentados a continuación (véase Gráfico 6.2) comparan las funciones de supervivencia de los alumnos según las características de los mismos: según evento de repetición de algún grado escolar a lo largo de su trayectoria educativa (Gráfico A); según el área geográfica²⁶ (gráfico B); según el sexo del alumno (Gráfico C); y según el contexto sociocultural (Gráfico D).

A partir de ellos, en primer lugar, se observa que si bien existen diferencias en las trayectorias de vida de las laptops según el perfil sociodemográfico del alumno, en grandes líneas no existen comportamientos drásticamente diferentes al presentar las diferentes funciones de supervivencia tendencias similares casi paralelas.

²⁶ El área geográfica y el contexto sociocultural se definieron a partir de la ubicación del alumno en el año 2010, es decir al momento de la entrega. Si bien estos podrían haber cambiado de lugar de residencia y de contexto entre el momento de la entrega y la rotura.

Gráfico 6.2- Funciones de supervivencia según perfil sociodemográfico de los alumnos



En lo que refiere a la duración de las laptops de alumnos que han repetido algún grado al menos una vez, sus laptops “sobreviven” menos tiempo (la diferencia en la esperanza de vida al momento de la entrega es de 78 días menos) que los alumnos que han cursado de manera normativa el ciclo escolar. A efectos de evaluar si la diferencia entre las dos funciones de supervivencia son estadísticamente significativas, se puede observar los intervalos de confianza de las curvas y ver el solapamiento de las mismas, así como emplear tanto el test del *log-rank* como el test de *Wilcoxon*. Ambos test se basan en la hipótesis nula de que no hay diferencias entre las funciones de supervivencia²⁷. Los test fueron realizados para cada uno de

²⁷ El test del *log-rank* es más sensible a las diferencias entre las funciones de supervivencia al final del eje temporal del proceso, mientras que el test de *Wilcoxon* lo es a las diferencias del principio

los perfiles (véase Anexo 4) y los resultados son estadísticamente significativos, en línea con el análisis gráfico de los intervalos de confianza.

Las funciones de supervivencia del gráfico B demuestran que las laptops de los alumnos de Montevideo son más vulnerables en relación a los equipos de los alumnos del interior del país. Es decir, se evidencia que los equipos de los alumnos de Montevideo comienzan a presentar de manera más temprana roturas que implican la interrupción de su funcionamiento²⁸.

Diferentes estudios realizados por Plan Ceibal han reflejado que Montevideo ha sido el área geográfica que ha mostrado ser más reticente al uso y apropiación de los recursos tecnológicos que Plan Ceibal ha puesto a disposición de la comunidad educativa. Esto podría explicar que el comportamiento de los alumnos con las laptops no ha sido liderado por los docentes en lo que refiere a la promoción del uso y del cuidado de los equipos.

Según el gráfico C y los test realizados, se puede establecer que existen diferenciales de género en la duración de las laptops y por tanto en el cuidado de la laptop entre las niñas y los niños, lo cual se ve reflejado en la mayor esperanza de vida al momento de la entrega de los equipos a las niñas en relación a los niños en 69 días. Esto puede estar asociado a la educación según el género, en el sentido que se estimula y valúa más a actitudes hacia el cuidado para las niñas y en cambio se tolera y justifica actuaciones más agresivas en los niños.

(Bernardi, 2006). Los estadísticos de estos test se distribuyen como una χ^2 con $m-1$ grados de libertad, siendo m el número de grupos para los cuales se estiman las funciones de supervivencia

²⁸ El peso que tienen las escuelas de contexto “muy desfavorable” en Montevideo es superior al peso de ese tipo de escuelas en el Interior Urbano (41, 5% versus 33,13% respectivamente) por lo que esta diferente composición incide en el comportamiento por área geográfica, además de lo que se expone a continuación.

La intensidad de uso de las laptops entre niños y niñas no presenta diferencias significativas (véase Tabla 6.2). La información reportada por los alumnos no sugiere que la menor duración de las laptops de los varones esté asociada a un mayor uso de la misma.

Tabla 6.2. Frecuencia de uso de laptop de Plan Ceibal, según sexo. Año 2014

	Niño	Niña
Nunca	17%	13%
2 o 3 días en el mes	18%	18%
1 o 2 días por semana	20%	25%
3 a 5 días por semana	21%	22%
6 o 7 días por semana	25%	22%
Total	100%	100%

Fuente: elaboración propia en base a microdatos de la Evaluación Anual en Primaria de Plan Ceibal, 2014.

Por último, el gráfico D refleja el comportamiento de las funciones de supervivencia según el contexto sociocultural. Se observa que en los primeros dos años las laptops de los alumnos presentan un comportamiento muy similar que luego tiende a diferenciarse para el final del período. Las mayores diferencias están entre los extremos de los contextos por lo que los alumnos que asisten a escuelas de contexto sociocultural clasificadas como “más desfavorables” presentan un calendario de mortalidad más temprano. El menor nivel de acceso alternativo de tecnología por parte de los alumnos de contextos más vulnerables (por ejemplo el acceso a otras PC tal como lo refleja el Gráfico 1.3) parece producir menos cultura y capacidad de cuidado y por tanto una rotura más temprana. Este patrón se observa de manera creciente a medida que empeora el contexto sociocultural del alumno.

6.3. Resultados del modelo exponencial constante a intervalos

En la Tabla 6.3 se presentan los resultados de la estimación del modelo exponencial constante a intervalos el cual supone que la tasa de transición o tasa de riesgo es constante en cada intervalo. Una vez estimado el modelo, los coeficientes relativos a las variables dicotómicas que identifican los intervalos (*tp1 a tp9*) permiten reconstruir la pauta de dependencia temporal del proceso como fuera reflejado en el apartado 5.3.6. Tal como se observa, se afirma que la tasa de transición es dependiente en el tiempo al ser los coeficientes distintos entre sí y estadísticamente significativos. Los coeficientes estimados para la tasa de riesgo base con controles presenta una tendencia creciente a medida que avanza el tiempo y luego se asume constante en el último período como se definiera anteriormente.

El modelo se define con covariables a efectos de considerar en la duración de las laptops la importante heterogeneidad de los individuos en términos de sus perfiles sociodemográficos. Luego de definidos los 9 intervalos de tiempo se presentan los resultados del modelo nulo o modelo base (Modelo 1.1) y del modelo con covariables (Modelo 1.2).

En primer lugar, se observa que el patrón creciente del modelo exponencial constante a intervalos sin covariables no ha cambiado, por tanto este patrón de dependencia temporal no es explicado incluyendo covariables constantes en el tiempo.

En segundo lugar, los parámetros estimados para las covariables constantes en el tiempo se asemejan a las estimaciones del modelo base o nulo. Lo cual indica la

robustez de los coeficientes. Todas las covariables resultaron estadísticamente significativas al 1%.

El modelo fue estimado con la opción en el comando *nohr* (*no hazard rates*) por tanto los coeficientes estimados refieren a los efectos de las variables y no los ratios de las tasas de transición. El efecto de cada variable puede ser interpretado como la variación porcentual de la tasa, si todas las demás variables permanecen constantes y solo se modifica la variable considerada. El efecto se calcula de la siguiente manera:

$$\Delta h_i = (\exp(\beta_i)^{\Delta x_i} - 1) * 100$$

Siendo que Δh es la variación porcentual de la tasa de transición asociada al cambio de la covariable analizada (x_i), y β_i el coeficiente estimado para la covariable x_i .

Las tasas de riesgo que se comentan a continuación son en relación a las variables omitidas o contrafactuales (véase Cuadro 5.2). Las estimaciones realizadas permiten afirmar que los varones presentan un 20,2% más de riesgo de rotura de la laptop en relación a las niñas, lo cual está en línea con el comportamiento de las funciones de supervivencia para este grupo.

Por otro lado, se destaca la gran incidencia que tiene el contexto sociocultural en el cual se desarrolla el alumno en la tasa de riesgo a la rotura, siendo que un alumno de contexto “muy desfavorable” tiene un 43,5% más de riesgo de que su laptop tenga una rotura que impida el funcionamiento en relación a un alumno de contexto “muy favorable” manteniendo las demás variables constantes. Las demás covariables de los restantes contextos socioculturales presentan tasas de riesgo superiores a los alumnos

de contexto (muy favorable) en el sentido esperado: a medida que las condiciones socioculturales de los alumnos mejoran las tasas de riesgo disminuyen.

Tabla 6.3. Modelo exponencial constante a intervalos sobre la duración de las laptops XO

Variables	Modelo 1.1	Modelo 1.2	$\frac{\exp(_b[\text{variable}])-1}{100}$ Modelo 1.2
tp1	-12.52*** (-43.38)	-13.08*** (-45.02)	
tp2	-10.38*** (-104.84)	-10.94*** (-104.96)	
tp3	-9.341*** (-158.24)	-9.898*** (-146.90)	
tp4	-9.271*** (-161.91)	-9.829*** (-149.29)	
tp5	-8.745*** (-197.68)	-9.302*** (-169.49)	
tp6	-8.723*** (-197.76)	-9.279*** (-169.40)	
tp7	-8.258*** (-234.14)	-8.813*** (-183.84)	
tp8	-7.100*** (-350.99)	-7.653*** (-200.06)	
tp9	-6.285*** (-902.61)	-6.782*** (-206.56)	
sex		0.184*** (14.63)	20,2
cont5_MD		0.361*** (12.56)	43,5
cont5_D		0.297*** (9.92)	34,6
cont5_M		0.183*** (6.07)	20,1
cont5_F		0.211*** (6.54)	23,5
area_U		-0.243*** (-17.15)	-21,6
area_R		-0.195*** (-5.53)	-17,7
q_visit1		0.410*** (28.24)	50,7
repet		0.291*** (18.37)	33,8
<i>lnL</i>	-22.243	-21.285	
<i>N of obs</i>	316966	316966	
<i>N of subjects</i>	36565	36565	

t statistics in parentheses

* p<0.05

** p<0.01

*** p<0.001"

En lo que refiere al área geográfica, los coeficientes resultaron negativos por lo que reflejan su menor incidencia en la transición a la rotura por parte de los alumnos del interior del país, ya sea de áreas urbanas como rurales, en relación a los alumnos montevidEOS. En particular los alumnos que residen en lugares más remotos del país y asisten a escuelas rurales presentan un 17,7% menos de riesgo de rotura de la laptop en relación a los alumnos de las escuelas de Montevideo.

El hecho de que un alumno previo a su rotura total haya llevado a reparar su laptop a Servicio Técnico genera un 50,7% más de riesgo de defunción, lo cual puede ser un predictor relevante a considerar.

Por último, los alumnos con trayectorias educativas más tardías por repetición de algún grado escolar tienen un 33,8% más de riesgo que aquellos alumnos que transitan de manera normativa.

En resumen, el perfil sociodemográfico más riesgoso para evidenciar la rotura total de la laptop son los varones montevidEOS de contextos socioculturales más desfavorables con eventos de repetición en su trayectoria por primaria, y con registros previos de reparación en servicio técnico. Mientras que el perfil de menos riesgo serían las niñas del ámbito rural de contexto favorable que no hayan repetido ningún grado escolar y no presenten registros en servicio técnico.

7. Conclusiones

El análisis realizado sobre la supervivencia de las laptops XO permite obtener información que pretende optimizar el comportamiento de los alumnos con sus equipos a la vez que afectar la planificación de entrega, recambio y sistema de reparación implementado por Plan Ceibal.

Uno de los principales hallazgos del estudio refiere a la esperanza de vida al momento de la entrega a los alumnos de las XO. La misma fue estimada en 1.084 días, es decir aproximadamente 3 años. Al momento de finalizar la presente investigación dicho hallazgo fue compartido con los jerarcas de Plan Ceibal y en base a esta información en 2016 el proceso de recambio de los equipos se realizó al 3er año y no al 4to como estaba estipulado desde los orígenes del Programa. Asimismo, se evidenció que la incidencia de la mortalidad en la generación de estudio alcanzó el 70% siendo la principal causa la rotura total del teclado de la laptop. Por lo cual uno de los principales cometidos de esta investigación está cumplido en tanto ha generado evidencia empírica que afecte la política pública y contribuya a sostener en tiempo y forma el acceso a la tecnología.

A partir del análisis de las tablas de vida y funciones de supervivencia no se rechaza la hipótesis planteada sobre la existencia de diferenciales de tiempo de duración de las laptops según las características sociodemográficas de los alumnos. En lo que refiere al área geográfica de residencia del alumno si bien existen diferencias significativas, los resultados obtenidos no sustentan la hipótesis de que los alumnos que habitan en regiones más remotas (área rural) donde hay menos experiencia en el

uso y cuidado de la tecnología tienen duraciones más cortas. Siendo que los equipos de los alumnos de Montevideo son más vulnerables en relación a los equipos del Interior del país, presentando de manera más temprana roturas que implican la interrupción de su funcionamiento. Otras de las hipótesis que ha sido comprobada es la mayor tasa de riesgo que presentan los alumnos de los contextos socioculturales “más desfavorables”. Éstos presentan una tasa de riesgo a la rotura 43% mayor en relación a los alumnos de contexto “muy favorable”. Además se constató que existen diferenciales de género en el cuidado de los equipos siendo que las niñas presentan algo más de 2 meses (66 días) de esperanza de vida al momento de la entrega en relación a los varones. Por último, los alumnos que registraron retrasos en sus trayectorias educativas por repetir algún grado escolar también ha sido un indicador de duraciones más cortas en sus equipos. En resumen, el perfil sociodemográfico del alumnado que presenta mayores tasas de riesgo a la rotura total de la laptop XO son los varones montevideanos de contextos socioculturales más desfavorables, con eventos de repetición de grado escolar en su trayectoria por Educación Primaria, y con registros previos de reparación en servicio técnico. Esta evidencia generada pretende ser un insumo para la toma de acciones por parte del sistema educativo en su conjunto de promoción en el cuidado y aprovechamiento de la tecnología.

Esta investigación pretende sentar las bases para investigaciones futuras sobre la temática. En particular, existen tres líneas claras de trabajo a futuro. Una de ellas refiere a poder relacionar el uso de los equipos con la duración de los mismos. En la medida que Plan Ceibal genere indicadores objetivos de frecuencia, intensidad y fines de uso de los equipos se podrá enriquecer el análisis del presente estudio, en

pos de identificar si un mayor uso determina un mayor desgaste y por tanto una menor duración de las XO.

La segunda línea de trabajo se vincula a la extrapolación de la metodología implementada aquí, al estudio de la supervivencia de todos los modelos de dispositivos que Plan Ceibal entrega. De esta forma se podrán evaluar comparativamente diferentes duraciones y tomar acciones que aseguren la permanencia en el tiempo del acceso a los recursos así como contribuir a decisiones de compras de equipos que genere una mayor eficiencia del gasto público.

Por último, sería interesante analizar el objeto de estudio en diferentes generaciones (por ejemplo 2010 vs 2015) a efectos de ver como evolucionan sus comportamientos, en particular con diferentes modelos de dispositivos analizando no solo la probabilidad de que ocurra el evento sino el adelantamiento o retraso con el que sucede.

Bibliografía

ANEP, (2011), Relevamiento de Características Socioculturales 2010 de las escuelas del Consejo de Educación Inicial y Primaria. Documentación de la metodología. Consejo Directivo Central, División de Investigación, Evaluación y Estadística. Departamento de Investigación y Estadística de Educativa.

BERNARDI, F. (2006). Análisis de la historia de acontecimientos. Madrid (España), Centro de Investigaciones Sociológicas, Colección de Cuadernos Metodológicos del CIS, n. 38.

BLOSSFELD, H. P, GOLSH, K. y ROHWER, G. (2007). Event History Analysis With Stata. Copyright ©2007 by Lawrence Erlbaum Associates, Inc. ISBN 978-0-8058-6047-4 — 0-8058-6047-9 (paper)

BOX-STEFFENSMEIER, J. y JONES, B. (2004). Event History Modeling. A guide for Social Scientists. © Cambridge University Press ISBN-13 978-0-521-54673-7

CODICEN, (2007). Relevamiento de Características Socioculturales de las escuelas públicas del Consejo de Educación Primaria 2005. Área de Investigación y Estadística educativa. Dirección de Investigación, Evaluación y Estadística de CODICEN.

DECRETO N°130/15, (2015). Presidencia de la República Oriental del Uruguay.

FERNANDEZ, M. A, MARTINEZ-ARIAS, R. y RODRIGUEZ-SUTIL, C. (2010) Prevalencia de trastornos psicológicos en niños y adolescentes, su relación con la edad y el género. *Psicothema*. Vol. 12, no 4, pp. 525-532. Madrid (España).

KATZMAN, R. (2010) Impacto Social de la incorporación de las nuevas tecnologías de información y comunicación en el sistema educativo. Serie de políticas sociales, División de Desarrollo Social. Santiago de Chile: CEPAL.

KATZMAN, R. y RETAMOSO, A. (2005). Segregación espacial, empleo y pobreza en Montevideo. Serie de políticas sociales, *Revista de la CEPAL* 85.

LEY N° 18.640, (2010). Promoción de la Salud y la Educación en la Niñez y la Adolescencia en el ámbito de la educación pública. Poder Legislativo, República Oriental del Uruguay.

LIVI-BACCI, M (1993), *Introducción a la demografía*. Ariel Historia, ISBN 978-84-344-6573-6.

OECD. (2015). *Students, Computers and Learning: Making the Connection*, PISA, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264239555-en>

PLAN CEIBAL (2015), Evolución de la brecha de acceso a TIC en Uruguay (2007-2014) y la contribución del Plan Ceibal a disminuir dicha brecha. Departamento de Monitoreo y Evaluación. Plan Ceibal. Montevideo (Uruguay).

PLAN CEIBAL (2015), Encuesta Anual 2014 en Primaria. Departamento de Monitoreo y Evaluación. Plan Ceibal. Montevideo (Uruguay).

PLAN CEIBAL, Objetivos. Portal del Plan Ceibal

<http://www.ceibal.edu.uy/art%C3%ADculo/noticias/institucionales/Objetivos>

PLAN CEIBAL (2014), Resultados del monitoreo del estado del parque de XO en Primaria, Departamento de Monitoreo y Evaluación. Plan Ceibal. Montevideo (Uruguay).

PRESSAT, R (2000), El análisis demográfico. Métodos, Resultados, Aplicaciones. Fondo de Cultura Económica. México.

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA (2015), Informe y Memoria Anual de la Gestión del Gobierno Nacional. Tomo I, pp 133 – 141.

SEN, A. (2000), Desarrollo y Libertad. Planeta, ISBN 950-49-0473-4

SUNKEL, G. y TRUCCO, D. y MOLLER, D. (2010) Aprender y Enseñar con TIC en América Latina. Potenciales beneficios. Borrador documento de trabajo. División de Desarrollo Social de la CEPAL. Proyecto @LIS2, Componente Educación.

UNESCO (2008), Estándares de Competencia en TIC para docentes. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

ANEXOS

ANEXO 1 _ FICHA TÉCNICA DE LA MUESTRA DE LA INSPECCIÓN TÉCNICA

Diseño muestral

Se seleccionó un diseño estratificado auto-ponderado en las escuelas urbanas a efectos de cuantificar el porcentaje de equipos que aún permanecían *sobrevivientes* cuando no contaban con registros de órdenes de trabajo. En primer lugar se agruparon los cinco niveles existentes de contexto sociocultural de las escuelas en dos niveles²⁹. Un primer grupo (nivel 13) fue definido por la agrupación del contexto “Muy Favorable” con el contexto “Favorable” y “Medio”. El segundo grupo (nivel 45) fue definido por la agrupación de las escuelas de contexto “Desfavorable” y “Muy desfavorable”.

Posteriormente se conformaron 5 estratos definidos por el área geográfica y contexto sociocultural definido con la agrupación detallada anteriormente. Las escuelas rurales se consideraron en un único estrato. Los estratos finalmente definidos son:

- Estrato 113: compuesto por escuelas de Interior Urbano y contexto de nivel 13
- Estrato 145: compuesto por escuelas de Interior Urbano y contexto de nivel 145
- Estrato 313: compuesto por escuelas de Montevideo y contexto de nivel 13

²⁹ Se consideró el contexto sociocultural 2005 definido por DICE-ANEP.

- Estrato 345: compuesto por escuelas de Montevideo y contexto de nivel 45
- Estrato 900: compuesto por las escuelas rurales

Los tamaños de muestra para los estratos son: 12, 20, 8 y 10 escuelas para los urbanos respectivamente y un tamaño de 80 escuelas para las rurales.

Marco muestral

En el momento de extraer la muestra (Setiembre, 2014) Plan Ceibal se encontraba comenzando el proceso de recambio de todas las XO de la generación de estudio debido al cumplimiento de los 4 años de las laptops. Por este motivo el marco considerado son aquellos alumnos que al momento no habían recambiado su laptop, los mismos ascendían a 25.418 de los 38.397. A efectos de observar si el universo de alumnos posibles a ser seleccionados en la muestra eran representativos del total, se observaron las distribuciones de los alumnos según contexto sociocultural y área geográfica que aún no habían recambiado su XO respecto a la generación total de alumnos. Los mismos se distribuyen de la siguiente manera según los estratos definidos anteriormente:

Cuadro A1.1 Distribución de los alumnos del marco según área geográfica y por contexto sociocultural 2005

Área geográfica	Contexto sociocultural 2005			Total
	1 a 3	4 y 5	Sin dato	
Montevideo	2.761	3.120		5.881
Interior Urbano	7.080	10.116		17.196
Rural		1.873		1.873
Sub-Total				24.950
Sin dato				468
Total	9.841	15.109	468	25.418

Cuadro A1.2 Distribución de las escuelas del marco según area geográfica y por contexto sociocultural 2005

Área geográfica	Contexto sociocultural			Total
	2005	2005	2005	
	1 a 3	4 y 5	Sin dato	
Montevideo	104	136		240
Interior Urbano	220	451		671
Rural		730		730
Sub-Total				1641
Sin dato				29
Total	324	1317	29	1670

Del análisis comparado de las distribuciones (Gráfico A1 y Gráfico A2) se observa la similar distribución entre la generación de alumnos (Marco de alumnos) y del universo de alumnos que aún no habían recambiado su laptop (Alumnos sin recambio) no identificándose ningún sesgo en el avance del recambio en territorio, contexto sociocultural o área geográfica.

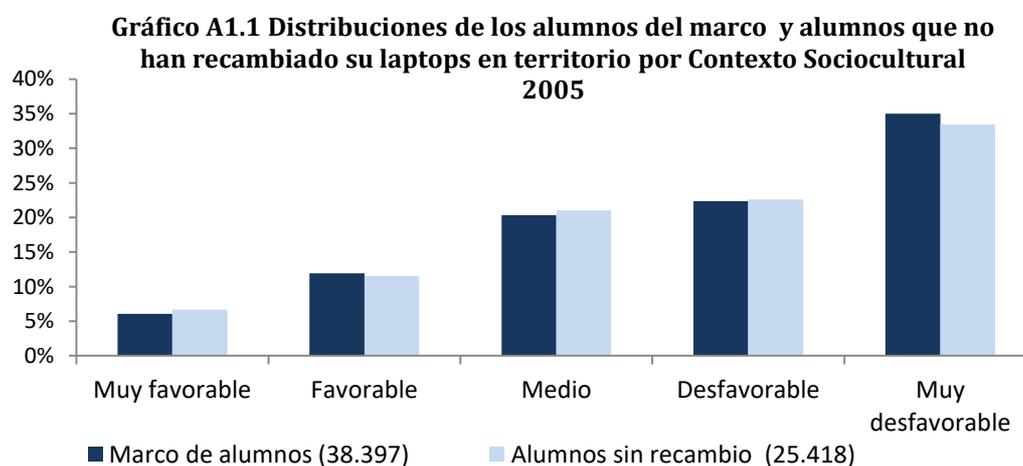
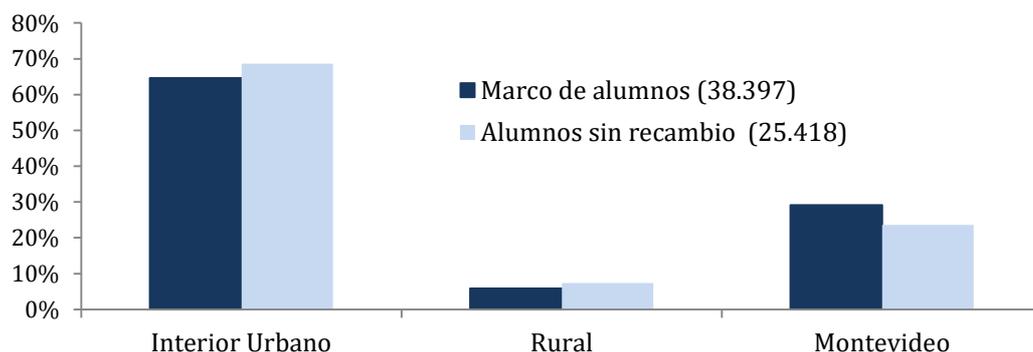


Gráfico A1.2. Distribuciones de los alumnos del marco y alumnos que no han recambiado su laptops en territorio por area geográfica



Muestra a priori, efectiva y tasa de cobertura de la inspección técnica

La cantidad de casos seleccionada en la muestra es de 1604 alumnos con sus respectivas XO, lo cual en términos de escuelas refiere a un tamaño de muestra de 130 escuelas. Si bien la tasa de cobertura que fue posible lograr alcanzó a 26% y 30% en términos de alumnos y escuelas respectivamente, la muestra efectiva está compuesta por todos los estratos considerados en el diseño muestral (véase Tabla A3). La baja cobertura de la muestra responde al hecho de que al momento de implementarse la inspección técnica el proceso de recambio de equipos en territorio ya estaba comenzado por Plan Ceibal. Es así que desde el momento en que se armó el marco para la selección de la muestra, capacitación técnicos y procedimiento de la inspección, los restantes equipos seguían su protocolo y muchos equipos fueron desasignados al momento del retiro (desvinculación del número de serie del equipo y cédula de identidad del alumno) llegando al proceso de desguace. Consultada la Gerencia de Operaciones se reportó que la cadencia de este proceso no tuvo ningún patrón definido ya sea por retiros según área geográfica como por contexto sociocultural. Por tanto podemos sostener que la no cobertura de la inspección no presenta sesgos que fueran relevantes para el estudio.

Tabla A1.3 Tasa de cobertura de la inspección técnica según estrato. En cantidad de alumnos y de escuelas.

Cantidad de alumnos		Muestra		Tasa de cobertura
Estratos		A priori	Efectiva	
	113	375	93	25%
	145	487	111	23%
	313	187	120	64%
	345	220	39	18%
	900	335	55	16%
	Total	1604	418	26%

Cantidad de escuelas		Muestra		Tasa de cobertura
Estratos		A priori	Efectiva	
	113	12	6	50%
	145	20	6	30%
	313	8	5	63%
	345	10	4	40%
	900	80	18	23%
	Total	130	39	30%

ANEXO 2 _ INSPECCIÓN TÉCNICA Y SUS RESULTADOS

El objetivo de la inspección técnica de la muestra representativa era dimensionar la restricción del estudio de estimar funciones de supervivencias de las laptops en función de los registros de las órdenes de trabajo del Servicio Técnico de Plan Ceibal. Dado que Plan Ceibal al momento de comenzar el proyecto de tesis se encontraba retirando del parque la generación de equipos bajo estudio, se coordinó con el Departamento de Servicio Técnico de inspeccionar los mismos una vez que los retiraran de las escuelas. Para ello se trabajó con el proveedor asignado para esta tarea y se capacitó a los técnicos. La inspección técnica se realizó entre el 16 de Octubre de 2014 y 22 de Diciembre de 2014 y el método de inspección consistió en realizar por parte de los técnicos de manera sistemática las siguientes tareas:

1. **Identificación de las laptops a diagnosticar.** Esta etapa consistía en identificar diariamente del total de laptops que llegaban de la escuela cuáles de ellas pertenecían a la muestra y por tanto eran objeto de inspección.
2. **Realización de inspección técnica del estado del equipo.** Para esta etapa se utilizó el cuestionario electrónico del estudio de monitoreo de estado del parque realizado por el Dpto. de Monitoreo y Evaluación de Plan Ceibal. El mismo permitió registrar el estado de la XO, así como sus roturas de manera estandarizada y digital.
3. **Envío de datos.** Una vez finalizada la jornada (y cada jornada) los técnicos debían enviar los datos de los casos inspeccionados para dar seguimiento al relevamiento de manera diaria.

Resultados de la Inspección Técnica

El análisis de los resultados es realizado en base a los 418 equipos de la muestra que fueron inspeccionados técnicamente. De los cuales, el 85% (357 laptops) contaban con registros de Órdenes de Trabajo de Servicio Técnico y el restante 15% (61 laptops) no han acudido a Servicio Técnico a lo largo de su vida útil. Es esta última la población de interés a efectos de dimensionar cuántas de las laptops que no tienen registro en Servicio Técnico se inspeccionaron y estaban totalmente rotas (“no funciona, no la puede utilizar para nada”).

Los resultados arrojan que solo el 3% de las XO, es decir tan solo 14 equipos de los 418 inspeccionados no se encontraban en condiciones técnicas para su funcionamiento (véase Tabla A2.1).

Tabla A2.1 Estado de las laptops pertenientes a la muestra según inspección técnica

	Total	Funciona y está completamente sana	Funciona pero tiene algun desperfecto	No funciona, no la puede utilizar para nada
Total	418	25	270	123
Con Ordenes de Trabajo	357	20	228	109
Sin Ordenes de Trabajo	61	5	42	14
%				
Total	100%	6%	65%	29%
Con Ordenes de Trabajo	85%	5%	55%	26%
Sin Ordenes de Trabajo	15%	1%	10%	3%

ANEXO 3 _ ESPERANZAS DE VIDA Y VIDA MEDIANA

failure _d: fail_2 == 1
analysis time _t: duration

	no. of subjects	restricted mean	Std. Err.	[95% Conf. Interval]	
total	36565	1083.79(*)	2.140541	1079.59	1087.99

(*) largest observed analysis time is censored, mean is underestimated

failure _d: fail_2 == 1
analysis time _t: duration

est_EyM	no. of subjects	restricted mean	Std. Err.	[95% Conf. Interval]	
1	24430	1109.255(*)	2.537863	1104.28	1114.23
2	1176	1065.16(*)	10.09401	1045.38	1084.94
3	10959	1022.273(*)	4.083533	1014.27	1030.28
total	36565	1083.79(*)	2.140541	1079.59	1087.99

(*) largest observed analysis time is censored, mean is underestimated

failure_d: fail_2 == 1
analysis time_t: duration

est_EyM	time at risk	incidence rate	no. of subjects	Survival time		
				25%	50%	75%
1	25158734	.0006796	24430	812	1029	1442
2	1207215	.0007662	1176	810	1020	1344
3	10215011	.000742	10959	729	917	1379
total	36580960	.0006999	36565	788	999	1424

failure_d: fail_2 == 1
analysis time_t: duration

SEX0	no. of subjects	restricted mean	Std. Err.	[95% Conf. Interval]	
F	17966	1117.3(*)	2.990507	1111.44	1123.16
M	18599	1048.196(*)	3.00428	1042.31	1054.08
total	36565	1083.79(*)	2.140541	1079.59	1087.99

(*) largest observed analysis time is censored, mean is underestimated

1 . stsum, by(sex)

failure_d: fail_2 == 1
analysis time_t: duration
id: CI

sex	time at risk	incidence rate	no. of subjects	Survival time		
				25%	50%	75%
F	18574055	.0006593	17966	802	1036	1504
M	18006905	.0007417	18599	773	953	1369
total	36580960	.0006999	36565	788	999	1424

failure_d: fail_2 == 1
analysis time_t: duration

cont2005_rec	no. of restricted		Std. Err.	[95% Conf. Interval]	
	subjects	mean			
Desfavor	8553	1072.134(*)	4.059145	1064.18	1080.09
Favorabl	4577	1107.266(*)	6.309255	1094.9	1119.63
Medio	7794	1108.98(*)	4.510988	1100.14	1117.82
Muy desf	13320	1041.819(*)	3.411896	1035.13	1048.51
Muy favo	2321	1140.339(*)	8.696742	1123.29	1157.38
total	36565	1083.79(*)	2.140541	1079.59	1087.99

(*) largest observed analysis time is censored, mean is underestimated

failure_d: fail_2 == 1
analysis time_t: duration

co~5_rec	time at risk	incidence rate	no. of subjects	Survival time		
				25%	50%	75%
Desfavor	8607925	.0007153	8553	796	1003	1395
Favorabl	4635366	.0006576	4577	780	1013	1553
Medio	8059834	.0006624	7794	800	1038	1503
Muy desf	12829367	.0007491	13320	779	959	1309
Muy favo	2448468	.0005914	2321	774	1070	.
total	36580960	.0006999	36565	788	999	1424

failure_d: fail_2 == 1
analysis time_t: duration

repet	no. of restricted		Std. Err.	[95% Conf. Interval]	
	subjects	mean			
0	27639	1100.031(*)	2.375688	1095.37	1104.69
1	8926	1022.474(*)	5.338673	1012.01	1032.94
total	36565	1083.79(*)	2.140541	1079.59	1087.99

failure_d: fail_2 == 1
analysis time_t: duration

repet	time at risk	incidence rate	no. of subjects	Survival time		
				25%	50%	75%
0	28811502	.0007004	27639	797	1021	1454
1	7769458	.000698	8926	764	890	1258
total	36580960	.0006999	36565	788	999	1424

ANEXO 4_TEST DE SIGNIFICANCIA PARA FUNCIONES DE SUPERVIVENCIA

Log-rank test for equality of survivor functions

sex	Events observed	Events expected
F	12246	13495.62
M	13356	12106.38
Total	25602	25602.00

chi2(1) = **245.67**
Pr>chi2 = **0.0000**

Wilcoxon (Breslow) test for equality of survivor functions

sex	Events observed	Events expected	Sum of ranks
F	12246	13495.62	-32339799
M	13356	12106.38	32339799
Total	25602	25602.00	0

chi2(1) = **296.49**
Pr>chi2 = **0.0000**

Log-rank test for equality of survivor functions

repet	Events observed	Events expected
0	20179	21252.80
1	5423	4349.20
Total	25602	25602.00

chi2(1) = **330.42**
Pr>chi2 = **0.0000**

Wilcoxon (Breslow) test for equality of survivor functions

repet	Events observed	Events expected	Sum of ranks
0	20179	21252.80	-29072981
1	5423	4349.20	29072981
Total	25602	25602.00	0

chi2(1) = 362.15
Pr>chi2 = 0.0000

Log-rank test for equality of survivor functions

cont2005_rec	Events observed	Events expected
Desfavorable	6157	6080.31
Favorable	3048	3284.37
Medio	5339	5891.09
Muy desfavorable	9610	8528.36
Muy favorable	1448	1817.88
Total	25602	25602.00

chi2(4) = 284.38
Pr>chi2 = 0.0000

Wilcoxon (Breslow) test for equality of survivor functions

cont2005_rec	Events observed	Events expected	Sum of ranks
Desfavorable	6157	6080.31	-2501589
Favorable	3048	3284.37	-2452796
Medio	5339	5891.09	-12749186
Muy desfavorable	9610	8528.36	22656287
Muy favorable	1448	1817.88	-4952716
Total	25602	25602.00	0

chi2(4) = 187.69
Pr>chi2 = 0.0000

Log-rank test for equality of survivor functions

est_EyM	Events observed	Events expected
1	17097	18313.12
2	925	876.23
3	7580	6412.65
Total	25602	25602.00

chi2(2) = 297.55
Pr>chi2 = 0.0000

Wilcoxon (Breslow) test for equality of survivor functions

est_EyM	Events observed	Events expected	Sum of ranks
1	17097	18313.12	-44908605
2	925	876.23	-675226
3	7580	6412.65	45583831
Total	25602	25602.00	0

chi2(2) = 766.70
Pr>chi2 = 0.0000

ANEXO 5_ESTIMACIONES DE MODELOS PARAMÉTRICOS

Estimación de modelos paramétricos sobre la duración de las laptops XO				HAZARD RATES		
Variables	Exponencial	Weibull	Gompertz	Exponencial	Weibull	Gompertz
_t						
sex	0.119*** (9.49)	0.187*** (14.86)	0.184*** (14.62)	12,6	20,6	20,2
cont5_MD	0.255*** (8.89)	0.401*** (13.95)	0.405*** (14.08)	29,0	49,3	49,9
cont5_D	0.220*** (7.35)	0.329*** (11.03)	0.333*** (11.14)	24,6	39,0	39,5
cont5_M	0.141*** (4.68)	0.203*** (6.75)	0.202*** (6.72)	15,1	22,5	22,4
cont5_F	0.131*** (4.08)	0.220*** (6.84)	0.216*** (6.73)	14,0	24,6	24,1
area_U	-0.113*** (-7.97)	-0.223*** (-15.71)	-0.217*** (-15.22)	-10,7	-20,0	-19,5
area_R	-0.0384 (-1.09)	-0.167*** (-4.75)	-0.164*** (-4.65)	-3,8	-15,4	-15,1
repet	-0.0312* (-1.97)	0.345*** (21.36)	0.360*** (22.12)	-3,1	41,2	43,3
q_visits	0.152*** (21.30)	0.151*** (21.84)	0.167*** (24.33)	16,4	16,3	18,2
_cons	-7.601*** (-231.50)	-21.34*** (-187.47)	-9.575*** (-259.63)			
ln_p _cons		1.074*** (207.13)				
gamma _cons			0.00244*** (143.27)			
N	36565	36565	36565			
Gr	9	9	9			
LR chi2	672.38	1775.75	1885.26			
Porb>chi2	0.0000	0.0000	0.0000			

statistics in parentheses

* p<0.05

** p<0.01

*** p<0.001"