



Universidad de la República  
Facultad de Ingeniería  
Maestría en Gestión de la Innovación  
Documentación de Tesis

*Plan Ceibal 2020: Escenarios Prospectivos de Tecnología y  
Educación*

Autor: Matías Mateu Graside  
Director de Tesis: Jorge Rasner  
Referente Especialista: Cristóbal Cobo Romaní

*Montevideo, Uruguay, 31 de octubre de 2016*

*Plan Ceibal 2020: Escenarios Prospectivos de Tecnología y Educación*, Matías Mateu Graside.

Esta tesis fue preparada en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.

Contiene un total de 177 páginas.

Compilada el 31 de octubre de 2016.

# Contenido

<b>Agradecimientos</b>	<b>VII</b>
<b>Resumen</b>	<b>IX</b>
<b>Lista de figuras</b>	<b>XII</b>
<b>Lista de tablas</b>	<b>XIV</b>
<b>I. Introducción, Objetivos y Alcance</b>	<b>2</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
1.1. Motivación . . . . .	3
<b>2. Objetivos y Alcance</b>	<b>5</b>
2.1. El objeto de Estudio . . . . .	5
2.2. Preguntas de partida . . . . .	5
2.3. Hipótesis de Trabajo . . . . .	6
2.4. Objetivos y Resultados esperados . . . . .	6
2.4.1. Objetivo Principal . . . . .	6
2.4.2. Objetivos Específicos . . . . .	7
2.5. Dimensiones de Estudio . . . . .	7
2.5.1. Fundamentación de las Dimensiones del Marco Conceptual . . . . .	8
2.6. Reformulación de Objetivos, Alcance y Tiempos del Proyecto . . . . .	8
2.6.1. Objetivos y Alcance . . . . .	8
2.6.2. Gestión de tiempos . . . . .	9
<b>II. Marco Conceptual y Estado del Arte</b>	<b>10</b>
<b>3. Plan Ceibal: El relato</b>	<b>11</b>
3.1. Introducción . . . . .	11
3.2. Antecedentes, orígenes y caracterización de la etapa . . . . .	12
3.2.1. Etapas . . . . .	13
3.3. Dimensión Política e Institucional . . . . .	14
3.4. Dimensión Educativa . . . . .	16
3.4.1. Red Global de Aprendizaje Profundo . . . . .	17

3.4.2.	Diseñando el Cambio . . . . .	19
3.4.3.	Plataformas educativas en línea . . . . .	19
3.4.4.	Ceibal en Inglés . . . . .	20
3.5.	Dimensión Tecnológica . . . . .	21
3.5.1.	Dispositivos de usuario final (laptops y tabletas) . . . . .	21
3.5.2.	Infraestructura de RED CEIBAL con acceso a internet . . . . .	22
3.5.3.	LabTed: Laboratorios de Tecnologías Digitales . . . . .	22
3.6.	Dimensión Social . . . . .	22
3.6.1.	Desarrollo Social y Comunitario . . . . .	24
3.6.2.	Vinculación con la Academia, la Sociedad y el Conocimiento . . . . .	25
3.6.3.	Centro de Estudios Fundación Ceibal . . . . .	26
<b>4.</b>	<b>Estado del Arte</b>	<b>28</b>
4.1.	Sobre el concepto de Innovación . . . . .	28
4.1.1.	Introducción . . . . .	28
4.1.2.	Evolución del concepto de innovación . . . . .	30
4.1.3.	Innovación según Schumpeter . . . . .	31
4.1.4.	Innovación abierta de Chesbrough . . . . .	34
4.2.	Innovación y Educación . . . . .	35
4.2.1.	Introducción . . . . .	35
4.2.2.	El modelo 1 a 1 de innovación en tecnología educativa . . . . .	38
4.3.	Estudios Prospectivos . . . . .	41
4.3.1.	Introducción . . . . .	41
4.3.2.	Construcción de Escenarios . . . . .	42
4.3.3.	Metodología Delfi . . . . .	45
4.4.	La RED CEIBAL y el Consumo de Internet . . . . .	48
4.4.1.	Introducción . . . . .	48
4.4.2.	Evolución de internet en usuarios y tráfico . . . . .	49
4.4.3.	Tendencias de internet . . . . .	49
4.4.4.	Previsión de crecimiento del tráfico de internet . . . . .	51
4.4.5.	La RED CEIBAL . . . . .	52
<b>III.</b>	<b>Estudio Delfico</b>	<b>56</b>
<b>5.</b>	<b>Metodología</b>	<b>57</b>
5.1.	Resumen del proceso delfico . . . . .	58
5.2.	Panel de Expertos . . . . .	58
5.2.1.	Panel externo . . . . .	59
5.2.2.	Panel Interno . . . . .	60
5.3.	Cuestionarios . . . . .	60
5.4.	Procedimiento . . . . .	61
5.5.	Limitaciones del Estudio Delfico . . . . .	61

<b>6. Análisis</b>	<b>62</b>
6.1. Primera Ronda . . . . .	62
6.1.1. Nuevas Tecnologías . . . . .	62
6.1.2. Desafíos de Implementación . . . . .	63
6.2. Segunda Ronda . . . . .	63
6.2.1. Nuevas Tecnologías . . . . .	64
6.2.2. Desafíos Prioritarios de Implementación . . . . .	66
<b>IV. Análisis de Uso de la Red Ceibal</b>	<b>71</b>
<b>7. Metodología</b>	<b>72</b>
7.1. Objetivo y Pregunta de Investigación . . . . .	72
7.2. Diseño . . . . .	73
7.2.1. Variables Independientes y Dependientes . . . . .	73
7.2.2. Universo de estudio y muestra . . . . .	73
7.2.3. Supuestos de Partida y su fundamentación . . . . .	76
7.3. Procedimiento . . . . .	77
<b>8. Análisis</b>	<b>78</b>
8.1. Introducción . . . . .	78
8.2. Patrones de comportamiento Globales . . . . .	78
8.2.1. Tráfico . . . . .	78
8.2.2. Conexiones Simultáneas . . . . .	80
8.3. Patrones de Comportamiento en Primaria y Media . . . . .	81
8.3.1. Tráfico . . . . .	81
8.3.2. Conexiones Simultáneas . . . . .	83
8.4. Series de Tiempo y Tendencias . . . . .	84
8.4.1. Armado de las Series Anuales . . . . .	84
8.4.2. Modelos Estadísticos de Crecimiento y Tendencia . . . . .	85
8.4.3. Series Anuales Globales de Tráfico y Conexiones Simultáneas . . . . .	87
8.4.4. Tendencia Global de Tráfico y Conexiones . . . . .	88
8.5. Comparación de Capacidad Instalada vs Demanda . . . . .	88
8.6. Tendencia de la Demanda en Primaria y Media . . . . .	94
8.6.1. Tráfico y Conexiones simultáneas . . . . .	94
8.6.2. Comparación entre Primaria y Media . . . . .	94
8.6.3. Conexiones por Antena y <i>Traer tu propio Dispositivo</i> (BYOD) . . . . .	96
8.6.4. Crecimiento de Tráfico en Primaria debido al Programa <i>Ceibal en Inglés</i> . . . . .	97
8.6.5. Proyección a 2019 y Comparación con la tendencia mundial . . . . .	98
8.6.6. Limitaciones del Estudio . . . . .	101

<b>V. Escenarios Futuros, Resultados y Conclusiones</b>	<b>102</b>
<b>9. Construcción de Escenarios</b>	<b>103</b>
9.1. Metodología . . . . .	103
9.2. Análisis . . . . .	104
<b>10. Resultados</b>	<b>107</b>
10.1. Estudio Délfico . . . . .	107
10.1.1. Resultados Generales . . . . .	107
10.1.2. Nuevas Tecnologías . . . . .	107
10.1.3. Desafíos de Implementación . . . . .	108
10.2. Análisis de Uso de la RED CEIBAL . . . . .	111
10.2.1. Resultados Generales . . . . .	111
10.2.2. Patrones de Tráfico y Conexiones . . . . .	111
10.2.3. Resultados por Subsistemas . . . . .	112
10.2.4. Resultados de Demanda vs Capacidad Instalada . . . . .	113
10.2.5. Comparación con Crecimiento de Internet Mundial . . . . .	114
10.3. Escenarios Futuros 2020 . . . . .	114
<b>11. Conclusiones y Trabajo Futuro</b>	<b>116</b>
11.1. Conclusiones y Aportes . . . . .	116
11.2. Lecciones aprendidas . . . . .	118
11.3. Trabajo a futuro . . . . .	120
11.4. Consideraciones Finales . . . . .	121
<b>Glosario</b>	<b>124</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>124</b>
<b>A. Anexos</b>	<b>133</b>
A.1. Objetivos de PLAN CEIBAL . . . . .	133
A.1.1. Objetivos . . . . .	133
A.2. Agenda Uruguay Digital . . . . .	134
A.3. Innovación . . . . .	134
A.3.1. Tipos de Innovación . . . . .	134
A.3.2. Tipos de Innovación Según Schumpeter . . . . .	135
A.3.3. Modelo de Innovación abierta . . . . .	135
A.4. Método Delfi Moderno . . . . .	136
A.5. Paneles de Expertos . . . . .	137
A.5.1. Externo . . . . .	137
A.5.2. Interno . . . . .	137
A.5.3. Demografía comparativa de paneles . . . . .	139
A.5.4. Cartas de invitación a conformar el Panel Externo . . . . .	139

---

A.6. Nuevas Tecnologías . . . . .	140
A.6.1. Resultado Intermedio Ronda 1 . . . . .	140
A.7. Desafíos de Implementación . . . . .	141
A.8. Cuestionarios . . . . .	144
A.8.1. Ronda 1 . . . . .	144
A.8.2. Ronda 2 . . . . .	145
A.9. RED CEIBAL e Internet . . . . .	146
A.9.1. Internet mundialmente según ITU-T . . . . .	146
A.9.2. Drivers del Crecimiento de Internet mundialmente . . . . .	147
A.9.3. Línea de Tiempo ISOC . . . . .	148
A.10. Relaciones Pico/Promedio y Descarga/Carga por subsistema . . . . .	149
A.10.1. Relación Pico/Promedio y Descarga/Carga Primaria . . . . .	150
A.10.2. Relación Pico/Promedio y Descarga/Carga Media . . . . .	152
A.10.3. Tabla de Capacidad vs Demanda de Descarga y Carga . . . . .	153
A.10.4. Comparación Tráfico y Conexiones Primaria y Media . . . . .	153
A.11. Tendencias de Internet según CISCO VNI 2013-2018 . . . . .	154
A.12. Arquitectura de RED CEIBAL . . . . .	157
A.13. Formulación Original del Plan de Trabajo . . . . .	157
A.13.1. EDT . . . . .	158
A.13.2. Cronograma . . . . .	159
A.13.3. Camino Crítico . . . . .	159
A.13.4. Supuestos y Restricciones Originales . . . . .	159
A.13.5. Análisis de Riesgos . . . . .	160

*En memoria de mi querido primo Emiliano*

# Agradecimientos

Si hiciese una lista exhaustiva de personas a quienes debo agradecer sería seguramente larga y probablemente injusta. No obstante, me quiero concentrar en agradecer a quienes pasaron por el camino crítico del presente trabajo y de la investigación:

A PLAN CEIBAL por el inmenso apoyo, muy particularmente a Fiorella Haim quien impulsó todo lo posible para que la tesis saliera adelante. A Cristóbal Cobo que desde el vamos y sin que mediaran condiciones fue un gran referente y motivador, tanto en lo metodológico, como en lo teórico y en los aspectos prácticos de la investigación. A Fernando Brum quien me ayudó a conceptualizar la idea del proyecto de investigación y aportó su generosa opinión, a Gonzalo Pérez y Miguel Brechner que con su voluntad refrendaron el interés de este estudio para la Organización y para el país.

A mi tutor Jorge Rasner, de quien sentí una gran confianza y una gran libertad de acción, sin descuidar la rigurosidad que un estudio de esta naturaleza requiere, ayudándome a moldear aspectos conceptuales y metodológicos.

También quisiera hacer los siguientes agradecimientos:

*Estudio Délfico:* A todos y cada uno de los participantes de ambos Paneles, el Externo y el Interno. A John Moravec quien generosamente me orientó en la temática de estudios futuros y prospectivos.

*Análisis de Tráfico:* Debo agradecer especialmente a Andrés Horta quien me ayudó muchísimo en el acceso y armado de las bases de datos de tráfico y conexiones con innumerables iteraciones y aportes. A Gastón Arismendi, Hernán Susunday, Elvira Brusa, Valentina Tournier, Silvana Baliño, Martín Migliónico, Paula Martínez, Gonzalo Marín, Ignacio de Mula y a todos aquellos que puedo no haber nombrado pero que en algún momento del trabajo desinteresadamente me ayudaron a conseguir información valiosa.

Un agradecimiento muy especial a Cecilia Marconi por su generosidad y asesoramiento y a Juan José Goyeneche por su interés y aporte. Ambos me brindaron su visión y comentarios muy pertinentes a la hora de validar conceptual y numéricamente el análisis estadístico. A Juan Pechiar quien con su gran disposición y con un “gol pasada la hora” me ayudó a depurar y validar la base de datos de tráfico.

A mi familia, en particular mis padres Rosmarie y Gabriel, nuevamente su casa volvió a ser una de mis “sedes” de estudio.

Finalmente quiero agradecer infinitamente a mi familia, Pamela mi compañera y nuestros dos hijos Camilo y Julián, que han cedido mucho tiempo de “padre” para que pudiera avanzar y culminar el presente trabajo y han sido un gran soporte motivacional en este recorrido. Espero poder compensarles largamente en el futuro...

# Resumen

Si bien ya en la década del '50 del siglo XX, F. B. Skinner<sup>1</sup> se había dedicado a estudiar los aprendizajes de las personas a través de reforzamientos positivos y negativos mediante instrucciones programadas en su famosa *máquina de enseñar* [1], la idea de una computadora personal por niño como herramienta fundamental para el aprendizaje fue tomando forma unos años después, en los laboratorios de MIT, entre otros por el matemático y educador Seymour Papert [2]. De aquellas ideas a la realización pasó mucha agua bajo el puente y varias décadas para que el desarrollo tecnológico, la disminución de costes en las computadoras y las voluntades políticas se decidieran a crear proyectos de escala nacional entorno a la modalidad “uno a uno” [3].

El PLAN CEIBAL en Uruguay es pionero a nivel mundial en la adopción de esta idea [4, 5, 6, 7] habiendo cubierto en 2007 la totalidad de la matrícula de primaria pública con un dispositivo computador y habiendo extendido a mediados de 2010 esta política a los estudiantes de Enseñanza Media, es decir de 12 a 15 años de edad en el Sistema Educativo Público uruguayo.

Un aspecto particular de PLAN CEIBAL es que desde el inicio incorporó como condición excluyente la existencia de una red de acceso a internet de calidad en los centros educativos y en el salón de clase, denominada RED CEIBAL. Ambos elementos: un dispositivo computador por alumno y la disponibilidad de una red de acceso a internet segura en cada aula de clase son la infraestructura tecnológica de base que el Plan concibió para poder desde el punto de vista social disminuir fuertemente la brecha digital [8].

Desde el punto de vista de la ingeniería, la tecnología y nuevas pedagogías esta infraestructura permitiría probar y desarrollar masivamente a nivel país innovaciones tecnológico-educativas, tal vez aprovechando su condición de país “boutique” dada su escala. Actualmente los mayores desafíos del Plan pasan principalmente por cómo mejorar los procesos de aprendizaje y de enseñanza apoyados en las nuevas tecnologías educativas.

El presente trabajo tuvo un doble propósito, por un lado aportar una investigación basada en metodologías y evidencias reproducibles sobre *Demanda y Oferta* de tecnologías educativas y por otro lado aportar un ejercicio sistemático de planificación estratégica y prospectiva basado en técnicas de proyección y construcción de escenarios, ambas en el marco de PLAN CEIBAL.

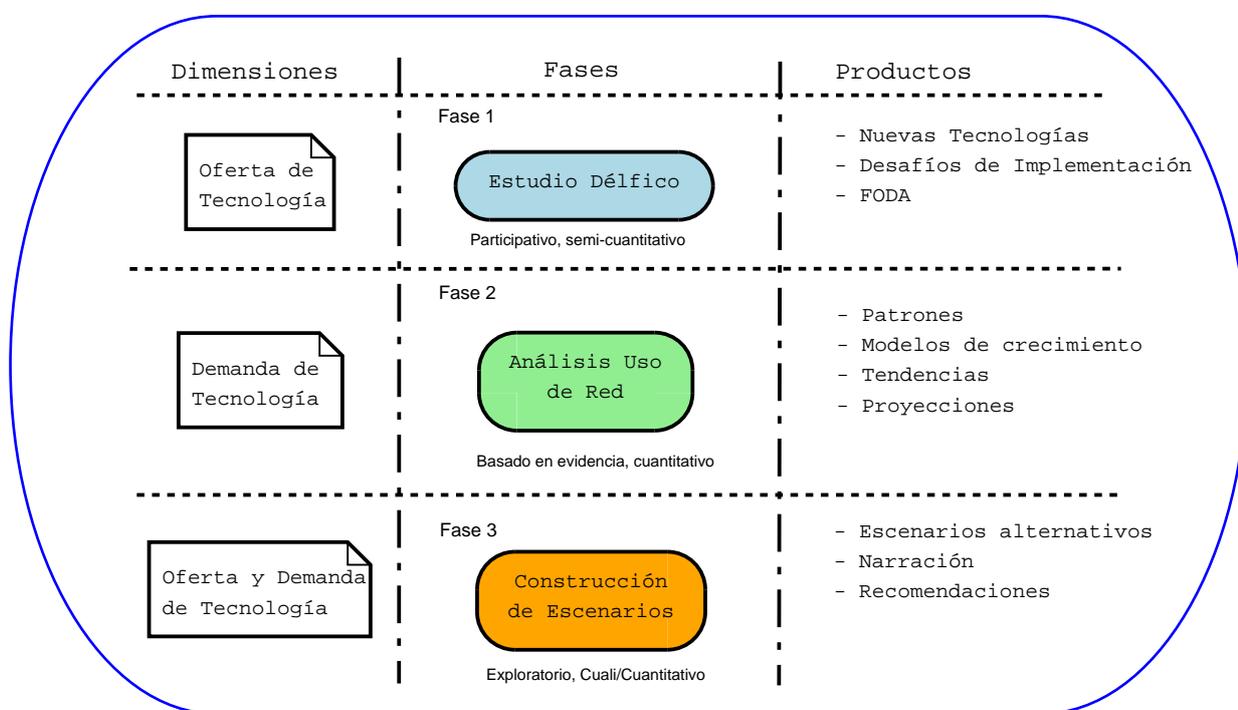
Hasta donde el autor conoce esta fue la primera aplicación sistemática de herramientas prospectivas tales como los estudios délficos y la construcción de Escenarios en el marco de PLAN CEIBAL.

---

<sup>1</sup>Psicólogo conductista radical de la Universidad de Harvard.

Para ello, las tres preguntas que colocó la investigación son:

- ¿Cuál fue la evolución de la demanda agregada del uso de internet de PLAN CEIBAL en los centros educativos en el período 2011-2015 y cuál será para el período 2016-2019?
- ¿Cuáles tecnologías educativas de aula debería impulsar PLAN CEIBAL en los próximos dos a cuatro años y cuáles son los desafíos principales asociados a dichas tecnologías?
- ¿Qué escenarios se puede construir analizando la propuesta de PLAN CEIBAL entendida como *oferta de tecnologías educativas* y las necesidades del sistema educativo público Uruguayo entendidas como *demanda de tecnologías educativas* para el período 2016-2019?



**Figura 0-1.. ESQUEMA CONCEPTUAL DE LAS FASES DE LA TESIS, DIMENSIONES DE ESTUDIO, METODOLOGÍAS Y PRODUCTOS.**

En el presente trabajo se compila primero una revisión bibliográfica cualitativa en la que se selecciona autores e iniciativas del mundo académico, social y empresarial para dar marco conceptual y metodológico a las preguntas antes mencionadas II. Segundo se hace una narración sistemática y documentada de PLAN CEIBAL y sus iniciativas educativas, tecnológicas y sociales desde el inicio a 2015 3. Tercero se documenta el diseño metodológico, el trabajo de campo, el análisis y los resultados tanto del Estudio Délfico III como del Análisis de Uso de la RED CEIBAL IV. Finalmente se reporta la metodología y el análisis realizado para la Construcción de Escenarios y los resultados y

conclusiones de la presente tesis 9.

La tesis puede ser interpretada como un estudio de *Oferta y Demanda* de tecnología educativa para el Sistema Educativo primario y medio uruguayo (escuelas, liceos, utus) realizado en tres fases como se indica en la figura **0-1**. El análisis de *Oferta* se realiza en base al Estudio Délfico III, el cual analiza posibles propuestas tecnológicas y desafíos de implementación. El análisis de la demanda se realiza en base al estudio de uso de la red desde el punto de vista de la demanda de tráfico y conexiones simultáneas por centro educativo. El análisis de *Oferta y Demanda* combinado se realiza utilizando el método de construcción de escenarios basado en las evidencias recogidas en los dos estudios anteriores para un horizonte de tiempo 2016-2019.

Un esquema conceptual de la tesis se incorpora para reflejar el párrafo anterior en la figura **0-1**. Allí se utiliza la tipología de estudios futuros propuesta por [9] en términos metodológicos.

Finalmente, es posible hacer dos tipos de lectura del documento: una lectura completa de la tesis o una lectura *express* que no entra en detalles en el marco conceptual ni metodológico ni en el análisis de la tesis e implica pasar directamente a la Parte V de Escenarios, Resultados y Conclusiones.

# Lista de Figuras

<b>0-1.</b> Esquema Conceptual de las fases de la Tesis, dimensiones de estudio, metodologías y productos. . . . .	X
<b>3-1.</b> Modelo de Mejoramiento y Transformación . . . . .	17
<b>3-2.</b> Diferencia entre nuevas y anteriores pedagogías . . . . .	18
<b>3-3.</b> Acceso a microcomputador, según quintiles de ingreso per cápita. Total país En% de hogares . . . . .	23
<b>3-4.</b> Brecha de acceso a Tecnologías de Información y Comunicación entre los extremos de la distribución(para Total País Urbano) . . . . .	23
<b>4-1.</b> Características de innovaciones incrementales y radicales . . . . .	34
<b>4-2.</b> Innovaciones como palancas y catalizadores de cambios en los sistemas educativos según modelo de Venezky. . . . .	37
<b>4-3.</b> Modelo fabril y modelo personalizado basado en tecnologías para la educación. . . . .	38
<b>4-4.</b> El Modelo de aula vs el modelo 1 a 1. Fuente: [10] . . . . .	39
<b>4-5.</b> Diamante de los futuros de Rafael Popper et al . . . . .	42
<b>4-6.</b> Gráfico original de la Ley de Moore . . . . .	50
<b>4-7.</b> Evolución del tráfico global IP según CISCO VNI, 2013-2018 . . . . .	52
<b>4-8.</b> Mapa de temperatura de locales educativos con RED CEIBAL . . . . .	53
<b>5-1.</b> Esquema del estudio délfico . . . . .	59
<b>6-1.</b> Top 20 de Nuevas Tecnologías ordenadas por Relevancia según Panel Externo. . . . .	64
<b>6-2.</b> Diagrama de Cuadrantes de Impacto y Usabilidad <i>IU</i> , Panel Externo. . . . .	65
<b>6-3.</b> Comparación de Rankings Nuevas Tecnologías en Educación de Panel Externo e Interno para el período 2016-2019. . . . .	66
<b>7-1.</b> Patrón de Tráfico Diario en un local Educativo . . . . .	72
<b>8-1.</b> Patrones anuales Globales de Tráfico. . . . .	79
<b>8-2.</b> Patrones anuales de Relaciones Globales de Tráfico. . . . .	80
<b>8-3.</b> Patrones anuales de conexiones simultáneas en todo el sistema. . . . .	81
<b>8-4.</b> Patrones Trimestrales de Descargas en Primaria (arriba) y Media (abajo). . . . .	82
<b>8-5.</b> Patrones Mensuales de Descargas en Primaria (arriba) y Media (abajo). . . . .	83
<b>8-6.</b> Patrón de Conectados en Primaria y Media . . . . .	84
<b>8-7.</b> Patrón de Tráfico por Conexión en Media y Primaria . . . . .	85

8-8. Serie Diaria de Tráfico de Carga y Descarga de Pico y de Promedio para todo el Sistema Educativo Uruguayo por Local. Período 2011-2015. . . . .	86
8-9. Serie Mensual de Conexiones Simultáneas Promedio por Local para todo el Sistema Educativo Uruguayo. Período 2011-2015. . . . .	87
8-10. Serie Anual de Descarga Promedio Global y su variación año a año expresada como diferencia en % respecto al año anterior para todo el Sistema Educativo Uruguayo. Período 2011-2015. . . . .	88
8-11. Serie Anual de Conexiones Simultáneas Global . . . . .	89
8-12. Tendencia Global de Tráfico de Descarga y Carga Promedio y Conexiones Simultáneas Promedio en la hora pico para todo el sistema educativo uruguayo. Período 2011-2015. . . . .	90
8-13. Serie de Relación Global Promedio de Ancho de Banda de Descarga por Conectados y Ancho de Banda de Descarga por Antena instalada. Período 2011-2015. . . . .	91
8-14. Serie Mensual de Demanda de Tráfico vs Capacidad Instalada en centros educativos urbanos de Primaria y Media. Período 2011-2015. . . . .	92
8-15. Evolución de la demanda y capacidad de acceso a internet por centro educativo urbano promedio. . . . .	93
8-16. Series mensuales de tráfico y conexiones por subsistema . . . . .	95
8-17. Comparación de la Serie mensual de Conexiones Simultáneas Promedio en la hora pico por Antena y por Local segregado por Ens. Primaria y Ens. Media. Período 2011-2015. . . . .	96
8-18. Relación de Tráfico de Videoconferencia entre Primaria y Enseñanza Media durante 2015 . . . . .	98
8-19. Tendencia y Proyección de Tráfico y Conexiones Globales para el año 2019 . . . . .	100
8-20. Tendencia y Proyección de la relación Demanda de conexiones WiFi vs Capacidad instalada para el año 2019 . . . . .	100
10-1. Comparación de Rankings Nuevas Tecnologías en Educación de Panel Externo e Interno para el período 2016-2019. . . . .	108
10-2. Mapa de Impacto vs Usabilidad según Panel de Expertos Externo para nuevas Tecnologías Educativas en período 2016-2019. . . . .	109
10-3. Escenarios de Oferta de <i>Nuevas Tecnologías</i> impulsadas por PLAN CEIBAL y Demanda de Tecnología Educativa a 2020 . . . . .	115
A-1. El modelo de innovación abierta de Chesbrough et al . . . . .	136
A-2. Demografía de los paneles de expertos . . . . .	138
A-3. Clasificación de Nuevas Tecnologías en la Primera Ronda, según puntaje global y consenso . . . . .	142
A-4. Clasificación de Nuevas Tecnologías en la Primera Ronda, según familia . . . . .	144
A-5. Evolución del total y porcentaje de personas que acceden a internet en el mundo. . . . .	146
A-6. Acceso a internet por regiones . . . . .	146
A-7. Composición del tráfico de conexiones fijas en período pico en Latinoamérica según Sandvine, 2014 . . . . .	147

---

<b>A-8.</b> Composición del tráfico de conexiones móviles en período pico en Latinoamérica según Sandivne, 2014 . . . . .	148
<b>A-9.</b> Línea de tiempo de adopción de internet según ISOC . . . . .	149
<b>A-10</b> Serie Anual de Relación Tráfico Descarga por Conexión Promedio y Tráfico de Descarga por Tráfico de Carga en centros educativos urbanos de Primaria. Período 2011-2015. . . . .	150
<b>A-11</b> Serie Anual de Relación Tráfico Descarga por Conexión Promedio y Tráfico de Descarga por Tráfico de Carga en centros educativos urbanos de Enseñanza Media. Período 2011-2015. . . . .	151
<b>A-12</b> Evolución Promedio de la Relación entre el Pico y el Promedio de Tráfico en Escuelas mes a mes. . . . .	152
<b>A-13</b> Evolución Promedio de la Relación entre el Pico y el Promedio de Tráfico en Enseñanza Media mes a mes para un año típico. . . . .	153
<b>A-14</b> Arquitectura de RED CEIBAL original . . . . .	157
<b>A-15</b> Arquitectura de RED CEIBAL actual denominada <i>Alta Performance</i> . . . . .	157
<b>A-16</b> Arquitectura de RED CEIBAL denominada <i>Alta Disponibilidad</i> . . . . .	158
<b>A-17</b> Paquetes de trabajo en la EDT . . . . .	158
<b>A-18</b> Diagrama de Gantt . . . . .	159
<b>A-19</b> Matriz de Riesgos . . . . .	161

# Lista de Tablas

4-1. Estado de locales educativos conectados a 2015 . . . . .	53
4-2. Distribución de locales educativos por tipo de acceso a internet a 2015 . . . . .	55
4-3. Locales urbanos con sala de Videoconferencia a 2015 . . . . .	55
6-1. Desafíos de Implementación Panel Externo . . . . .	63
6-2. Métricas Desafíos . . . . .	67
6-3. FODA . . . . .	68
6-4. Tipologías de Estrategias . . . . .	69
7-1. universoLocales . . . . .	74
7-2. matriculaCeibal . . . . .	74
8-1. modelos . . . . .	90
8-2. modelos . . . . .	91
8-3. modelos . . . . .	94
8-4. modelos . . . . .	97
8-5. CrecimientoIngles . . . . .	98
8-6. modelos . . . . .	99
8-7. ComparacionCisco . . . . .	101
9-1. Escenarios Futuros basados en Oferta y Demanda de Tecnología Educativa . . . . .	104
10-1. Top 5 Desafíos de Implementación para el período 2016-2019 Según Panel de Expertos Externo e Interno . . . . .	109
A-1. Panel Externo. . . . .	137
A-2. Panel Interno. . . . .	138
A-3. Nuevas Tecnologías introducidas en el estudio délfico ordenadas por familia tecnológica, según NMC Horizon Project 2020 [11]. . . . .	141
A-4. Desafíos de Implementación introducidos en el Estudio Délfico. . . . .	143
A-5. Capacidad de Carga y Descarga y Consumo de Carga y Descarga Global. Promedio de picos diarios por Local por Semestre . . . . .	154

## **Parte I.**

### **Introducción, Objetivos y Alcance**

# 1. Introducción

## 1.1. Motivación

Como es conocido, luego de haber superado la etapa de despliegue masivo tecnológico de sus primeros años, etapa cuyo objetivo principal fue el acceso universal de los estudiantes del Sistema Educativo primario público a las nuevas tecnologías de la educación el PLAN CEIBAL ha transitado hacia las etapas de uso y apropiación de las distintas tecnologías [12]. Si bien ya en la década del '50 del siglo XX, F. B. Skinner<sup>1</sup> quien se había dedicado a estudiar los aprendizajes de las personas a través de reforzamientos positivos y negativos y a través de instrucciones programadas postulaba su famosa *máquina de enseñar* [1] y que la idea de una computadora por niño en su concepción actual fue planteada unas décadas después en los laboratorios de MIT, entre otros por el matemático y educador Seymour Pappert [2] pasó mucha agua bajo el puente y varias décadas más para que el desarrollo tecnológico, la disminución de costes y las voluntades políticas se decidieran a crear proyectos de escala nacional entorno a la modalidad 1 a 1.

De hecho en la actualidad hay un gran debate en torno a paradigmas emergentes en Educación así como de nuevas prácticas y métricas educativas dadas por el desarrollo y disponibilidad de tecnologías emergentes. Ver por ejemplo compendios y trabajos de los últimos años del CERI, Centro para la Investigación y la Innovación en la Enseñanza de la OCDE [13]. Se encuentran en formación nuevas corrientes de investigación que tratan - más allá de generar un nuevo modelo teórico-construir a partir de experiencias las bases de lo que podría llamarse la educación del Siglo XXI o la educación para las nuevas generaciones digitales en un contexto de uso masivo de nuevas tecnologías. Dos de esas corrientes las conocemos de cerca, en particular la de “Aprendizaje Invisible” de Cristóbal Cobo y John Moravec [14] y la línea de trabajo que está realizando Michael Fullan en su “Red de Aprendizaje Profundo” [15], ambos con un enfoque constructivo y de base empírica con foco en las pedagogías y con las tecnologías como soporte.

En medio de este proceso en ebullición que comprende por un lado un nivel de oferta tecnológica extremadamente rico y hasta agresivo se encuentra el PLAN CEIBAL, adoptando en muchos casos tecnologías y metodologías ya probadas y en otros tantos marcando el camino y pagando el precio de ser los “primeros en llegar”. Una característica particular de PLAN CEIBAL es su visión acerca del acceso a internet en el aula. Desde el comienzo el recurso de internet de calidad en el uso educativo se ha visto como una condición necesaria. Es así que en paralelo con el despliegue de dispositivos a los beneficiarios se ha buscado garantizar el acceso a internet de banda ancha en centros urbanos y en la medida que la tecnología disponible lo permite también en los locales

---

<sup>1</sup>Psicólogo conductista radical de la Universidad de Harvard.

rurales. A este recurso de acceso a internet en el aula y local educativo el Plan le denomina *Red Ceibal*, nomenclatura que utilizaremos de aquí en más como sinónimo de acceso a internet, internet, etc.

El presente trabajo tiene un doble propósito, por un lado aportar una investigación basada en metodologías y evidencias reproducibles sobre demanda y oferta de tecnologías educativas y por otro lado aportar un ejercicio sistemático de planificación estratégica y prospectiva basado en técnicas de proyección y construcción de escenarios.

Hasta donde el autor conoce ésta es la primera aplicación sistemática de herramientas prospectivas tales como los estudios délficos y la construcción de Escenarios en el marco de PLAN CEIBAL.

## 2. Objetivos y Alcance

### 2.1. El objeto de Estudio

El objeto de estudio es el PLAN CEIBAL en el ambiente educativo, es decir en el Centro Educativo. Esta es una primera definición de alcance de nuestro trabajo que resulta importante resaltar: la unidad de análisis del presente trabajo será el PLAN CEIBAL a nivel del Centro Educativo.

Desde un enfoque sistémico y sin perder de vista el alcance del presente proyecto el marco conceptual tiene tres dimensiones principales:

- PLAN CEIBAL como Organización, como sistema y como ejecutora de Proyectos Educativos Tecnológicos con componente innovadora en el aula <sup>1</sup>.
- Conceptos básicos de redes de computadoras, internet y el análisis de tráfico y conexiones en la RED CEIBAL.
- Conceptos de estudios futuros, en particular Metodología Delfi y Construcción de Escenarios.

Tanto el marco conceptual como las siguientes secciones de esta introducción se profundizan en la sección II.

### 2.2. Preguntas de partida

La primera pregunta de investigación se propone estudiar el perfil de uso agregado de los profesores y estudiantes de la RED CEIBAL y proyectar la demanda agregada de dicho uso a futuro.

*Pregunta 1: ¿Cuál fue la evolución de la Demanda Agregada del uso de internet de PLAN CEIBAL en los centros educativos en el período 2011-2015 y cuál será para el período 2016-2019?*

La segunda pregunta de investigación explora qué debe proponer PLAN CEIBAL al *Sistema Educativo* en materia de *Nuevas Tecnologías* y cuáles son los *Desafíos de Implementación* más importantes para el período 2016-2019:

*Pregunta 2: ¿Cuáles Nuevas Tecnologías debería impulsar PLAN CEIBAL en los centros educativos los próximos dos a cuatro años y cuáles son los Desafíos de Implementación asociados a dichas tecnologías?*

---

<sup>1</sup>Incluye el laboratorio tecnológico como una extensión del aula.

La tercera pregunta tiene por objeto componer el análisis de demanda y de oferta basado en un ejercicio prospectivo de construcción de escenarios futuros:

*Pregunta 3: ¿Qué escenarios se puede construir analizando la propuesta de PLAN CEIBAL entendida como Oferta de tecnologías educativas y las necesidades del sistema educativo público Uruguayo entendidas como Demanda de tecnologías educativas para el período 2016-2019?*

## 2.3. Hipótesis de Trabajo

Las hipótesis de partida son principalmente 3 y subyacen a las preguntas de investigación:

### *Hipótesis 1:*

El uso de internet a través de la RED CEIBAL fue creciente en los últimos años y lo seguirá siendo por los siguientes cuatro años.

### *Hipótesis 2:*

Serán suficientes 2 rondas Delfi para conseguir información de valor sobre el futuro de las tecnologías educativas y los desafíos de implementación correspondientes para el período 2016-2019. Será posible a su vez comparar la visión de un Panel Externo con un Panel Interno.

### *Hipótesis 3:*

A partir del desarrollo de las hipótesis 1 y 2 es posible construir escenarios a 2020 basados en la oferta de tecnologías educativas por parte de PLAN CEIBAL y en la demanda por parte del Sistema.

## 2.4. Objetivos y Resultados esperados

### 2.4.1. Objetivo Principal

El objetivo principal de esta tesis es realizar un estudio sistemático y basado en evidencias de proyección a futuro tanto del uso de los recursos de la RED CEIBAL como de la incorporación de *Nuevas Tecnologías y Desafíos de Implementación* para el período 2016-2019.

El propósito es generar información a través del análisis de datos históricos del uso de la RED CEIBAL por un lado y obtener insumos sólidos a través del estudio delfico sobre *Nuevas Tecnologías y desafíos* para poder establecer escenarios basados en evidencia y conocimiento de juicios de expertos por otro. La finalidad es que este tipo de análisis sin precedentes en el marco del Plan sean un aporte al análisis y la toma de decisiones informadas sobre el futuro de PLAN CEIBAL en esta materia. Eventualmente si la información, aprendizaje y conocimientos generados lo ameritan se buscará su difusión en medios académicos y de divulgación pertinentes.

Para lograr dicho objetivo se ha realizado una división en tres objetivos específicos que son descritos a continuación.

### 2.4.2. Objetivos Específicos

#### *Objetivo Específico 1*

Analizar la evolución del uso de la RED CEIBAL (tráfico y conexiones) en los centros educativos en los últimos cinco años (2011-2015) y proyectar su evolución para el período 2016-2019. *Resultados esperados:* Contar con un modelo práctico de crecimiento del consumo de internet ajustado por datos empíricos que permita pronosticar su crecimiento en mediano plazo.

#### *Objetivo Específico 2*

Implementar un análisis prospectivo basado en metodología Delfi para obtener consenso en torno a las tres tecnologías educativas críticas para el aula y sus desafíos asociados en el horizonte de 3 a 4 años. *Resultados esperados:* Ordenar y establecer prioridades de un panel de expertos sobre las prioridades tecnológicas y desafíos del Plan e introducir una metodología de prospección para el análisis de futuro de PLAN CEIBAL.

#### *Objetivo Específico 3*

Realizar un análisis basado en técnicas de Construcción de Escenarios para el año 2020. *Resultados esperados:* Contar con un esquema de nuevos escenarios basado en los resultados de los objetivos anteriores.

## 2.5. Dimensiones de Estudio

Las dimensiones del estudio son aquellas que surgen del objeto de estudio y de los objetivos de la investigación. Definen los temas sobre los que se hizo el marco conceptual y metodológico y el estudio del estado del arte.

Para identificar las dimensiones del estudio se consideró las propias preguntas de partida de la investigación.

Por tanto, las dimensiones de estudio principales son cuatro, a saber:

1. **Plan Ceibal como objeto de estudio**, en particular como líder de adopción de tecnologías y agente del cambio educativo en el sistema público uruguayo así como proveedor de servicios de infraestructura y conectividad wifi para el acceso a internet, plataformas, contenidos y demás recursos virtuales.
2. *Modelos de innovación tecnológica en los sistemas educativos.*
3. *Análisis, Modelado y Proyección de consumo de internet.*

#### 4. *Técnicas y Métodos de Análisis Prospectivo, en particular Rondas Delphi y Escenarios Futuros.*

### 2.5.1. **Fundamentación de las Dimensiones del Marco Conceptual**

La primera dimensión a abordar en el marco conceptual fue la definición y descripción del objeto de estudio, a saber PLAN CEIBAL como proyecto público inmerso en el sistema educativo uruguayo y más precisamente algunas de las transformaciones que ocurren en el centro educativo dada la introducción de nuevas tecnologías conectadas a internet a través de la RED CEIBAL. Se buscó comprender el objetivo de una organización como PLAN CEIBAL y su relación con el Sistema Educativo Público uruguayo. Se describe su dimensión institucional, tecnológica y educativa así como los aspectos sociales y su vinculación con la generación de conocimiento en sus disciplinas de especialidad.

Esta dimensión permite comprender el contexto y el marco institucional así como las características básicas de los cambios y proyectos tecnológicos que Plan Ceibal ha ido incorporando y desarrollando a lo largo de sus 8 años de vida.

En segundo término se aborda el estado del arte de los modelos de Innovaciones Tecnológicas en la Educación similares a PLAN CEIBAL a lo largo del mundo, en particular el paradigma 1 a 1 del cual el Plan forma parte. La segunda dimensión buscará poner en contexto a Ceibal en la región y en el mundo.

A su vez, en tercer lugar se investiga las técnicas de análisis y modelado de consumo de recursos tecnológicos a nivel país en general y en el sistema educativo a nivel mundial, en particular en acceso a internet. Esta dimensión permitirá saber cuáles son las tendencias principales de la demanda basados en el análisis, medición y modelado para el caso de uso de la Educación Pública uruguaya y comparar con la tendencia mundial de crecimiento de internet.

Finalmente se estudia los antecedentes y actualidad de las técnicas prospectivas en general y en particular de la metodología Delfi y Construcción de Escenarios, desde su formulación original, refinamiento y mecanismos actuales basados en herramientas digitales e internet.

## 2.6. **Reformulación de Objetivos, Alcance y Tiempos del Proyecto**

### 2.6.1. **Objetivos y Alcance**

En la formulación original del proyecto de investigación se definió la siguiente pregunta de investigación, que finalmente no fue abordada:

*Pregunta 1: ¿Cómo se clasifican las innovaciones tecnológico-educativas introducidas por el PLAN*

CEIBAL en el aula en línea en base a las definiciones de innovación de Schumpeter [16] y Chesbrough [17]?

Esta pregunta fijaba una dimensión del estudio cuyo objetivo era definir una tipología posible de las principales líneas de acción llevadas a cabo por el Plan desde sus orígenes. Si bien no se abordó esta pregunta de investigación en diseño y aplicación sí se profundizó conceptualmente en los modelos de innovaciones en general y en el plano educativo en particular con componentes tecnológicas, lo que se recoge en el marco conceptual del trabajo.

En el lugar del Análisis de tipologías de innovación se decidió incorporar las siguientes partes al alcance:

- Analizar Capacidad y Demanda de recursos de la RED CEIBAL.
- Introducir Panel de expertos de integrantes de PLAN CEIBAL además del Panel de expertos externo al Plan.
- Desarrollar análisis de Construcción de Escenarios Futuros.

Para el objetivo específico 1, no sólo se analizó la demanda sino que se comparó con la capacidad de recursos instalada. Para la metodología Delfi se incorporó un nuevo panel para poder establecer correlaciones de opiniones entre expertos externos a la organización y tomadores de decisión internos. Finalmente se introdujo la Construcción de Escenarios Futuros de manera de articular el Análisis de Uso de la RED CEIBAL (*Demanda*) con el Estudio Délfico (*Oferta*).

### 2.6.2. Gestión de tiempos

Inicialmente la entrega de la tesis fue prevista para fines de octubre de 2015 con una holgura para entregarla a fines de diciembre del mismo año. Dada la reformulación del alcance y objetivos la entrega final se replanificó para mayo/junio de 2016.

Hubo tres factores principales que implicaron la extensión de dicho plazo:

- Modificación en objetivos y alcance ya mencionados.
- Dedicación semanal del tesista bajó en el mes de julio de 2015 de 18 a 14 horas promedio semanal (no pudiéndose cumplir uno de los supuestos principales).
- Subestimación de tiempos en la administración de las Rondas Delfi: hubo que recurrir a varias prórrogas para contemplar los tiempos de llenado de los participantes por ejemplo.

La formulación original del proyecto se puede consultar en el anexo A.13

## **Parte II.**

### **Marco Conceptual y Estado del Arte**

## 3. Plan Ceibal: El relato

### 3.1. Introducción

El PLAN CEIBAL fue anunciado por el Gobierno uruguayo en diciembre de 2006 y puesto en marcha en mayo de 2007<sup>1</sup>. Es probablemente el primer proyecto de modalidad 1 a 1 [3] en el mundo [4, 5, 6, 7] que a escala nacional brinda un ordenador por estudiante y docente del nivel de primaria y secundaria así como acceso a internet en cada salón de clase.

Previo al inicio del Plan, en 2006 Penuel ya advertía en [18] en su relevamiento de revistas especializadas de tecnología y educación la ausencia de modelos a escala nacional 1 a 1 con laptops e internet.

PLAN CEIBAL es un proyecto socioeducativo cuya misión es “Promover la inclusión social, poner a disposición de los beneficiarios tecnología y brindar el apoyo necesario para su aprovechamiento. La sigla Ceibal es un retro acrónimo que significa “Conectividad Educativa de Informática Básica para el Aprendizaje en Línea”<sup>2</sup>.

En los años siguientes al 2007, el Plan se extendió rápidamente a todos los sub-sistemas educativos públicos para llegar a cubrir el rango que va de la educación inicial (4 y 5 años) pasando por Primaria y siguiendo por Enseñanza Media hasta completar el ciclo básico secundario y los bachilleratos de tipo técnico/tecnológico de secundaria y UTU<sup>3</sup>. Actualmente PLAN CEIBAL cuenta con 750.000 beneficiarios directos, entre estudiantes, maestros y docentes.

En conjunto con la fase de despliegue tecnológico (laptops e infraestructura de red de conectividad) PLAN CEIBAL comenzó a integrar y desarrollar plataformas educativas que actualmente se encuentran masivamente en los sistemas educativos. Esencialmente son: CREA (aula virtual), PAM (Plataforma Adaptativa de Matemática) y Biblioteca Multimedia Ceibal. También se viene trabajando en conjunto con el INEED<sup>4</sup> y ANEP<sup>5</sup> en la universalización de las evaluaciones en línea del proceso de enseñanza-aprendizaje y con esta última también en la implementación de un Sistema de pasaje de lista para el seguimiento de asistencias.

---

<sup>1</sup>Ley de Creación: <http://www.ceibal.edu.uy/Documents/Ley%20creacion.pdf> [acceso 31 de mayo de 2016]

<sup>2</sup>Extraído del sitio web del Plan <http://www.ceibal.edu.uy/institucional> [acceso 31 de mayo de 2016]

<sup>3</sup>Universidad del Trabajo del Uruguay.

<sup>4</sup>Instituto Nacional de Evaluación en Educación.

<sup>5</sup>Administración Nacional de Educación Pública.

Finalmente, atendiendo a su componente de inclusión social, PLAN CEIBAL ha desarrollado programas de atención ciudadana en los que no sólo se incluyen a los estudiantes y docentes a los procesos de aprendizaje de herramientas informáticas sino también se extiende el conocimiento a las familias y la comunidad entera. Dos ejemplos muy importantes de ello son los proyectos *Aprender todos* y *Espacio Ceibal* que se describirán en las siguientes secciones del capítulo.

## 3.2. Antecedentes, orígenes y caracterización de la etapa

Si bien la idea del modelo 1 a 1 de una computadora por niño fue concebida hace alrededor de 45 años en los laboratorios de MIT, entre otros por el matemático y educador Seymour Papert [2] pasó mucha agua bajo el puente y varias décadas para que el desarrollo tecnológico, la disminución de costes en las computadoras y las voluntades políticas se decidieran a crear proyectos de escala nacional entorno a la modalidad “uno a uno”.

Fue decisivo el aporte conceptual de Nicolas Negroponte en su “Ser Digital” [19] así como su decidida cruzada de mediados de 2005 para fundar la organización One Laptop Per Child con el objetivo de fabricar y vender laptops de bajo costo para los países pobres del mundo.

Uno de los países en levantar el guante arrojado por Negroponte fue Uruguay, que si bien no encajó en el perfil de país que Negroponte y sus colaboradores del MIT consideraban, encontró una férrea voluntad de implementación a nivel político por el entonces Presidente de la República Tabaré Vázquez y el líder de la gestión e implementación del Plan, Miguel Brechner.

Si bien se identificó rápidamente el PLAN CEIBAL con OLPC, fue Miguel Brechner quien se encargó de desmarcar conceptual y políticamente ambas iniciativas considerando que PLAN CEIBAL debería pensarse desde una realidad y una cultura diferentes a la planteada por la propuesta del MIT [7].

El decreto de Presidencia de abril de 2007 fue el puntapié inicial del Plan y logró poner a Uruguay a la vanguardia en la reducción de la brecha digital, la inclusión y la equidad en el acceso a la educación digital y la sociedad del conocimiento [20].

Como primera “enmienda” del discurso que colocaba al Plan en un lugar alto del imaginario de los uruguayos se incorporó el acceso a internet como condición más que necesaria para todo lo que iba a venir.

Es así que junto a la entrega de dispositivos en modalidad 1 a 1 en todas las escuelas del país, durante 2007 y 2008 se desplegó en sociedad con ANTEL<sup>6</sup> una red de internet con servidor en todos los locales de primaria del país, con excepción de unas 200 escuelas rurales que en su momento no contaban con conexión a la red eléctrica convencional o alternativa, de un total de 2100 escuelas públicas. Para fines de 2008 y durante 2009 el Plan se expandiría a enseñanza media, abarcando todo el ciclo básico de Secundaria y las escuelas técnicas (UTU) relacionadas con tecnología, unos

---

<sup>6</sup>Administración Nacional de Telecomunicaciones, Empresa Pública uruguay, proveedora de los servicios de acceso a internet.

500 centros educativos más.

Fue en la escuela de Villa Cardal, departamento de Florida donde PLAN CEIBAL entregó las primeras 150 máquinas - donadas por la organización One Laptop per Child (OLPC) en mayo de 2007. Fue un gesto simbólico el comenzar una política de tal magnitud en un pueblo del interior del país, una localidad de alrededor de 2000 habitantes. Este detalle, no menor, fue institucionalizado por la política del Plan y marcaría la impronta con la que luego desplegaría sus acciones: generalmente comenzando por el interior y luego llegando a la capital de la República, Montevideo, rompiendo así con la lógica tradicional del modelo de desarrollo montevideo-centrista.

### 3.2.1. Etapas

Michael Fullan, referente mundial de Cambio Educativo junto a su equipo de investigadores publicó un trabajo de sistematización, caracterización y análisis sobre PLAN CEIBAL, el Sistema Educativo uruguayo y posibles estrategias a seguir para los tomadores de decisiones, i.e: autoridades de PLAN CEIBAL y del sistema educativo público [12]. Se tomó de allí la siguiente caracterización de etapas, la tercera de las cuales es la que se vive en la actualidad y que con el paso del tiempo se está en condiciones de verificar.

- *Etapa 1*: 2006-2009. Una cuestión de acceso [21].
- *Etapa 2*: 2010-2013. Incorporación de elementos de soporte tecnológico, educativo y social [22].
- *Etapa 3*: 2013 en adelante. Énfasis en la aplicación de calidad [23].

La *Etapa 1* del Plan como se ha escrito unos párrafos más arriba establece los pasos iniciales de su desarrollo. En 2007 se realiza la primera licitación pública internacional para la adquisición de las primeras computadoras portátiles, adjudicadas a OLPC por conveniencia económica y técnica. A partir de allí se hace el despliegue masivo de XO (nombre comercial de los dispositivos adquiridos) en conjunto con el despliegue masivo de las redes de conectividad wifi en los centros educativos.

Una vez que todos los estudiantes y maestros de la escuela pública contaron con los dispositivos y su conexión a internet comienza la *Etapa 2* caracterizada por el apoyo o soporte tanto a nivel de nuevos recursos humanos en las escuelas con la figura del Maestro de Apoyo Ceibal (MAC) o el Maestro Dinamizador como con la instalación a nivel masivo de plataformas, entre ellas Plataforma Adaptativa de Matemáticas (2012), Biblioteca Multimedia Digital (2011), Plataforma CREA (Sistema de Gestión de Aprendizaje, o en inglés LMS) (2012) y Sistema de Evaluación en Línea de Alumnos (2013).

Si bien en la *Etapa 3* Fullan apunta a un cambio educativo a nivel de todo el sistema, establece tres prioridades a trabajar, a saber: Lectoescritura (español e inglés), Matemáticas y reducción de las tasas de Repetición, en particular en Ciclo Básico, es notorio cómo desde 2013 a esta parte Plan

Ceibal se ha concentrado fuertemente en las dos primeras, por un lado lectoescritura con su gran apuesta con el Proyecto Ceibal en Inglés<sup>7</sup> y la profundización del trabajo en PAM con las figuras de MAC y maestros dinamizadores. En marzo de 2016 se lanzó en todo el ciclo básico de Enseñanza Media del país el programa de pasaje de lista vía tabletas provistas por el Plan.

Uno de los aspectos más relevantes de la etapa actual es la superación del determinismo tecnológico tanto en el discurso como en la acción de los actores principales del sistema, ya sea de autoridades, como de estudiantes y docentes. Como dice Warschauer en [24] y amplía Rivoir en [25] por citar autores representativos de un consenso en la literatura revisada, garantizar el acceso no implica la apropiación ni uso con sentido [26] para los beneficiarios en el plano social y tampoco garantiza los resultados educativos. En ello se concentra gran parte de los esfuerzos actuales del Plan.

Desde su origen PLAN CEIBAL ha lanzado cuatro libros [20, 21, 22, 23] que acompañan la evolución conceptual del Plan desde una mirada de integración tecnológica y social al principio hacia el análisis y la investigación en nuevas pedagogías para el aprendizaje y la búsqueda de mejoras en los resultados educativos en un contexto de inteligencia colectiva [27] y aprendizaje abierto e invisible[14].

### 3.3. Dimensión Política e Institucional

Como fue mencionado, el PLAN CEIBAL fue creado por Decreto de Presidencia de la República en 2007, bajo la administración Vázquez y en primera instancia funcionó en la órbita del Laboratorio Tecnológico del Uruguay. En aquel entonces LATU era presidido por Miguel Brechner, quien como se dijo desde el vamos fue referente y responsable de la implementación del Proyecto.

En mayo de 2010 se decreta la creación del Centro Ceibal para el apoyo a la Infancia y la Adolescencia pasando el Plan Ceibal (o Programa Ceibal como algunos prefieren nombrarlo) a ser una institución pública de derecho privado dependiente directo de Presidencia de la República.

Es esta institución, su estructura y funcionamiento de base la que existe al día de hoy, por lo que cuenta con un directorio conformado por el Presidente del Centro Ceibal y por tres directores: un director del Ministerio de Economía, un director del Ministerio de Educación y Cultura y un director de la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP).

Un objetivo y propósito general del Plan se puede tomar directo de palabras del propio Tabaré Vázquez:

El objetivo a largo plazo del PLAN CEIBAL es promover la justicia social mediante la promoción de la igualdad de acceso a la información y herramientas de comunicación para todo nuestro pueblo.

---

<sup>7</sup>Con profesores remotos y salas de videoconferencia se logró universalizar la enseñanza de inglés en 4°, 5° y 6° año escolar entre el primer semestre de 2014 y el primer semestre de 2015. Fuente: Equipo de Monitoreo y Evaluación de PLAN CEIBAL.

En el anexo A.1 se plantean los objetivos formales del Plan.

Desde un punto de vista de cambio organizacional [28], es interesante ver cómo el diseño del Plan ha permitido una dinámica acelerada de los cambios propuestos, en particular los que tienen que ver con los aspectos tecnológicos. Según este enfoque, los aspectos fundamentales para el diagnóstico organizacional y del cual surgen estrategias de cambio son el desempeño organizacional e individual, la motivación, las capacidades y el análisis del entorno. En ese sentido el PLAN CEIBAL ha sido modélico dado que se ha permitido que se pensara prácticamente desde cero toda su ingeniería y su operativa, desde un manual de configuración de una computadora hasta la forma de evaluar el desempeño de un colaborador, por ejemplo.

Este diseño organizacional en conjunto con la consigna del Plan y su identificación con los ideales de justicia social y equidad han dotado de gran motivación a los colaboradores y a grupos importantes de voluntarios <sup>8</sup>, las capacidades han ido creciendo en función de las necesidades de cobertura del Plan y el desempeño se ha ido midiendo en términos de compromisos de gestión y económicos como en términos de indicadores sociales.

La última dimensión, la que tiene que ver con el análisis del entorno es la que pone en perspectiva al PLAN CEIBAL dentro de un sistema mucho mayor y complejo, el Sistema Educativo uruguayo y cabe aquí hacer una distinción semántica importante: cuando se establece que el PLAN CEIBAL es creado por “fuera” del sistema educativo uruguayo se está refiriendo expresamente a los aspectos operativos y de implementación. Por el contrario, en términos de definición de política, cobertura y estrategia de implementación, el Plan a través de su Dirección ha buscado y generado grandes consensos y acuerdos con la Administración de Educación y sus autoridades para enfocar prioridades y resolver problemas del sistema educativo en su conjunto con distintos niveles de éxito. Dicho de otra forma, PLAN CEIBAL existe para y por el sistema educativo público uruguayo y es una herramienta de apoyo que los tomadores de decisión de la Administración deben utilizar para el bien común del estudiantado y profesorado uruguayo.

Desde una mirada sistémica y considerando las dimensiones no tecnológicas, la otra cara de la moneda plantea que el propio diseño institucional por fuera del Sistema Educativo es un flanco abierto para la aceptación, naturalización e internalización de las políticas y los procesos de cambio hacia la adopción de *Nuevas Tecnologías*. En definitiva, el diseño institucional del Plan tiene como objetivo ser un punto de apalancamiento [29] del sistema educativo para aquellos aspectos que se consideran inerciales dentro del sistema y que por su propia lógica y dinámica serían sumamente costosos (en tiempo y/o recursos) de resolver y esta decisión de diseño tiene las ventajas y desventajas ya mencionadas.

En tanto política de Gobierno, el Plan es parte de la estrategia *Uruguay Digital* coordinada por

---

<sup>8</sup>Web de la Red de Voluntarios de Apoyo a PLAN CEIBAL : <http://rapceibal.info/> [acceso 31 de mayo de 2016]

AGESIC<sup>9</sup> que se expresa en la Agenda Digital Uruguay 2011-2015 y varias de las metas dependen de las acciones de PLAN CEIBAL<sup>10</sup>. Las líneas estratégicas de la agenda se observan en el anexo A.2.

Desde el punto de vista de los partidos políticos, las mediciones indican que existe un alto nivel de aprobación por parte de dirigentes políticos y simpatizantes de los distintos partidos, el cual se ha mantenido desde el comienzo del Plan hasta el día de hoy como se reseña en [30].

Para un análisis del Plan bajo la óptica de política pública se puede consultar [31].

### 3.4. Dimensión Educativa

En esta sección se verá sucintamente el modelo pedagógico en el que se sustentan la propuesta educativa del Plan y cómo este interactúa a nivel del sistema educativo público uruguayo.

Hay consenso de que a escala mundial cada vez se gastan más recursos en la educación [13] en tanto cada vez hay mayor deserción, desmotivación y desencanto por los sistemas formales educativos [32] y las pruebas estandarizadas como PISA<sup>11</sup> no logran captar en sus mediciones los nuevos fenómenos de aprendizaje que vienen dados entre otras cosas por las nuevas tecnologías de educación.

Parecería ser que tanto el *Sistema Educativo* como la forma de medirlo provienen de un paradigma anterior: la búsqueda de la estandarización. Desde las reformas educativas de la segunda mitad del siglo XIX con José Pedro Varela como reformador del modelo uruguayo y su obra "La educación del Pueblo"[33] hasta los estudios actuales de nuevos modelos innovadores y disruptivos (ver por ejemplo [34] se observa en esencia que los modelos tradicionales han sido diseñados con el criterio de universalizar la educación, extenderla a las grandes masas proletarias que se iban incorporando al sistema de producción capitalista y requerían una instrucción básica. Esa parece ser la gran paradoja hoy día. El modelo fabril sobrevivió hasta nuestros días en una cultura educativa tradicionalista y en gran medida tecnofóbica [8].

Con ese diagnóstico de alguna forma PLAN CEIBAL toma como referencia la matriz de cambio propuesto por Michael Fullan et al. [12] esquematizado en **3-1**.

En sus trabajos más recientes basados en el proceso de investigación-acción de *Nuevas Pedagogías para el Aprendizaje Profundo*[15] Fullan define las mismas como

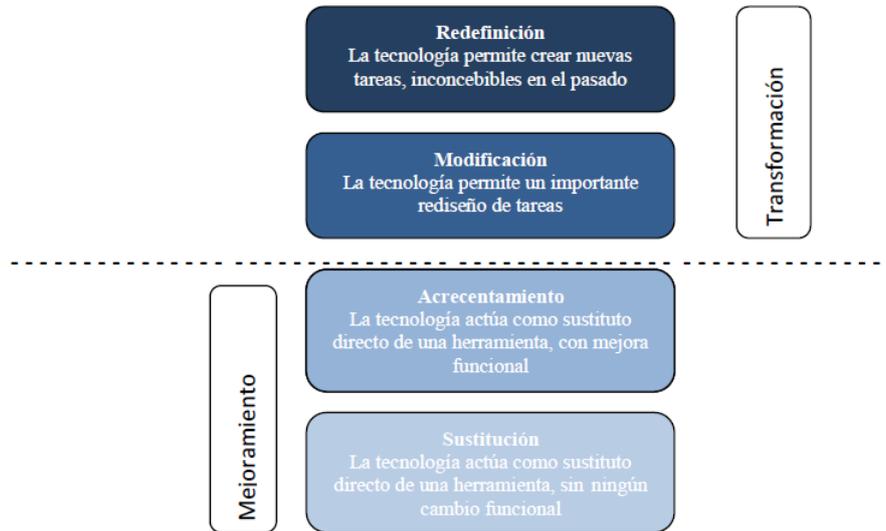
un nuevo modelo de asociaciones para el aprendizaje entre estudiantes y docentes  
cuya finalidad es alcanzar los objetivos del aprendizaje en profundidad... .. facilitado  
por el acceso digital generalizado

En tal sentido también es posible relevar nuevas corrientes de investigación que tratan (más allá de la búsqueda de un nuevo modelo teórico) construir a partir de experiencias las bases de lo que

<sup>9</sup><http://www.agesic.gub.uy/> [acceso 31 de mayo de 2016]

<sup>10</sup><http://uruguaydigital.uy/> [acceso 31 de mayo de 2016]

<sup>11</sup>Programme for International Student Assessment de OCDE



**Figura 3-1..** MODELO DE MEJORAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN

podría llamarse la Educación del Siglo XXI o la Educación para las nuevas generaciones digitales en un contexto de uso masivo de nuevas tecnologías. En particular destaca la de “Aprendizaje Invisible” de Cristóbal Cobo y John Moravec [14].

En medio de este proceso en ebullición que comprende por un lado un nivel de oferta tecnológica extremadamente rico y hasta agresivo (basta con ver la oferta en ferias prestigiosas de academia-industria de tecnología educativa como BETT en Londres<sup>12</sup> o CES en Las Vegas<sup>13</sup> se encuentra PLAN CEIBAL, adoptando en muchos casos tecnologías y metodologías ya probadas y en otros tantos marcando el camino y pagando el precio de ser los “primeros en llegar”).

### 3.4.1. Red Global de Aprendizaje Profundo

Lo que se ha de llamar Red Global es una iniciativa internacional liderada por el equipo de Michael Fullan a nivel mundial y que ha puesto a Uruguay en un selecto grupo de países que desarrollan la iniciativa bajo un cluster o red educativa.

El marco conceptual y metodológico es escrito por Fullan y Langworthy en [35] y tiene la particularidad de que cada país miembro forma su comité líder de implementación en su país de origen. En el caso de Uruguay los líderes coordinadores son uno por el propio Plan Ceibal y uno por ANEP<sup>14</sup>.

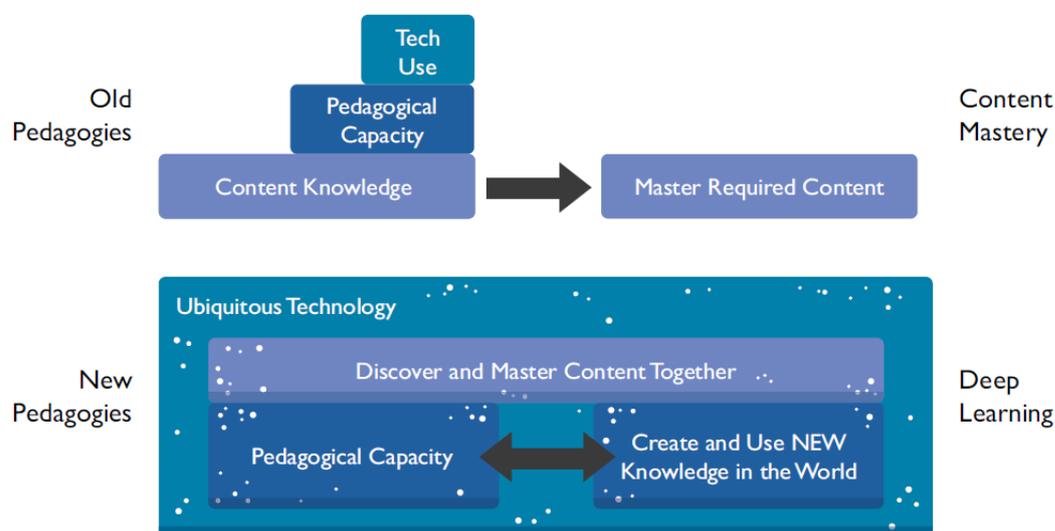
<sup>12</sup><http://www.bettshow.com/> [acceso 31 de mayo de 2016]

<sup>13</sup><http://www.cesweb.org/> [acceso 31 de mayo de 2016]

<sup>14</sup>entrevista con cluster líder de Uruguay Cecilia de la Paz

Según el propio Fullan los objetivos del “aprendizaje en profundidad son que los estudiantes adquieran competencias y disposiciones que los preparen para ser creativos, estar conectados y ser capaces de resolver problemas en forma colaborativa durante toda la vida, así como que sean seres humanos sanos y holísticos que...”, “no solo contribuyan al bien común, sino que también lo creen”.

La figura 3-2 muestra las diferencias entre el modelo educativo representativo del Siglo XX en los sistemas educativos formales y la propuesta de las *nuevas pedagogías de aprendizaje profundo*. Se debe aclarar que el modelo propuesto por Fullan no es un modelo acabado ni mucho menos, pero sí es una apuesta rigurosa y sistemática de condensar en un nuevo sistema de ideas las nuevas concepciones entorno a los procesos de enseñanza-aprendizaje facilitados por las nuevas tecnologías de información y comunicación. Allí aparecerán conceptos como aprendizaje adaptativo, personalizado, orientado a problemas, colaborativo, basado en proyectos, híbrido, entre otros.



**Figura 3-2.** DIFERENCIA ENTRE NUEVAS Y ANTERIORES PEDAGOGÍAS

En el enfoque propuesto las herramientas y recursos digitales son uno de tres componentes principales que al integrarse facilitan los resultados del aprendizaje. Los otros dos componentes son las *nuevas asociaciones para el aprendizaje*, es decir nuevas formas de relacionarse y el cambio en los roles que toma cada actor en el proceso y finalmente las tareas de aprendizaje en profundidad que son aquellas que permitirán practicar el proceso de aprendizaje, crear nuevos conocimientos y nuevas habilidades.

Hasta aquí no se ha mencionado el propósito de este nuevo modelo. El paradigma propuesto por la Red Global propone que el aprendizaje profundo tiene que darse para desarrollar y evaluar las *habilidades clave para el futuro*. En este punto existe vasta literatura y definiciones [36, 6], aunque se observa que las mismas convergen a un tronco común las cuales fueron resumidas por Fullan en las denominadas “6 C”:

- **Educación del Carácter:** inculcar valores de honradez, autorregulación, responsabilidad, empatía con los demás, bienestar personal, habilidades para la carrera laboral y la vida.
- **Civismo:** conocimiento y sensibilidad global, respeto hacia otras culturas, compromiso social y ambiental.
- **Comunicación:** poder transmitir eficazmente en forma oral y escrita y con distintos recursos y medios, así como tener capacidad de escucha.
- **Pensamiento Crítico y resolución de problemas:** poder tomar decisiones y pensar en términos de diseño y gestión de proyectos con objetivos definidos.
- **Colaboración:** trabajo en equipo, aprender y contribuir al aprendizaje de los demás, habilidades de trabajo en redes y empatía para el trabajo en equipo.
- **Creatividad:** Generación de un espíritu innovador, emprendedor en lo económico y social, en busca del cambio, de nuevas ideas y del liderazgo para la acción.

Se puede considerar que la Red Global en el caso uruguayo está en proceso de definición de un marco conceptual y estratégico para el impulso de las nuevas pedagogías de aprendizaje profundo que abarque al conjunto de acciones e iniciativas del Plan como parte de una estrategia común.

### 3.4.2. Diseñando el Cambio

Merece especial atención la iniciativa *Diseñando el Cambio* basado en la metodología de Pensamiento de Diseño<sup>15</sup> que lleva al menos tres años de rodaje y que consiste en una convocatoria anual para que colectivos docentes y estudiantes de centros educativos de enseñanza primaria y media puedan proponer proyectos de cambio en sus propios centros.

Es probablemente una de las respuestas más ricas a la pregunta *¿y ahora qué?* de John Moravec en el capítulo 11 de [4] en el sentido de que este proyecto busca un ambiente más colaborativo, orientado a la resolución de problemas locales, que permita desarrollar un espíritu innovador y que pueda ampliar el impacto que los centros educativos tienen sobre sus estudiantes y a la inversa.

### 3.4.3. Plataformas educativas en línea

Hay en la actualidad cinco plataformas ya maduras e impulsadas por Plan Ceibal desde hace al menos tres años<sup>16</sup>:

- **Plataformas CREA y CREA 2:** Aula virtual que permite desarrollar el ambiente de clase, unidades didácticas, tareas domiciliarias, repositorios, blogs, colaboración entre docentes y

<sup>15</sup>Forma parte a su vez de un movimiento global denominado Design for Change : <http://www.dfeworld.com/> [acceso 31 de mayo de 2016]

<sup>16</sup>Extraído de <http://www.ceibal.edu.uy/> [acceso 31 de mayo de 2016]

otras interacciones en una web. CREA fue basada en la plataforma española *Educativa*<sup>17</sup>, la primera versión fue instalada para toda primaria y secundaria en 2012-2013. CREA 2 es basada en *Schoology*<sup>18</sup> y comenzó por usarse con los docentes de Ceibal en Inglés en 2013 y a partir de 2014 sustituyó a CREA para todo el sistema.

- **Plataforma Adaptativa de Matemática, PAM:** Basada en la plataforma alemana Bettermarks<sup>19</sup>. Es destinada a Educación Primaria y Media y pone a disposición de docentes y estudiantes más de 100.000 ejercicios agrupados en series. Permite al profesor conocer fortalezas y dificultades de cada estudiante y trabajarlas personalmente. También permite al estudiante trabajar en forma individual aumentando o disminuyendo los niveles de complejidad según precise el usuario.
- **Biblioteca Digital Multimedia:** Esta herramienta en línea es una verdadera mediateca que cuenta con recursos de todo tipo para estudiantes, maestros y docentes. Las categorías de recursos son principalmente: libros de texto que cubren la currícula, libros recreativos, audiocuentos, fichas didácticas, videos didácticos, material visual y específico para docentes.
- **EDU:** Es tal vez la plataforma más incipiente de las que se enumeró. De origen uruguayo, pone a disposición textos inteligentes diseñados para el plan de estudios uruguayo en un entorno fácil y motivador para el alumno y el docente. Disponibles para Física y Química de 5° año de Educación Primaria. Existe una línea de trabajo en curso para incorporar este formato en cursos del ciclo básico de Enseñanza Media.

### 3.4.4. Ceibal en Inglés

En 2012 PLAN CEIBAL realizó un piloto de enseñanza de inglés remota para niños de primaria y a partir de allí escaló el proyecto hasta llegar a la cifra de 3800 grupos de clase en simultáneo en 2015, es decir cerca de 100.000 estudiantes de los años 4° a 6° de primaria cubiertos por el programa de inglés. El programa educativo se lleva a cabo en conjunto con la institución British Council<sup>20</sup> encargada de desarrollar la propuesta pedagógica y de contenidos. En ese sentido PLAN CEIBAL es responsable de la infraestructura tecnológica y de los servicios de soporte asociados para el correcto funcionamiento de las clases.

La finalidad del programa es promover la igualdad de oportunidades para todos los alumnos de Educación Primaria, universalizando la enseñanza del idioma a través de herramientas que ayudan a disminuir de la brecha educativa y social. A su vez, el uso de modalidades innovadoras de enseñanza pretende potenciar la motivación del aprendizaje. Se hicieron a la fecha dos evaluaciones de aprendizaje del Programa de inglés con resultados alentadores<sup>21</sup>.

<sup>17</sup><http://www.educativa.com> [acceso 31 de mayo de 2016]

<sup>18</sup><https://www.schoology.com/> [acceso 31 de mayo de 2016]

<sup>19</sup><http://de.bettermarks.com/> [acceso 31 de mayo de 2016]

<sup>20</sup><http://www.britishcouncil.uy/> [acceso 31 de mayo de 2016]

<sup>21</sup>Ver: <http://www.ceibal.edu.uy/art%C3%ADculo/noticias/institucionales/EVALUACION> [acceso 31 de mayo de 2016]

En definitiva el proyecto ha logrado el objetivo de universalizar en conjunto con la modalidad tradicional de docente presencial el acceso al aprendizaje de calidad de una lengua extranjera a alumnos y docentes de todo el país.

## 3.5. Dimensión Tecnológica

En cuanto a lo tecnológico existe una serie de dispositivos e infraestructura de Tecnologías de la Información (TICs) y servicios que introduce el Plan a nivel de aula y centro escolar. En esta sección se presentan los que tienen que ver con los dispositivos de usuario final y con la infraestructura física y de red en los centros.

### 3.5.1. Dispositivos de usuario final (laptops y tabletas)

A la fecha PLAN CEIBAL tiene cerca de 700.000 beneficiarios activos que incluyen a los estudiantes de escuela y enseñanza media así como a maestros y profesores. De ellos unos 100.000 dispositivos son tablets de los niños de primer y segundo año de primaria.

Cada dispositivo que entrega PLAN CEIBAL incluye software generado a medida para cada universo de beneficiarios. Así, por ejemplo las tabletas educativas que van destinadas a los niños de 6 y 7 años cuentan con un mecanismo de control parental que le da a los padres o responsables del niño la posibilidad de habilitar o deshabilitar aplicaciones y otras tareas administrativas.

#### Software Ceibal

PLAN CEIBAL desarrolla a medida las imágenes de software (sistema operativo y aplicaciones) que funcionan en los dispositivos. Todas las imágenes de software que actualmente desarrolla y mantiene el Plan para sus beneficiarios son basadas en sistemas de código abierto o semiabierto: gnu-linux para laptops y android para tabletas. Los servidores de los centros educativos son basados en tecnología linux bajo licencias *GPL*<sup>22</sup>

El Plan no renuncia a la posibilidad de elegir el tipo de software a instalar tanto en sistema operativo de dispositivos como en servidores para los distintos tipos de servicios de conectividad y demás pero reconoce las bondades y flexibilidad que brindan los entornos de código libre [37] y las utiliza.

#### Hardware Ceibal

El Plan cuenta con un laboratorio técnico y de ingeniería para el soporte de hardware y análisis de fallas que genera el *know how* de mantenimiento y reparación de dispositivos.

---

<sup>22</sup>Licencia Pública General: [https://en.wikipedia.org/wiki/GNU\\_General\\_Public\\_License](https://en.wikipedia.org/wiki/GNU_General_Public_License) [acceso31demayo2016] Última visita: 31 de mayo de 2016

### 3.5.2. Infraestructura de Red Ceibal con acceso a internet

La RED CEIBAL básicamente incluye los servicios de conectividad WiFi y de Videoconferencia. Los grandes números de la red son:

- 99 % de las escuelas primarias, secundarias, centros de formación docentes e inspecciones (2500 centros educativos)
- 95 % de la matrícula (700000 beneficiarios) conectados por banda ancha en el centro educativo
- 10.000 puntos de acceso wifi instalados para dar cobertura y capacidad en los salones de clase
- 2500 servidores educativos y enrutadores distribuidos en los locales
- 1500 salas de videoconferencia que cubren el 95 % de los centros educativos urbanos del país

Sobre las características de RED CEIBAL se profundiza en la sección IV.

### 3.5.3. LabTed: Laboratorios de Tecnologías Digitales

Esta iniciativa propone redefinir y darle un significado distinto a la tradicional aula de informática de Educación Media “...transformándola en un espacio de trabajo que promueve el trabajo colaborativo y la integración de lo tecnológico y lo cognitivo al tiempo de estimular el pensamiento lógico y la creatividad...” [38].

Para la realidad uruguaya, la experiencia LabTed, más que un proyecto es un *mainstream* o corriente dominante de trabajo en los liceos y escuelas técnicas de enseñanza media en donde se han generado laboratorios con desarrollo de experiencia de aprendizaje de las siguientes dos categorías:

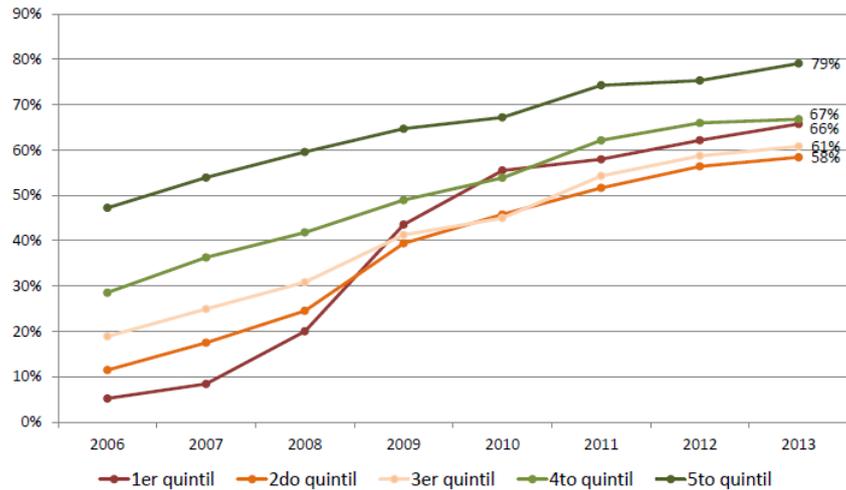
- *Laboratorio de Innovación Tecnológica*: Desarrolla proyectos de Robótica educativa, taller de videojuegos, sensores físico-químicos, códigos QR y realidad aumentada e Impresoras 3D.
- *Laboratorio de Multimedia*: Desarrolla en el centro educativo un laboratorio de experimentación sonora y audiovisual.

La población objetivo es los docentes y alumnos de educación media de todo el país y la cobertura del proyecto en 2014 significó que 220 centros educativos (entre ellos: 116 liceos, 66 escuelas de UTU, 12 centros de formación docente y 15 escuelas primarias) han implementado la iniciativa. En 2015 la iniciativa se expandió a más de 300 centros (80 % del universo deseado) y se espera expandir la iniciativa para cubrir en los próximos años un total de 450 locales educativos.

## 3.6. Dimensión Social

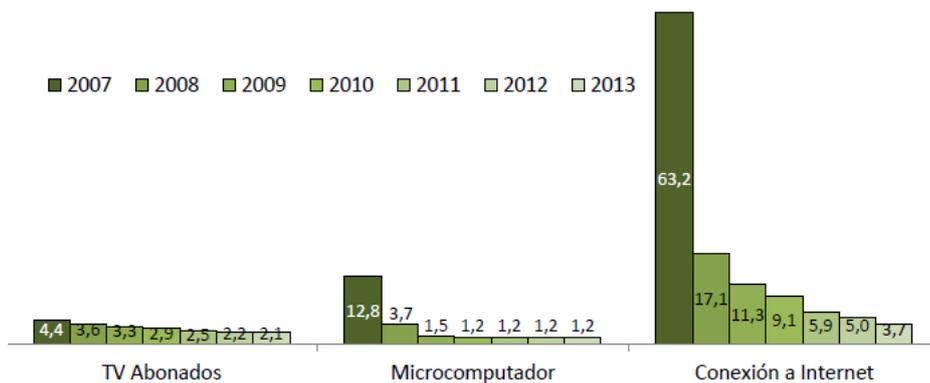
Se ha dicho hasta ahora que PLAN CEIBAL es esencialmente un proyecto de inclusión social. Es claro al menos en el discurso cuando se repasa por ejemplo los objetivos vistos. Desde su origen

PLAN CEIBAL se propuso abatir la Brecha Digital garantizando el acceso a la información y el conocimiento por medio de dispositivos de uso personal y conexiones a internet. En gran medida este objetivo fue logrado. Se muestra en **3-3** para el caso de ordenadores personales por quintil, extraído del informe oficial del departamento de Monitoreo y Evaluación del Plan [39].



Fuente: Datos 2006-2013 elaboración propia Dpto. Monitoreo y Evaluación - Plan Ceibal en base a microdatos de la ECH-INE.

**Figura 3-3.. ACCESO A MICROCOMPUTADOR, SEGÚN QUINTILES DE INGRESO PER CÁPITA. TOTAL PAÍS EN % DE HOGARES**



**Figura 3-4.. BRECHA DE ACCESO A TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN ENTRE LOS EXTREMOS DE LA DISTRIBUCIÓN(PARA TOTAL PAÍS URBANO)**

En **3-4** se ve la evolución de la brecha digital para el acceso de ordenadores personales, tv para abonados y acceso a internet, calculada como el cociente entre el acceso que presenta el décimo decil (en% de personas) respecto al acceso del primer decil (en% de personas). Las brechas muestran una tendencia clara a disminuir, en el caso de microcomputadoras está estable y cercano

al 0 (no hay brecha de acceso) y en 2013 la mayor caída se observa en la brecha de acceso a internet.

Ahora, cuando se introduce los conceptos *brecha digital, inclusión y equidad en el acceso* se debe ser muy cuidadosos en el significado que contienen. Aquí se ha de tomar, de tantas posibles definiciones la establecida por Ana Rivoir *et al* en [8] en tanto brecha digital como fenómeno *multidimensional*, no sólo de acceso a dispositivos e internet sino de apropiación y uso significativo para el individuo y para la comunidad en cuestión. Esto último es de suma importancia dado que lo que originalmente se podría haber visto como un cambio simbólico en la sociedad uruguaya, a más de 9 años de entregada la primera computadora la prioridad debe ser el *cómo* y el *para qué* utiliza nuestra población, en particular la estudiantil, las herramientas que PLAN CEIBAL pone a disposición.

Otros autores prefieren utilizar el término alfabetización informática que incorpora los aspectos del manejo adecuado de la información [40, 41, 42].

Según Gascue [43] Ana Laura Rivoir y Lucía Pittaluga concluyen, en una investigación realizada en 2011 que a nivel de la comunidad el Plan ha contribuido a la reducción de la brecha digital en cuanto acceso y conectividad pero que falta avanzar en la apropiación social y de las familias, hecho que implica iniciativas de carácter integral y transversal a las diferentes políticas públicas y programas en territorio [44].

También en 2011 PLAN CEIBAL y la Universidad de la República en un trabajo denominado *Plan Ceibal e Inclusión Social* desde una perspectiva interdisciplinaria publican tres artículos de investigación coordinados por Ana Rivoir [8]: el primero de ellos analiza los impactos educativos, el segundo aborda la reducción de la brecha digital y la inclusión social y el tercero estudia el impacto del Plan en el desarrollo cognitivo y lingüístico de los niños y analiza conductas de uso, trabajo colaborativo y desarrollo del pensamiento crítico. Los tres trabajos reconocen avances producidos por el Plan, aunque a veces parciales en las distintas temáticas abordadas.

### 3.6.1. Desarrollo Social y Comunitario

En consideración de las dificultades de abordaje antes planteadas y como parte de la planificación estratégica, PLAN CEIBAL instrumentó desde hace al menos 4 años dos iniciativas de fuerte componente social y comunitario, denominadas *Aprender Tod@s* y *Espacios Ceibal*.

#### **Aprener Tod@s**

Es un proyecto de inclusión digital de las familias de los estudiantes y vecinos, tomando como referencia y apoyo el centro educativo, el cual es resignificado y revalorizado. Se encuentran distribuidos principalmente en las capitales departamentales y centros urbanos de mayor población. Cada comunidad en torno a un centro educativo planifica y desarrolla un proyecto de inclusión digital en función de sus intereses y sus necesidades.

Según la documentación del proyecto [45] el objetivo general del programa es "...promover una

mayor apropiación de los recursos brindados por el Plan Ceibal para el aprendizaje y la inclusión social, a través de estrategias participativas que promuevan un uso significativo por parte de los docentes, los estudiantes y sus familias. Se busca simultáneamente lograr un impacto positivo en la alianza pedagógica docentes - familias y en el logro de mayores niveles de aprovechamiento de las TIC para el aprendizaje...”.

La cobertura en 2014 alcanzó 335 escuelas urbanas de los quintiles 1 y 2, 23 escuelas técnicas de UTU, 7 escuelas agrarias y cerca de 500 estudiantes de magisterio distribuidos en todo el país. A partir de 2015 se empezó a trabajar en la asociación con la figura del Maestro Comunitario y para 2016 está proyectada la incorporación de cerca de 650 Maestros Comunitarios como referentes del programa a nivel local en las escuelas de contexto crítico.

### Espacios Ceibal

Los Espacios Ceibal [46] son centros de referencia en localidades relativamente pequeñas, que encuentran en un local físico, apoyo específico para el uso y apropiación de TIC's. Esta iniciativa se sustenta en la integración y asociación de PLAN CEIBAL con otras organizaciones, programas y redes sociales insertos a nivel comunitario, cuya misión y objetivos tengan relación -directa o indirecta- con la inclusión digital, educativa y social.

Los objetivos de la iniciativa son:

- Lograr un mejor aprovechamiento de los recursos del Plan disponibles a nivel individual y comunitario
- Descentralizar la atención cara a cara a los usuarios del Plan a nivel nacional
- Facilitar el acceso a información relativa a PLAN CEIBAL

En la actualidad el proyecto cobra vida en unas 60 localidades de todo el país.

### 3.6.2. Vinculación con la Academia, la Sociedad y el Conocimiento

Desde que comenzó PLAN CEIBAL existió un estrecho lazo tanto con la sociedad civil organizada como con la academia uruguaya. Se describirá en las siguientes líneas las iniciativas que a juicio del autor han tenido, tienen y tendrán mayor impacto en territorio.

Los actores ineludibles en estas órbitas han sido, por un lado la Red de Apoyo a PLAN CEIBAL , una red de voluntariado organizada para poder colaborar en territorio con las iniciativas del Plan <sup>23</sup> que comenzara a funcionar en 2007 y continúa con gran actividad hasta nuestros días y por otro lado la Universidad de la República como impulsora de ámbitos de investigación<sup>24</sup> y de extensión

<sup>23</sup><http://rapceibal.info/> [acceso 31 de mayo de 2016]

<sup>24</sup>ya se ha citado por ejemplo los trabajos del ObservaTics de Facultad de Ciencias Sociales encabezados por Ana Laura Rivoir entre otros

con el denominado Proyecto *Flor de Ceibo*<sup>25</sup>.

En relación a iniciativas propias de PLAN CEIBAL se destaca a continuación el desarrollo del *Centro Internacional de Estudios Ceibal* o *Fundación Ceibal*.

### 3.6.3. Centro de Estudios Fundación Ceibal

En enero de 2015 PLAN CEIBAL lanza la *Fundación Centro Internacional para el Estudio de los Programas de Inclusión Digital* o simplemente *Fundación Ceibal*. Según sus estatutos fundacionales su objeto es *Promover, facilitar y realizar estudios de carácter nacional e internacional sobre programas de inclusión digital en el sistema educativo, y contribuir a las generación y difusión de conocimiento innovador en la temática.*

La creación de este Centro de Estudios e Investigación independiente, es también un ejemplo del interés por estudiar los nuevos caminos que se han adoptado para orientar las temáticas en torno al aprendizaje y la mediación de las tecnologías dentro y fuera del sistema de educación formal. La generación y la promoción de investigación independiente y de excelencia se visualiza desde la Fundación como una oportunidad única de análisis, debate y transferencia de conocimiento que permitirá apoyar la toma de decisiones desde los diferentes actores del Sistema Educativo, así como entender el uso de las tecnologías digitales en la formación y promoción de mejores oportunidades.

La Fundación Ceibal ha definido las siguientes líneas de investigación prioritaria que guían sus proyectos y acuerdos:

- *Usos sociales de las TIC y cultura digital*: prácticas de uso y generación de conocimiento; alfabetización, fluidez y madurez digital; sujeto, ciudadanía e identidad digital; comunidades y redes sociales; cambios en la cultura escolar.
- *Recursos y plataformas*: Producción y apropiación de recursos educativos; accesibilidad, usabilidad e inclusión; dispositivos móviles y BYOD; Tecnologías DIY (*Do it yourself* o hazlo tú mismo).
- *Nuevas formas de conocer, aprender, enseñar y evaluar*: nuevas pedagogías y tecnologías; cognición y meta-cognición; nuevos enfoques curriculares; multi-entorno de aprendizaje; aprendizaje formal, informal y no formal; autoaprendizaje y personalización.
- *Logros ampliados en el aprendizaje*: desempeño y rendimiento; evaluación de logros en el aprendizaje tanto formal como informal; efectos en el aprendizaje escolar; nuevas rúbricas, métricas e indicadores.
- *Educadores en la era digital*: formación inicial y uso de tecnología; Innovación en la profesionalización docente; el docente como un trabajador del conocimiento: motivación y reconocimiento; perfiles docentes en el siglo XXI; nuevas formas de impulsar el desempeño.

---

<sup>25</sup><http://www.flordeceibo.edu.uy/> [acceso 31 de mayo de 2016]

En sus primeros 15 meses de vida, la Fundación ha llevado adelante instancias de formación y discusión y financiado proyectos de investigación gracias a acuerdos con distintas entidades nacionales e internacionales. Por ejemplo, en el año 2015 el Centro de Estudios-Fundación Ceibal financió junto con la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) 12 proyectos de investigación orientados a aportar datos originales vinculados a aspectos sociales y/o educativos del Plan Ceibal y enmarcados en las líneas de investigación de la Fundación.

Convenios con universidades, fundaciones de educación, industrias tecnológicas, y gobiernos extranjeros, completan la agenda de la Fundación en pos del reconocimiento nacional, regional y la internacionalización de la investigación desarrollada en el marco del PLAN CEIBAL.

Su primer y actual Director General es el investigador Cristóbal Cobo<sup>26</sup>.

---

<sup>26</sup><http://fundacionceibal.edu.uy/es/users/ccobo> [acceso 31 de mayo de 2016]

# 4. Estado del Arte

## 4.1. Sobre el concepto de Innovación

### 4.1.1. Introducción

El concepto de innovación tiene sus orígenes en la obra del economista austríaco Joseph Schumpeter denominada “Teoría del Desarrollo Económico” escrita y publicada en 1911 [47], revisada y ajustada en “Business Cycles, A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process”, escrita en 1939 [48].

Una definición práctica y de uso corriente hoy día, la cual muchos gobiernos e instituciones toman para el diseño de políticas y estrategias de innovación es la dada por el Manual de OSLO [49]. A continuación se transcribe la correspondiente a la tercera edición, del año 2005.

**Definición 1. Innovación:** “...es la introducción de un producto (bien o servicio) o de un proceso, nuevo o significativamente mejorado, o la introducción de un método de comercialización o de organización nuevo aplicado a las prácticas de negocio, a la organización del trabajo o a las relaciones externas.<sup>1</sup>”

A su vez se definen cuatro tipos de innovación como corolario de la definición anterior: de *producto*, de *proceso*, *comerciales* y *organizativas*. Para una definición precisa ver Anexo A.3.1.

### Innovación y Economía en la actualidad

En la actualidad se asocia a la innovación con la competitividad de una empresa o de un país así como con la capacidad de adaptación a los cambios. Se dice que si una empresa no es innovadora entonces está destinada a desaparecer. En el caso de los países se establece una estrecha vinculación entre innovación, competitividad y desarrollo. En esta lógica distintos organismos mundiales han desarrollado dos índices: el *Global Competitiveness Index* o GCI [50] y el GII [51] o *Global Innovation Index*.

EL GCI es publicado anualmente desde 1979 por el Foro Económico Mundial. El informe de 2014-2015 evaluó 144 economías de países a lo largo y ancho del mundo. Según lo que propone el GCI, el índice de competitividad mide la habilidad de los países de proveer altos niveles de prosperidad a sus ciudadanos. Uruguay fue rankeado en la posición 80 para este año, en la posición 85 para el informe 2013-2014, en la posición 74 para el informe 2012-2013 y en el puesto 63 para el puesto

---

<sup>1</sup>El manual de OSLO se ha tomado como fuente de referencia por gobiernos e industrias para el diseño de políticas referidas a ciencia, tecnología e innovación principalmente.

2011-2012. Dentro de los sub-indicadores que definen el indicador global se destaca el acceso a internet en locales educativos donde Uruguay aparece en la posición 17 a nivel mundial.

El GII por su parte es co-producido anualmente por la Universidad de Cornell, el INSEAD y la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). En su fundamentación establece que la innovación es importante para impulsar el progreso económico y la competitividad, tanto para las economías desarrolladas como para las economías en desarrollo. Cada vez más gobiernos están situando la innovación como camino central de sus estrategias de crecimiento. En segundo lugar, cada vez existe una mayor conciencia de que la definición de innovación es más vasta, y que no se limita a los laboratorios y centro de investigación de I+D y a la publicación de artículos científicos y patentes. La innovación puede tener, y tiene, un carácter más general y horizontal, y engloba también la innovación social y la innovación del modelo de empresa entre otros aspectos.

El informe 2014 ubicó a Uruguay en el puesto 72 a nivel mundial, en el puesto 52 en 2013 y en el puesto 67 en 2012. A escala global, Uruguay se comporta en “mitad de tabla” tanto para el índice global de competitividad como el de innovación. En la región latinoamericana Uruguay oscila en los últimos cuatro años entre el puesto 5 y el puesto 10.

En los países en vías de desarrollo, en particular los latinoamericanos, la innovación se ha valorado por sus gobiernos también como sinónimo de desarrollo [52, 53, 54]. Muchos países han implementado en la última década sistemas de innovación para fortalecer las capacidades innovadoras de un país. No es la excepción de Uruguay que ha fundado un gabinete nacional de innovación y una agencia nacional de innovación, denominada ANII <sup>2</sup> en el marco de un plan estratégico nacional de Ciencia Tecnología e Innovación (PENCTI).

### **Innovación en Educación**

La OCDE<sup>3</sup> publicó en 2014 un trabajo denominado “Midiendo la innovación en la educación” [55] en donde realiza un trabajo sistemático de medición de innovación en centros educativos y en el aula en los países miembro. En dicho documento y en base a la definición 1 extiende una posible definición de innovación en la educación:

**Definición 2. Innovación en Educación:** *Es la implementación o introducción de (1) un nuevo producto o servicio (por ejemplo textos educativos), (2) nuevos procesos para brindar dichos servicios (por ejemplo el uso de TICs para brindar dichos servicios), (3) nuevas formas de organizar las actividades (por ejemplo TICs para comunicarse con estudiantes y padres) y (4) nuevas técnicas de marketing (por ejemplo para atraer la población al local educativo). Estas nuevas prácticas se pueden ver como mejoras en el proceso educativo en algún aspecto en particular.*

De todas maneras, como el propio informe plantea, la noción de “mejora” se puede percibir de manera diferente según el actor, su punto de vista y el objetivo que persigue.

<sup>2</sup><http://www.anii.org.uy/> [acceso 31 de mayo de 2016]

<sup>3</sup>Organización fundada en 1961, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) agrupa a 34 países miembros y su misión es promover políticas que mejoren el bienestar económico y social de las personas alrededor del mundo. Fuente:<http://www.oecd.org> [acceso 31 de mayo de 2016]

### 4.1.2. Evolución del concepto de innovación

El primer elemento que se quiere agregar al concepto de innovación es el de evaluación o valoración. Según Echeverría en [56] “Trátense de innovaciones económicas, sociales, políticas o de otro tipo, uno de los requisitos para que algo nuevo sea innovador es que sea valorado positivamente, y por múltiples agentes, en función de sus respectivos criterios de evaluación. No hay innovación sin valoración previa”.

Incorpora así el proceso de evaluación de usuarios introducido por Von Hippel en 2005. También coloca la idea de que no hay innovaciones exitosas sin la aceptación y adopción de las mismas a un nivel de incorporación en los hábitos y las costumbres de las personas. Es decir, la innovación se legitima una vez que pasa a ser valorada positivamente por una sociedad (valor axiológico a decir de Albornoz [52]) a través de un proceso de evaluación y adopción.

El segundo elemento que se quiere introducir es el de *Destrucción Creativa* de Schumpeter [16]: es aquel que se da cuando una tecnología, proceso o industria queda obsoleta al surgir una que la sustituye. Este proceso según el autor es inevitable y será posible únicamente “evitar su derrumbamiento estrepitoso e intentar convertir una huida, que puede llegar a ser un centro de efectos depresivos acumulativos, en una retirada ordenada”.

En ese mismo sentido es posible argumentar que la innovación puede traer efectos negativos en el sistema en que se aplica y es fundamental tenerlos en cuenta para minimizar sus efectos. Según el sociólogo argentino Mario Albornoz [52]:

Hay una amplia discusión acerca de tales efectos negativos de la innovación (entendida como conocimiento científico y tecnológico puesto en valor), tanto sobre el empleo, como sobre aspectos ambientales y sociales. Si se considera que la innovación tiene que ver con el modo de acumulación capitalista, en un escenario competitivo, los efectos negativos remiten al precio que una sociedad esté dispuesta a pagar por elegir determinado estilo de desarrollo. Si se considera, en cambio, que la innovación es un fenómeno indisolublemente ligado a los avances científicos, entonces los efectos negativos pueden ser vistos en el marco de cierto desencanto con las promesas de la ciencia. En definitiva, se acusa a la innovación (como a la propia ciencia) de generar desempleo, destrucción creativa y acumulación monopólica.

Es interesante ver la carga valorativa que introduce Albornoz en lo que son los resultados económicos, ambientales y sociales que ocurren luego de la introducción de una innovación. Queda la pregunta abierta de porqué tiene que ser negativo per se disponibilizar mano de obra de una industria que ha quedado “obsoleta” y poder volcarla en un sector de actividad que pueda generar mayores rentas para el país, el inversor y el trabajador.

### El proceso de innovación

Volviendo a Etcheverría, se incorpora su definición de proceso de innovación, al decir que:

Hay quienes idean las innovaciones, quienes las apoyan y promueven, quienes las desarrollan o implementan, quienes las difunden y, finalmente, quienes las adoptan y utilizan.

Finalmente introducimos el concepto de difusión de Rogers, 1962 [57] que también es utilizado por el propio Etcheverría:

Difusión es el proceso mediante el cual una innovación es comunicada a miembros de un sistema social a través de ciertos canales a lo largo del tiempo.

### 4.1.3. Innovación según Schumpeter

Es difícil clasificar la teoría schumpeteriana del desenvolvimiento económico [47] dentro de las teorías económicas clásicas. Según Schumpeter no se basa en la especialización y la división del trabajo como indica Adam Smith o en el cambio tecnológico exógeno como señalan las primeras versiones del modelo de crecimiento neoclásico. Schumpeter introduce la figura del *emprendedor* como agente motor de un proceso de transformaciones continuas en la organización de la producción que configuran un avance no lineal de la sociedad [54]. Según Schumpeter el *emprendedor* (que no corresponde necesariamente con el empresario) es el motor de cambio de la sociedad capitalista, es quien provoca el desenvolvimiento económico y entiende por desenvolvimiento económico a “...solamente a los cambios de la vida económica que no hayan sido impuestos a ella desde el exterior, sino que tengan un origen interno” en contraposición con la *adaptación* que es todo cambio producido en el sistema económico como respuesta a un estímulo externo.

En esa línea, según Schumpeter “...lo que importa es que se hagan cosas nuevas con los factores existentes, que se los combine de formas más eficientes, que se creen nuevos productos. El emprendedor es el agente que genera esas innovaciones”. En [16] analiza la evolución del Capitalismo y concluye que el avance de las economías se da de manera inevitable hacia el socialismo “...pero no por el fracaso del capitalismo como señalara Marx, sino por su éxito.”

La *función de producción* según Schumpeter es el resultado de la combinación de los factores productivos, es decir la relación de productividad entre las cantidades producidas y el nivel de uso de los insumos y recursos necesarios para conseguir tal producción. En las teorías estacionarias como la neoclásica las combinaciones posibles de insumos son conocidas por lo que dado el precio de un producto en el mercado queda determinado el nivel óptimo de producción (considerando un comportamiento de rendimientos marginales decrecientes) dentro de los escenarios conocidos de producción de forma de maximizar el beneficio económico.

Para Schumpeter lo que importa no es la lista de planes de producción posibles o conocidos sino conocer cuáles planes se desconocen y se podrían llegar a implementar. Cuando un emprendedor o una empresa identifica nuevas combinaciones posibles de factores que permiten una mejora en la comercialización de su producción o introduce un cambio tecnológico que modifica directamente la función de producción de la empresa lo cual le daría mayor productividad entonces se establece

que el emprendedor ha innovado [54].

En definitiva, Schumpeter define las innovaciones en general como el hallazgo de nuevas combinaciones en los factores de producción gracias al uso de nuevos conocimientos, técnicas o tecnologías, es decir la incorporación al sistema conocimiento que es cualitativamente nuevo, no incluido en la configuración económica anterior.

Para una clasificación de los tipos de innovaciones de Schumpeter ver el Anexo A.3.2

### Definición de Innovación Radical

En la introducción del concepto de innovación, para Schumpeter las innovaciones radicales son las importantes debido a que son “...cambios revolucionarios y transformaciones decisivas”. Estas innovaciones aportan novedades que son totalmente distintas para el mercado y la sociedad, mientras que las innovaciones incrementales caen bajo un análisis estático, “debido a que no rompen lo que se tiene definido hasta el momento a pesar del grado de novedad que desarrollan” siendo menos riesgosas y necesitan menor inversión.

En [58] Pérez y Freeman proponen la siguiente taxonomía de innovaciones en la que integran y extienden los conceptos de Schumpeter de innovación radical y revolución tecnológica:

- **Innovación incremental:** también denominada innovación evolutiva, ocurre relativamente seguido en las industrias o áreas de actividad y está asociada a las mejoras introducidas en los procesos productivos o creativos con el objetivo de mejorar la eficiencia y en definitiva la reducción de costes en la producción. Pueden ser de producto como de proceso u organizacional.
- **Innovación radical:** es un evento discontinuo y típicamente surge como resultado de actividades de investigación y desarrollo en empresas, universidades y laboratorios de investigación. Tienen como finalidad la obtención de un medio novedoso que acapare el mercado al cual se destina. Combinan innovaciones de producto, proceso y organizacionales. En general tienen un impacto estructural localizado en el tipo de industria o sector al que pertenece.
- **Cambios de “sistema tecnológico”:** Afectan varias ramas de la economía y dan paso a nuevos sectores de actividad. Se basan en la combinación de los anteriores tipos de innovación junto con innovaciones organizacionales y de gestión. Es un concepto análogo al de “constelación de innovaciones” de Schumpeter [47] que se relacionan económica y tecnológicamente.
- **Cambios en los paradigmas “tecno-económicos”:** Son cambios en los sistemas tecnológicos que expanden sus efectos más allá de toda cota a su aplicación y uso original y establecen una influencia dominante en la economía. No sólo llevan a un conjunto de cambios de productos, servicios, sistemas y procesos en una industria sino que afectan directa o indirectamente cualquier otra rama de la economía. Una de las principales características es la rápida reducción de costos relativos. El ejemplo típico de esto es el computador de uso personal, la internet y los teléfonos celulares. A estas innovaciones Schumpeter las denomina simplemente revoluciones tecnológicas”.

### **Destrucción creativa e innovación disruptiva**

Como se dijo, el concepto de Destrucción Creativa fue introducido por Schumpeter en “Capitalismo, Socialismo y Democracia” [16] para caracterizar el proceso por el cual una innovación de tipo radical revoluciona la estructura desde dentro y termina destruyendo la anterior industria al tiempo que crea una nueva que la reemplaza. Según Schumpeter

... la *destrucción creativa* es una forma desordenada en que el capitalismo se renueva. Las revoluciones tecnológicas existen como fuerza de cambio en la esfera económica y eso repercute en la sociedad y cómo ésta se adapta a las nuevas tecnologías. De esta manera, con esta revolución incesante, aparecen nuevas tecnologías, nuevos productos y nuevas formas de hacer las cosas, lo que muchas veces trae la contradicción y resistencia en las sociedades.

En otro pasaje de esta obra clásica Schumpeter refiere al proceso de Destrucción creativa de la siguiente manera:

Las empresas antiguas y las industrias establecidas desde antiguo, ya sean o no atacadas directamente, viven siempre inmersas en un vendaval perenne. En el proceso de la destrucción surgen situaciones en las que han de perecer muchas empresas que, sin embargo, habrían podido resistir una tormenta particular. En conclusión: no tiene, ciertamente, sentido tratar de conservar indefinidamente industrias que van quedando anticuadas; pero sí tiene sentido evitar su derrumbamiento estrepitoso e intentar convertir una huida, que puede llegar a ser un centro de efectos depresivos acumulativos, en una retirada ordenada. [48]

### **Innovación Disruptiva**

Sobre fines del siglo XX Christensen [59] acuñó el término *Innovación disruptiva* para aquellas innovaciones que generan nuevos mercados y que al final del día terminan desplazando mercados y modelos de negocios existentes.

Con estas definiciones, una innovación puede ser revolucionaria o radical en sentido de Schumpeter sin llegar a ser disruptiva dado que no introduce un nuevo mercado y también una innovación radical del tipo schumpeteriano puede tener una fuerza tal de cambio que desplaza mercados por lo que se estará en presencia de una innovación disruptiva. Dicho de otro modo, las innovaciones disruptivas son radicales pero no necesariamente a la inversa.

También asociado a la destrucción creativa y la disrupción está el concepto de curva de adopción que muestra la velocidad en la que los usuarios adoptan una innovación. En general se lo utiliza para describir el ya mencionado e importante concepto de *difusión de las tecnologías* [60, 57]. Como resumen observamos un gráfico extraído de [61] en **4-1**.

Finalmente, en la teoría de la gestión moderna, la innovación es vista como un proceso el cual puede ser de cierta manera controlado para mejorar los beneficios y resultados de la misma. En [61] se desarrollan los conceptos de la innovación a nivel organizacional en todas sus dimensiones y orientadas a la gestión.

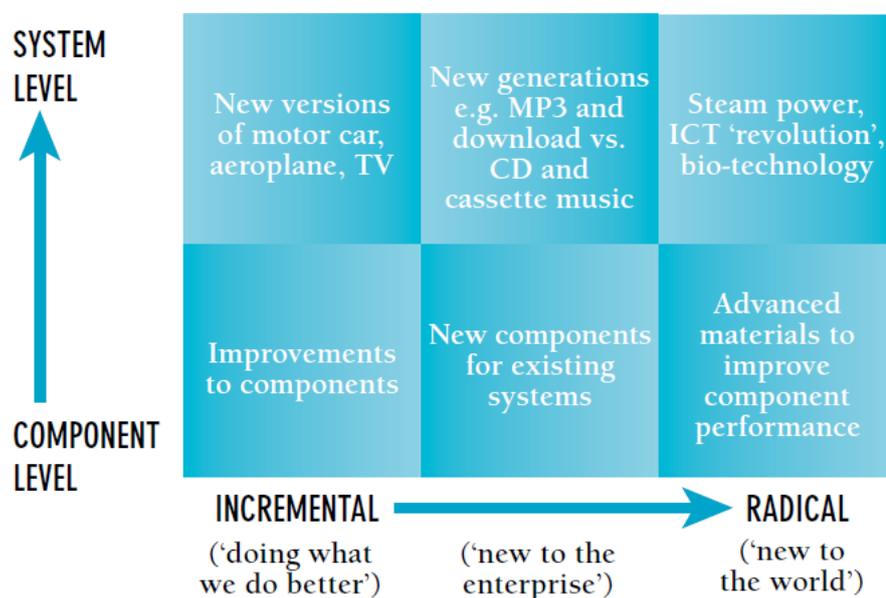


Figura 4-1.. CARACTERÍSTICAS DE INNOVACIONES INCREMENTALES Y RADICALES

#### 4.1.4. Innovación abierta de Chesbrough

Esta sección está basada en la obra “Open Innovation, Researching a New Paradigm” [62] editada por Henry Chesbrough, Wim Vanhaverbeke y Joel West publicada en 2006. Dicha obra es conocida como la fuente primaria del concepto de innovación abierta.

En el capítulo 1, Chesbrough sintetiza la definición de innovación abierta así como sus características y la comparación con el modelo tradicional de innovación en la industria [17]:

**Definición 3. Innovación abierta:** *El paradigma de innovación abierta puede entenderse como la antítesis del modelo tradicional y vertical de innovación donde el I+D interno desarrolla productos internos que luego se distribuyen por la empresa. Para definirla en una oración, la innovación abierta es el uso deliberado de flujos internos y externos de conocimiento para acelerar la innovación interna y expandir el mercado para el uso externo de la innovación respectivamente. El modelo de innovación abierta presupone que las empresas pueden y deberían utilizar ideas externas e internas, caminos internos y externos hacia el mercado en tanto buscan mejorar su tecnología. Los procesos de innovación abierta combinan ideas internas y externas para definir arquitecturas y sistemas. El proceso de innovación abierta utiliza modelos de negocio para definir los requerimientos de dichas arquitecturas y sistemas. El modelo de negocios utiliza tanto ideas externas como internas para crear valor en tanto define mecanismos internos para reclamar parte del valor.*

Un esquema del modelo de Chesbrough junto con las diferencias principales entre Innovación abierta y las teorías previas de innovación se observan en el Anexo A-1.

## 4.2. Innovación y Educación

### 4.2.1. Introducción

Las preguntas que surgen en este apartado son múltiples: ¿porqué es importante la tecnología en la escuela? o mejor dicho, ¿es realmente importante la tecnología en la escuela?, ¿cuáles son los desafíos del sistema educativo y en particular de los centros educativos en la integración de nuevas tecnologías en los procesos de aprendizaje?, ¿en qué aspectos puede facilitar el proceso pedagógico la incorporación de nuevas tecnologías de aula? y ¿cómo debe ser gestionado el cambio tecnológico en el sistema educativo, en los centros educativos y en los grupos humanos que lo conforman?. Estas son algunas de las preguntas que surgen con más frecuencia en la literatura y de cierta manera algunas de ellas se han ido contestando al menos parcialmente en secciones precedentes.

Interesa aquí no tanto tratar de responder tales preguntas sino presentar algunos enfoques que aparecen en escena para que de ellos el lector pueda tomar insumos para su propia reflexión.

El primer enfoque es el de innovación como cambio de paradigma. Aguerro y Xifra lo plantean en [63] como sigue:

¿Por qué hablar de paradigmas cuando pensamos en la innovación? Porque los cambios que hoy enfrentamos en nuestras escuelas requieren, ni más ni menos, cambios en los paradigmas que han estado definiendo las reglas de juego con las cuales nos hemos manejado hasta ahora. Una innovación en este momento implica saltar de paradigma, pasar de las reglas de juego que conocimos, con las que fuimos educados y formados, con las que hasta ahora nos hemos movido profesionalmente, a nuevas maneras de hacer las cosas, que deben ser inventadas otra vez.

Este enfoque de cambio de paradigma se vincula estrechamente con lo que se concibe como el nuevo modo de sociedad, ya no basada en la fábrica y la línea de producción sino en el conocimiento y la creatividad. Así lo plantea Juan Grompone en [64]:

...Ya no podemos pensar el mundo como una línea de montaje, una fábrica tradicional, debemos pensarlo como un taller de diseño...

Ahora, también vale al menos ensayar una respuesta al porqué de la importancia de la tecnología en el centro educativo en consideración de esta nueva sociedad y economía del conocimiento y aquello que se ha nombrado como nuevas competencias del Siglo XXI. Un abordaje posible se presenta en [65] y establece las siguientes cuatro categorías:

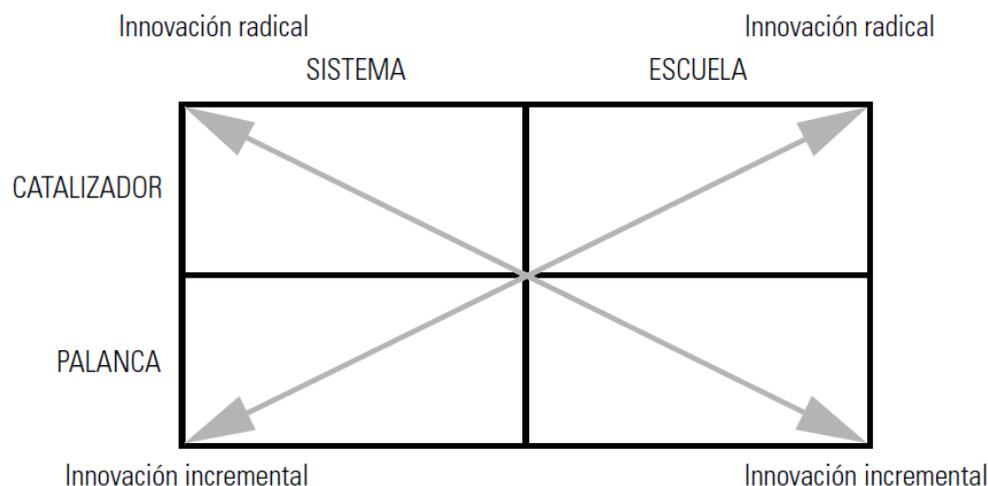
- **Demandas económicas:** La orientación de la economía y la sociedad hacia el conocimiento requiere una sociedad de aprendizaje en la que sea viable la actualización de capacidades y conocimientos constante en un escenario de globalización, cambios tecnológicos cada vez más acelerados y nuevas demandas. La formación en el transcurso de su vida educativa debería facilitar la adopción de competencias necesarias para la futura inserción en la vida laboral en una economía digital, basada en tecnología, conocimiento y de servicios.

- **Necesidades sociales:** La tecnología puede contribuir a la equidad en el acceso al conocimiento y la formación independientemente del sexo, raza, ubicación geográfica o cualquier otra característica o circunstancia. Esto como se observó puede ser un elemento de base para disminuir la brecha digital y lograr mejores niveles de inclusión social por esta vía. Superada la etapa de acceso por medio de políticas públicas será igual de importante pensar cómo atacar la segunda brecha digital, la que deviene de las diferencias existentes en los entornos y contextos socioculturales.
- **Cambios culturales:** Los centros escolares deberían no sólo ofrecer una visión de la cultura clásica, académica o tradicional del ámbito escolar sino hacer partícipes a los educandos y participar los líderes del proceso educativo en la creación de nuevos formatos y contenidos de la cultura digital.
- **Expectativas pedagógicas:** A priori podría pensarse que las expectativas pedagógicas son las más sólidas para justificar la adopción de nuevas tecnologías en el ámbito educativo. Se busca un cambio de “paradigma pedagógico” en donde la tecnología juega un rol de catalizador para el cambio educativo y la reconfiguración de roles de profesores y alumnos. Aún las miradas más críticas de los sistemas educativos tradicionales y de las reformas basadas en los cambios tecnológicos confieren a los nuevos medios tecnológicos un papel importante en una eventual reinención.

Lo cierto es que no existe consenso sobre cuál es el nuevo diseño educativo basado en las nuevas tecnologías educativas y el universo de opiniones es muy variado desde los más optimistas hasta los más pesimistas. Cuban en [66] plantea una visión sumamente crítica. En [65] se establece un análisis de lo que podría considerarse buenas prácticas y prácticas que no funcionan. En todo caso, como se ha expresado en capítulos anteriores, el eje de la cuestión es ver qué usos de la tecnología en el proceso de aprendizaje generan mejoras. Las formas de aprender han cambiado mucho en las últimas dos décadas [14] y si bien comienza a haber consenso en las competencias necesarias a aprender en el trayecto educativo, lejos se está de saber a ciencia cierta cuáles son las pedagogías, técnicas y tecnologías que aseguren el éxito desde el punto de vista educativo y académico.

Según Brunner [67] “El gran reto es la innovación. Innovar a nivel macro pero también a nivel micro, a nivel de las escuelas” y dice que este reto es muy grande dado que “...se busca mejorar en América Latina la calidad y resolver la equidad en el acceso, objetivo doble que aún no se ha logrado a nivel mundial de manera efectiva”. El autor introduce una clasificación de innovaciones incrementales y radicales tanto en el sistema educativo como en el local educativo basado en [68]. Allí las innovaciones incrementales son “palancas” para las innovaciones radicales y las innovaciones radicales son catalizadores de grandes transformaciones en el sistema y en la escuela. Véase la ilustración en 4-2.

El autor también sugiere que la utopía de comienzos de los '80 de que la tecnología iba a ser un catalizador de grandes cambios a nivel de escuelas y luego se expandiría a todo el sistema se redujo a algunos cambios incrementales y avances parciales pero también con nuevas dificultades y desafíos para los centros educativos.



**Figura 4-2..** INNOVACIONES COMO PALANCAS Y CATALIZADORES DE CAMBIOS EN LOS SISTEMAS EDUCATIVOS SEGÚN MODELO DE VENEZKY.

Ya en [69] los autores van un paso más y proponen considerar la incorporación de TICs en la educación como elemento de innovación disruptiva y definen una innovación disruptiva como una “...solución nueva que ofrece respuestas a quienes, antes de la aparición, no tenían opciones disponibles.” y establece que la medida de éxito de la introducción de nueva tecnología, por ejemplo los netbooks, se da por su potencial de mejora continua, es decir su flexibilidad para responder cada vez mejor a las necesidades del sistema educativo, docentes y estudiantes, aportando a los aprendizajes necesarios para la inserción en la sociedad en que viven.

Como síntesis de las ideas expresadas se observa que la innovación en la educación está ligada por un lado fuertemente a la tecnología y por otro lado a los resultados educativos.

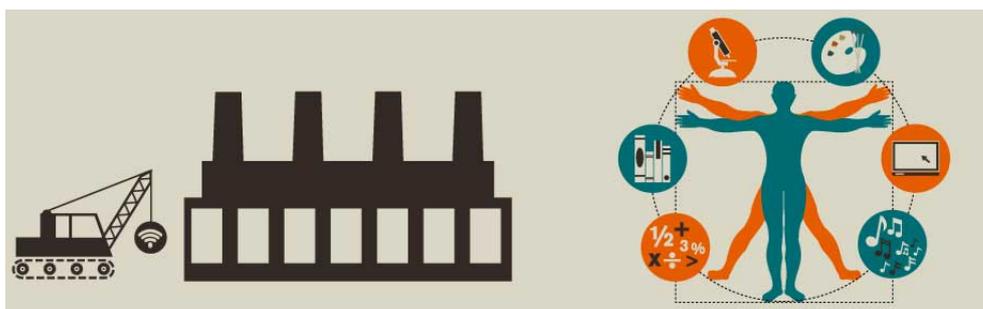
El concepto de innovación en educación que tomará el presente trabajo será *todo cambio, ya sea tecnológico, pedagógico, de procedimiento, de gestión u otro que aporte valor o lo mismo es decir que mejore resultados en la dimensión en que se los mida, pudiendo ser esta dimensión social, cultural, educativa, económica o la definida por el sistema.*

En ese sentido, las innovaciones tecnológicas serán aquellas referidas a introducción de tecnologías propiamente dichas y su grado de innovación estará necesariamente ligado a los objetivos con que estas se introducen en el sistema, en el centro educativo y en el aula y al impacto que estas logran.

## 4.2.2. El modelo 1 a 1 de innovación en tecnología educativa

### Introducción

Ya se ha dicho que el desafío de los sistemas educativos en general es convertir el paradigma fabril de educación en uno centrado en el estudiante, personalizado, flexible y evolutivo **4-3**.



**Figura 4-3.** MODELO FABRIL Y MODELO PERSONALIZADO BASADO EN TECNOLOGÍAS PARA LA EDUCACIÓN.

Existen extensas compilaciones y reportes en torno a la introducción de tecnologías digitales en la educación [70, 71, 18] así como de los efectos y evaluación de la introducción de tales tecnologías en el aprendizaje y procesos educativos [72, 73].

Hasta mediados de la década del '90 el modelo dominante de uso de computadoras era el laboratorio de informática. Bajo ese paradigma la computadora funcionaba (o funciona) de manera similar al pizarrón de clase. Sin embargo, la modalidad 1 a 1 viene a ser el análogo al cuaderno de clase [10].

De todos los modelos de tecnología educativa existentes (puede ver [70, 63]) este trabajo se centrará en el modelo 1 a 1. Para conocer la historia previa a PLAN CEIBAL de modelos 1-1 se puede leer [74, 18].

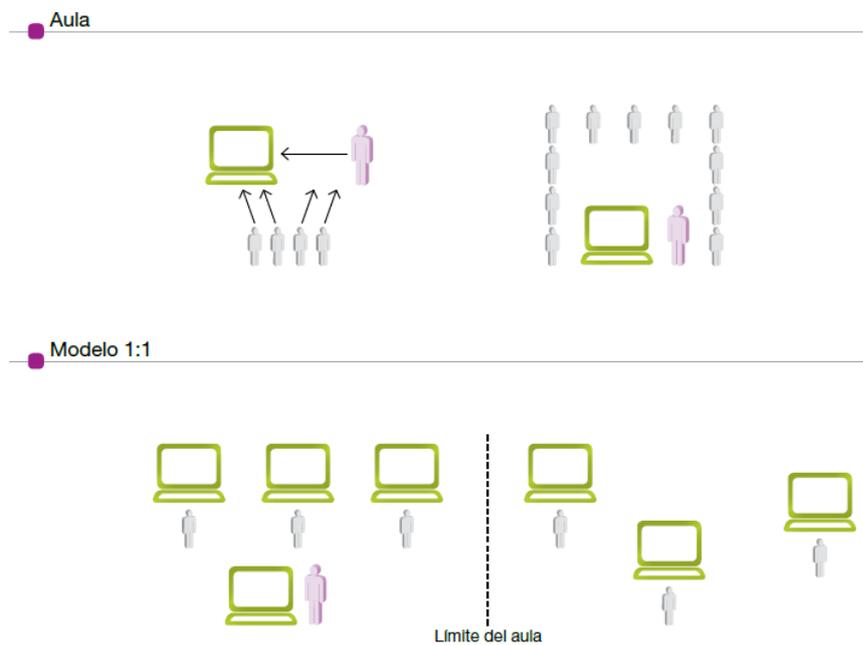
En [6] los autores compilan las experiencias a nivel país de todos los gobiernos de América Latina y el Caribe y desarrollan sus características principales hacia el año 2011. Se destaca un alto nivel de adopción del modelo 1 a 1 en la política pública de este continente. En tanto en [75], trabajo realizado por la Unión Europea en 2013 se analiza la realidad del modelo 1 a 1 en enseñanza media de los países miembros y se concluye que existe un muy bajo nivel de adopción del modelo en promedio destacándose el grado de adopción relativamente alto de España, Noruega y Dinamarca principalmente.

En la literatura científica se asocia las iniciativas 1 a 1 con el mundo “pobre”. De ello es evidencia por ejemplo [76] que analiza críticamente el modelo 1 a 1 propuesto por OLPC al tiempo que compila el estado del arte de la implementación OLPC a nivel mundial.

En la sección siguiente se introduce una definición de modelo 1 a 1 y se indica sus características principales.

### Definición del modelo 1 a 1

El concepto básico del modelo 1 a 1 está dado por el acceso de cada alumno a un computador ya sea para el trabajo dentro del aula como fuera de ella. Este concepto como se vio deriva de las ideas de Seymour Papert [2] hace unos 45 años en los laboratorios de MIT y las primeras implementaciones comenzaron en forma experimental a principios de la década de los '90 [74].



**Figura 4-4.** EL MODELO DE AULA VS EL MODELO 1 A 1. FUENTE: [10]

Se recurrió a [10], realizado en el marco del Programa argentino **Conectar Igualdad**<sup>4</sup> para dar la siguiente definición:

**Definición 4. Modelo 1 a 1:** *la distribución de equipos de computación portátiles a estudiantes y a docentes en forma individual, de modo que cada uno podrá realizar múltiples tareas, conseguir un acceso personalizado, directo, ilimitado y ubicuo a la tecnología de la información, dando lugar, de manera simultánea a una vinculación entre sí y con otras redes, en un tiempo que excede el de la concurrencia escolar.*

En un proyecto como PLAN CEIBAL esta definición es parcial. Hace falta incorporar los conceptos de escala y sustentabilidad. Para un estudio del caso Ceibal se puede ver [77].

<sup>4</sup>Programa de Presidencia de la República Argentina en modalidad 1 a 1 orientado a los estudiantes y docentes de enseñanza media que lleva más de 4 millones de netbooks entregadas. <http://www.conectarigualdad.gob.ar> [acceso 31 de mayo de 2016]

De esta forma, la definición 4 lucirá para el caso de un proyecto que debe mantenerse y mejorarse a través del tiempo de la siguiente manera:

**Definición 5. Modelo 1 a 1 sostenible:** *la distribución de equipos de computación portátiles a estudiantes y a docentes en forma individual y el **desarrollo y mantenimiento de los soportes tanto tecnológicos como educativos y de gestión a lo largo del tiempo**, de modo que cada beneficiario podrá realizar múltiples tareas, conseguir un acceso personalizado, directo, ilimitado y ubicuo a la tecnología de la información, dando lugar, de manera simultánea a una vinculación entre sí y con otras redes, en un tiempo que excede el de la concurrencia escolar*

### Características del modelo 1 a 1

Las principales características de un modelo 1 a 1 son:

- **Personalizado:** El usuario se apropia del dispositivo y lo adapta a sus necesidades y gustos. El estudiante es libre de acceder fuera del ámbito educativo a programas, aplicaciones, redes y otros medios sin mediación del docente.
- **Ubicuo e híbrido:** Las fronteras del aula se vuelven difusas así como los “puestos de trabajo”. Se habilita las modalidades de aprendizaje semipresencial o en inglés *blended learning*<sup>5</sup>
- **Múltiples tareas:** Se habilita una cantidad importante de tareas potenciales tales como búsqueda y procesamiento de información, producción audiovisual, producción escrita y difusión, entre otras.
- **Formal e informal:** se fomentan así instancias de aprendizaje dentro y fuera del espacio formal de aprendizaje.

### Características específicas de Plan Ceibal

Como se ha indicado en el Capítulo 3 un aspecto central del Plan es que los dispositivos son propiedad del alumno. Esta definición de la política extiende la apropiación de los dispositivos fuera de las fronteras del ámbito educativo y permite o facilita las modalidades no presenciales y el aprendizaje informal.

Al mismo tiempo destaca la universalidad de la política, lo cual realmente representa una medida efectiva de equidad. Dicha universalidad también se pretende para el acceso a internet como ya fue observado.

Para cerrar la lista se vuelve a mencionar el foco en la sostenibilidad del PLAN CEIBAL en sus diversas facetas: tecnológica, social, pedagógica e institucional, entre otros aspectos incorporando una política de calidad orientada a la mejora e innovación continua de los procesos y a la transparencia<sup>6</sup>

<sup>5</sup>Definición de Wikipedia: [http://es.wikipedia.org/wiki/Aprendizaje\\_semipresencial](http://es.wikipedia.org/wiki/Aprendizaje_semipresencial) [acceso 31 de mayo de 2016]

<sup>6</sup><http://www.ceibal.edu.uy/art%C3%ADculo/noticias/institucionales/transparencia> [acceso 31 de mayo de 2016]

## 4.3. Estudios Prospectivos

### 4.3.1. Introducción

“Desconocemos el futuro... Sin embargo como educadores somos los principales responsables de la formación de los ciudadanos del futuro”[78].

A la frase anterior de John Moravec se puede sumar la figura de los padres quienes tienen una responsabilidad si no mayor igual para con la formación de los ciudadanos del futuro.

¿Qué son y por qué importan los estudios futuros? Esas dos preguntas se contestarán en esta sección. Cuando se piensa en estudios futuros se puede caer en el lugar común de la ficción o de la profecía [79] ya que el interés por adivinar el futuro y acertar en las decisiones cualquiera fuere su naturaleza data del propio origen de las civilizaciones.

Si bien la prospección no tiene relación con lo místico, lo mágico, lo metafísico o lo religioso, comparte el objetivo con algunas de estas tradiciones en tanto querer conocer cuál será el futuro para tomar decisiones en el presente [78].

El propósito general de los métodos de investigación y de estudio futuro es identificar futuros posibles sobre los cuales se define una política y se implementa una estrategia asociada. Dicho de otro modo, a través de la mejor comprensión del futuro mejores decisiones se pueden tomar y por consecuencia mejorar la planificación estratégica [61].

Debe quedar claro que los estudios futuros no plantean un determinismo aunque ayudan en la construcción y orientación del futuro. Si fuesen estudios determinísticos, se habría encontrado la forma de predecir el futuro con las incalculables implicancias que eso puede llegar a tener para la humanidad entera.

A su vez como plantean los autores de [80], las técnicas prospectivas se deben incluir en un *proceso prospectivo* en el que se identifica y se selecciona los métodos más adecuados para el diseño de la prospección y su interacción con el proceso de toma de decisión estratégica. Rafael Popper [9] establece una clasificación de estudios futuros amplia y variada en el denominado *Diamante de Prospección* o en inglés *Foresight Diamond*. Se resume las técnicas utilizadas según su enfoque epistemológico y metodológico en la figura 4-5.

Los estudios futuros se basan en fuertes comunidades de investigadores, autodenominado futuristas. Entre ellas se destaca el movimiento francés de gestión estratégica liderado por Michel Godet, *Futuribles*<sup>7</sup>, el proyecto *Milenium*<sup>8</sup> y la *Federación Mundial de Estudios Futuros, WFSF*<sup>9</sup> entre otros.

---

<sup>7</sup><https://www.futuribles.com/fr/> [acceso 31 de mayo de 2016]

<sup>8</sup><http://www.millennium-project.org/millennium/FRM-V3.html> [acceso 31 de mayo de 2016]

<sup>9</sup><http://www.wfsf.org/> [acceso 31 de mayo de 2016]

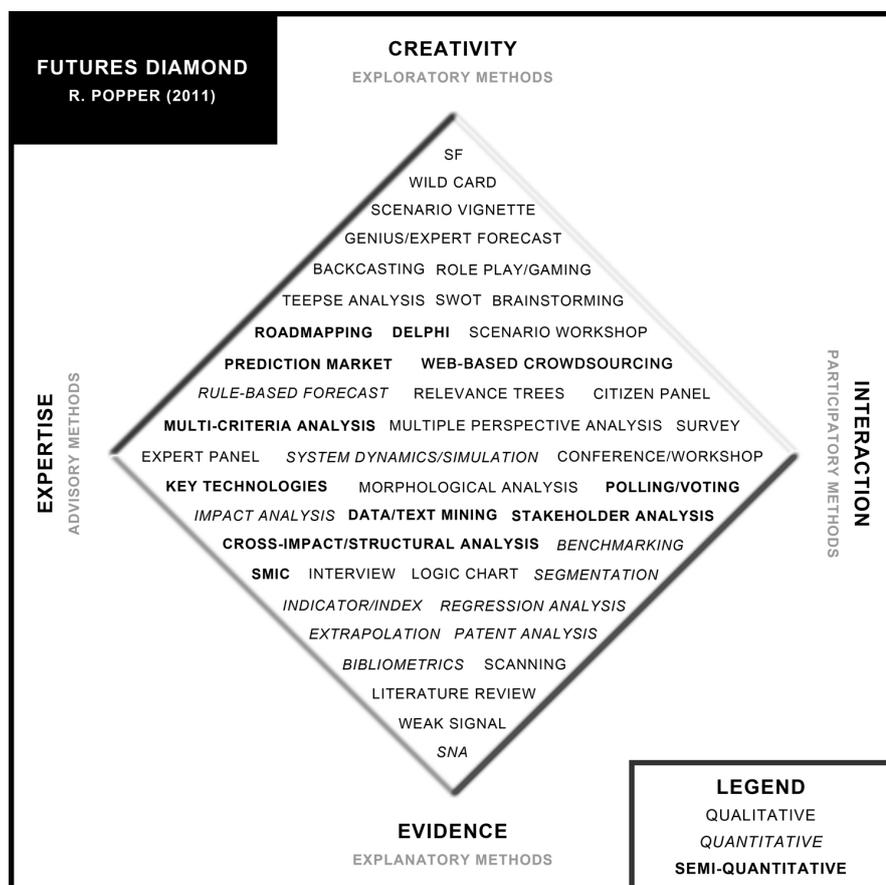


Figura 4-5.. DIAMANTE DE LOS FUTUROS DE RAFAEL POPPER ET AL

A continuación se describe las dos técnicas de estudios futuros utilizadas en la presente tesis, a saber: Construcción de Escenarios y Metodología Delfi.

### 4.3.2. Construcción de Escenarios

#### Motivación

Como bien se plantea en [78], dado que no es posible conocer con precisión el futuro, la esencia de la construcción de escenarios futuros es la de ayudar a comprenderlo mejor. La motivación principal es la de "... analizar, no de *elegir* la opción favorita de entre un menú de posibles futuros".

Es cierto también que la anterior definición ubica los estudios futuros en un proceso exploratorio o descriptivo, aunque también es sabido que existen estudios de escenarios futuro del tipo normativo [81, 82].

### Definición y Objetivos

¿Qué es un escenario futuro? Probablemente existen tantas definiciones como autores. De la revisión bibliográfica realizada se toman las siguientes tres:

**Definición 6. Escenarios 1** *Los escenarios son historias sobre el futuro cuyo objetivo es tomar mejores decisiones en el presente [83].*

**Definición 7. Escenarios 2** *Un escenario es una descripción de una situación posible de futuro, incluyendo un camino de desarrollo que lleva a dicha situación [82].*

En cualquier caso, la definición de escenario no representa una descripción completa de la realidad sino que establece aspectos medulares de dicha situación futura basado en construcciones hipotéticas. En ese sentido la última definición que se introduce es la siguiente:

**Definición 8. Escenarios 3**

*Los escenarios son secuencias hipotéticas de eventos que se construyen con el propósito de enfocar la atención en procesos causales y puntos de decisión [84],*

Esta última definición fue dada por Herman Kahn<sup>10</sup>, estratega por el lado de los Estados Unidos de América en el proceso conocido como Guerra Fría.

Son interesantes a su vez las tres concepciones sobre el futuro que presenta [82]: el futuro es predecible, el futuro es evolutivo (no predecible) y el futuro es maleable (construible).

Si bien el presente trabajo se basará en la tercera visión del futuro, es decir en que las decisiones de hoy afectan y moldean el mañana también es cierto que se entiende que el futuro presenta rasgos de las tres miradas. En “*Creating Futures*” Michael Godet [85] afirma lo siguiente: “...el mundo cambia pero los problemas permanecen iguales...” lo cual tiene un claro mensaje de que hay cosas que se van a dar en el futuro y pueden ser conocidas de antemano.

Los objetivos principales del uso de construcción de escenarios son la exploración/investigación, la difusión, la creación y concreción y la toma de decisiones en la estrategia de una organización o iniciativa.

En el marco de la tesis la construcción de escenarios se realizará con objetivos de exploración y aporte para la discusión y toma de decisiones.

### Método de construcción de escenarios

Existen diversos métodos y enfoques para la construcción de escenarios. Sintetizando los enfoques metodológicos de [86, 82] el método es esencialmente un procedimiento con los siguientes pasos básicos:

- Identificar las dimensiones de los escenarios
- Identificar los factores clave que influirán en el futuro

---

<sup>10</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Herman\\_Kahn](https://en.wikipedia.org/wiki/Herman_Kahn) [acceso 31 de mayo de 2016]

- Identificar los rangos de valores que podrán tomar las diferentes dimensiones y los estados que podrán alcanzar los factores clave
- Priorizar las combinaciones de dimensiones y factores clave
- Validar los Escenarios
- Difundir y visualizar los Escenarios

Este procedimiento de seis pasos será la base metodológica para la construcción de escenarios de la presente tesis.

### 4.3.3. Metodología Delfi

Como plantean Lindsay y Turoff en [87] definir precisamente la metodología Delfi sería establecer que ya no existe progreso en el desarrollo de la metodología. Aún más, plantean que la metodología aún está en su infancia y que es un verdadero desafío para la ciencia seguir desarrollándola. De todas maneras, establecen una noción de metodología Delphi como sigue:

**Definición 9. Metodología Delfi:** *Delfi debe ser caracterizado como un método para estructurar un proceso de comunicación de un grupo de manera que el proceso permita efectivamente al grupo de individuos como un conjunto manejar un problema complejo.*

La mayoría de la literatura sobre la metodología plantea que Delfi es un método para estudiar futuros a largo plazo y no sirve para predecir acontecimientos futuros sino para lograr *consensos* en torno a un problema [78, 88].

En términos generales, el método Delfi es un proceso iterativo, normalmente de dos a tres rondas que tiene una serie de cuestionarios realimentados y ajustados por las respuestas de los participantes quienes conforman el panel de expertos de la investigación. Es de tipo cualitativo (también podría clasificarse como semi-cuantitativo dado el uso de técnicas cuantitativas en el proceso de iteración), normativo y exploratorio y sus principales características son anónimo, de debate controlado y basado en la respuesta estadística del grupo[78].

Los orígenes según [89] se remontan a los años de la década del '30 del pasado siglo, siendo utilizado por la Universidad del Estado de Ohio en Estados Unidos como método de desarrollo de criterios de evaluación de los egresados.

Pero fue bajo la iniciativa del Departamento de Defensa estadounidense denominada RAND a fines de los años 1950 y principios de los 1960 que se comenzó a generalizar el uso de la metodología a distintas disciplinas, entre ellas a la innovación educativa [90].

Los pasos básicos de la metodología Delfi en una concepción clásica se presentan en [89] basados a su vez en el trabajo de Stewart y Shamdasami [91]:

1. Escribir cuestionario inicial
2. Seleccionar el panel de expertos
3. Distribuir el cuestionario inicial (Ronda 1)
4. Recolectar y analizar las respuestas de la Ronda 1
5. Realimentar al panel de expertos con las respuestas de la Ronda 1, formular el segundo cuestionario basado en las respuesta de la Ronda 1 y distribuirlos (Ronda 2)
6. Recolectar y analizar las respuestas de Ronda 2

7. O bien comenzar una nueva ronda o analizar resultados finales
8. Distribuir los resultados a los panelistas

Moravec plantea en [78] un esquema similar en donde permite entender más claramente cómo se conforma la opinión en una adaptación del trabajo de Gordon en [88]. Esto se puede observar en el Anexo A.4. En esta nueva descripción se hace hincapié en la consecución del consenso de grupo. Este punto es uno de los puntos discutibles de la metodología. Según algunos autores de gran peso como el propio Turoff [87] consideran que hay que valorar las divergencias y no necesariamente llegar a consensos.

Hoy en día se utiliza fuertemente en los campos de la Educación como ya se ha visto [89] y en la Medicina entre otros campos, de manera de ordenar y formar consenso sobre distintas temáticas que no están cerradas [92, 93].

### **Dificultades del método Delphi**

Se reconoce algunas dificultades asociadas a la metodología en sí y a su implementación. Entre ellas, Lindsay y Turoff plantean las siguientes, algunas de ellas no necesariamente exclusivas de Delfi:

- Elección de un panel experto adecuado
- No hay un formato Delfi estándar o predeterminado
- El proceso está sometido a la honestidad y criterio del responsable de la investigación
- Es posible no interpretar correctamente las opiniones de los panelistas debido a diferencia en el lenguaje, la lógica o los modelos mentales
- Es una tarea relevante mantener la motivación y el compromiso del panel de expertos

En la actualidad las rondas delficas se realizan en formato electrónico. En [94] también se planteaba las dificultades existentes antes de que hubiese herramientas digitales para distribuir, procesar y almacenar la información de las rondas. A su vez plantea como una desventaja o riesgo importante la posibilidad de desmotivación de los participantes y consecuente retiro en el proceso. Para ello establece algunos criterios a tener en cuenta que serán revisados en la discusión metodológica de la presente investigación.

### **Método Delfi aplicado a tecnología Educativa**

Algunas aplicaciones de la metodología Delphi en el ámbito educativo destacadas son el *K-12 Horizon Project*<sup>11</sup> del *New Media Consortium* en su edición mundial [11] y en su edición iberoamericana

---

<sup>11</sup><http://k12.wiki.nmc.org/> [acceso 31 de mayo de 2016]

[95], la tesis doctoral de John Moravec [96] y la tesis doctoral de Jerry Somerville y [94].

Es de especial interés para el presente trabajo el primero de estos, el *K-12 Horizon Project* dado que tiene por objetivo establecer cuáles son las tecnologías, desafíos y tendencias más importantes para los siguiente cinco años en educación. Lo interesante es el marco de trabajo propuesto y sobre todo la revisión literaria hecha por decenas de expertos de todos los continentes. De esta forma para la presente investigación, el *K-12 Horizon Project* será una referencia metodológica y punto de partida de posibles preguntas y listas de tecnologías críticas en el aula en línea, tendencias de corto, mediano y largo plazo y desafíos de implementación.

El trabajo que se presenta se apoyará en buena medida en el *K-12 Horizon Project* en dos aspectos principales: el uso de la revisión literaria y resultados de la misma, es decir la identificación por grupo de expertos de la lista larga de *Nuevas Tecnologías* y por otro lado en el enfoque metodológico, que ha resultado ser claro y directo.

## 4.4. La Red Ceibal y el Consumo de Internet

### 4.4.1. Introducción

Esta sección presentará los conceptos básicos para comprender la infraestructura de telecomunicaciones instalada por PLAN CEIBAL en los centros educativos públicos del país<sup>12</sup>. Como se observó en el capítulo introductorio, PLAN CEIBAL se comprometió fuertemente a brindar junto a ANTEL el acceso a internet desde el principio del Plan. Esto implicó un despliegue inicial de conectividad básica en todo el país, en locales educativos urbanos y rurales así como en localidades, barrios de atención prioritaria, plazas, bibliotecas, viviendas y clubes, entre otros espacios públicos y de internés social y recreativo.

El primer despliegue de conectividad se basó en conexión a internet por ADSL en los entornos urbanos y conexión EDGE, punto a punto y satelital en los entornos rurales. A su vez el Wifi<sup>13</sup> instalado cumplía con el estándar 802.11.b/g.

Rápidamente, en la medida que se fue adoptando el uso de la RED CEIBAL en el entorno educativo se observó la necesidad de mejorar la infraestructura desde el punto de vista de capacidad y disponibilidad de la solución, por lo que desde 2012 se ha hecho esfuerzos considerables en lo que el Plan denomina la *Optimización* de la red, ya sea por medio de la mejora del acceso a internet instalando fibra óptica en conjunto con ANTEL como en el recambio de equipamiento en el centro educativo, incluyendo las antenas o access points<sup>14 15</sup>.

Se observa en ese sentido antecedentes de realimentación entre la oferta de infraestructura y la demanda de los beneficiarios, temática que desde el punto de vista de la planificación estratégica es parte de los objetivos de la presente tesis.

Luego de presentar la arquitectura de RED CEIBAL (es decir los elementos que la componen) y de mostrar su evolución en el tiempo y presentar su estado actual se revisan cuáles son las técnicas de análisis y modelado del consumo de ancho de banda de internet tanto para empresas, doméstico y si lo hubiere para el sector Educación, en particular se relevan los indicadores más relevantes así como estadísticas, tendencias y proyecciones a futuro tanto a nivel mundial como regional en el consumo de internet. Esto oficia como un marco de referencia o *benchmark* para comparar la información que surge del análisis de tráfico de la red Ceibal en centros educativos.

Tanto los indicadores de consumo como las herramientas de análisis permitirán un marco conceptual para desarrollar el trabajo de campo que consistirá básicamente en describir la tendencia del consumo de internet en centros educativos en los últimos cuatro años y poder proyectar para los próximos cuatro.

<sup>12</sup>Basado en [http://blogs.ceibal.edu.uy/tecnologia/?page\\_id=2](http://blogs.ceibal.edu.uy/tecnologia/?page_id=2) [acceso 31 de mayo de 2016]

<sup>13</sup><https://es.wikipedia.org/wiki/Wifi> [acceso 31 de mayo de 2016]

<sup>14</sup>del inglés, punto de acceso inalámbrico de la tecnología wifi

<sup>15</sup>Para una introducción a los sistemas de comunicación inalámbricos se puede leer [97].

### 4.4.2. Evolución de internet en usuarios y tráfico

Según el último informe de ITU<sup>16</sup> [98] las tendencias principales que mueven el mundo de internet determinaron que para fines de 2014 se llegó a los casi 3 billones de usuarios de internet, de los cuales dos tercios pertenecen a países en desarrollo y que el número de abonados de banda ancha móvil llegará a 2.3 billones globalmente en 2016, siendo el 50 % de ellas del mundo en desarrollo.

El acceso a internet mundial es todavía minoritario y su expansión se desacelera según el informe de ITU y ratificado por el informe de *Internet.org* [99] organización liderada por la compañía Facebook en que se da cuenta que el 37.9% de la población mundial se ha conectado al menos una vez a internet en su vida. En ambos informes también se da cuenta de una desaceleración de la expansión de internet en el mundo, cayendo por cuarto año consecutivo en 2014 a un 6.6%. Según los mismos, del total de 7.100 millones de personas que viven en el mundo, solo unas 2.700 tienen acceso a internet, es decir poco más de un tercio de la población mundial. El panorama no es homogéneo, habiendo regiones en el mundo con menos del 15% de conectados como en el África Subsahariana y por el otro extremo regiones como Norteamérica con un 84.4% de conectados. Según este estudio, la principal división entre quienes están conectados y quienes no es el factor económico: el 94% de quienes no tienen acceso a internet se encuentran en países en desarrollo. En el anexo A.9.1 se observan gráficos del informe de ITU.

Todo lo anterior representa un enorme desafío para nuestros países y se ha visto cómo PLAN CEIBAL busca reducir la brecha de acceso con su política de Conectividad.

No obstante la desaceleración en la expansión de internet en el mundo existe consenso en que para 2015 se alcanzó los 3.000 millones de usuarios y para 2019 se estará cerca de los 4.000 millones. En particular, la Internet Society, conocida por su acrónimo ISOC en su último reporte sobre internet global [100] ratificó que en 2015 se superaron los 3000 millones de usuarios de internet en el mundo. Ver línea de tiempo en Anexo A.9.3.

### 4.4.3. Tendencias de internet

En paralelo con la cantidad de conectados a internet importa observar las tendencias en el tráfico cursado por la red. Por qué es importante analizar la evolución, el estado y el futuro posible de internet es una pregunta compleja que puede parcialmente ser respondida en base al alto interés que esgrimen en sus publicaciones tanto gobiernos como empresas, academias y otras instituciones [100, 101, 102, 103].

Intuitivamente es razonable pensar en un continuo crecimiento de la demanda de internet en el mundo, a medida que los dispositivos conectables a internet siguen bajando sus costos unitarios,

<sup>16</sup>International Telecommunications Union.

cada vez más dispositivos se van conectando a internet (manejados por humanos y por máquinas), la propia red ofrece cada vez más nuevos servicios en línea y la movilidad de los usuarios se vuelve realidad así como el crecimiento exponencial de la cantidad de datos disponibles y la necesidad de explotar dichos datos para obtener información útil.

Básicamente esas son las principales tendencias de internet hoy en día y se registran casi que sin excepción en todos los estudios que se han citado hasta el momento. Los nombres conocidos tanto en la academia como en la industria son:

- IoT Internet de las cosas o en inglés *Internet of Things*: cada objeto puede ser conectable a internet. Con ello se podría monitorear, controlar, decidir y actuar a distancia con cualquier objeto conectado a internet. Ver [104]
- BYOD: Traer tu propio dispositivo o en inglés *Bring your own device*. Ver [105]
- *Cloud*: internet se vuelve una nube de servicios y el poder de cómputo se aloja en dicha nube [106, 107].
- *Big Data*: Se generan volúmenes de datos muy grandes y con ello la posibilidad de explotarlos de forma significativa [108]

Es bien conocida la ley de Moore [109] que aplica a la industria del hardware, más precisamente a la cantidad de transistores presentes en un procesador la cual tiene un comportamiento exponencial a lo largo del tiempo. Dicha ley establece que la cantidad de transistores duplica año a año y cuando fue formulada a mediados de los años 60 planteaba la evidencia histórica entre los años 1959 y 1965 que avalaban dicha ley y establecía una proyección hasta el año 1975. Hasta ahora dicha ley no ha podido ser refutada. Ver 4-6

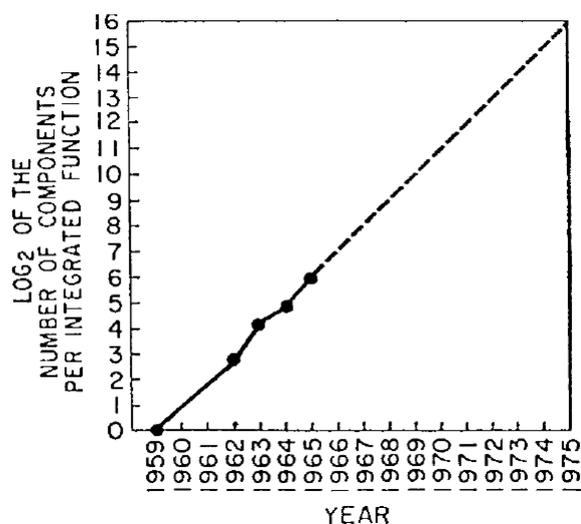


Figura 4-6.. GRÁFICO ORIGINAL DE LA LEY DE MOORE

En el campo de Internet también se han hecho esfuerzos para determinar su velocidad de crecimiento. Desde el punto de vista del modelado del crecimiento se puede ver en [110] cómo se ajustan distintas curvas que dependen de la condición inicial entre otros parámetros. En tanto en [111] se busca evidencia semiempírica del estilo de la Ley de Moore sobre el crecimiento exponencial de Internet.

Si se quiere hacer una lectura del estado actual, evolución y tendencias en el uso de internet se puede referir a [112]. En dicho estudio y en consonancia con [101] se indica que el tráfico debido al entretenimiento en tiempo real (básicamente dado por flujos de video y audio sigue siendo la categoría de tráfico más grande y de mayor crecimiento en todas las redes que conforman internet, en conexiones fijas y muy significativamente en conexiones móviles. También se observa cuáles son las aplicaciones que están generando mayor tráfico en el mundo y se hace un análisis detallado por región. La situación de latinoamérica se observa en el Anexo A.9.2

#### 4.4.4. Previsión de crecimiento del tráfico de internet

Para el presente trabajo es de especial interés concentrarse en los resultados y principales tendencias pronosticadas por el *Cisco Visual Networking Index* que viene realizando desde hace unos diez años uno de los estudios más serios a nivel de proyección sobre el crecimiento del tráfico en internet a nivel mundial. Diversas organizaciones tanto de industria como gobierno, academia, fundaciones y ong's toman como referencia dicho estudio [13, 100, 103, 113].

Si bien interesa desde el punto de vista metodológico y se profundizará en el mismo en el trabajo de campo de la presente investigación, en esta parte se presenta las generalidades del estudio y un breve resumen de los principales hallazgos.

Los principales resultados se observan en la figura 4-7 y establece que entre 2013 y 2018 se multiplicará por un factor cercano a 3 el tráfico de internet global, con un crecimiento interanual de 21 %.

Un resumen de las principales tendencias arrojadas por el estudio CISCO VNI 2013-2018 se detalla en el Anexo A.11.

En el informe también se indica que las tendencias a nivel de tráfico empresarial se mantienen, es decir, se prevee un crecimiento del tráfico dominado por el crecimiento de las comunicaciones de video y las regiones que mayor nivel de crecimiento proyectan son las mismas que las que se observa en el análisis de nivel global.

Por último observar que el informe de Cisco no arroja resultados sobre el sector de Educación. A su vez en el análisis bibliográfico no se ha encontrado evidencia de estudios sistemáticos sobre la evolución del tráfico de internet en centros educativos. Esto será una doble oportunidad para el presente estudio: por un lado generar un marco metodológico de medición de tráfico en la vertical de educación y por otro lado contrastar los hallazgos de la investigación con los pronósticos realizados a nivel global, principalmente con el informe VNI.

IP Traffic, 2013–2018							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	CAGR 2013–2018
<b>By Type (Petabytes [PB] per Month)</b>							
Fixed Internet	34,952	42,119	50,504	60,540	72,557	86,409	20%
Managed IP	14,736	17,774	20,898	23,738	26,361	29,305	15%
Mobile data	1,480	2,582	4,337	6,981	10,788	15,838	61%
<b>By Segment (PB per Month)</b>							
Consumer	40,905	50,375	61,439	74,361	89,689	107,958	21%
Business	10,263	12,100	14,300	16,899	20,016	23,595	18%
<b>By Geography (PB per Month)</b>							
Asia Pacific	17,950	22,119	26,869	32,383	39,086	47,273	21%
North America	16,607	20,293	24,599	29,377	34,552	40,545	20%
Western Europe	8,396	9,739	11,336	13,443	16,051	19,257	18%
Central and Eastern Europe	3,654	4,416	5,443	6,666	8,332	10,223	23%
Latin America	3,488	4,361	5,318	6,363	7,576	8,931	21%
Middle East and Africa	1,074	1,546	2,174	3,027	4,108	5,324	38%
<b>Total (PB per Month)</b>							
Total IP traffic	51,168	62,476	75,739	91,260	109,705	131,553	21%

Source: Cisco VNI, 2014

Figura 4-7.. EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO GLOBAL IP SEGÚN CISCO VNI, 2013-2018

#### 4.4.5. La Red Ceibal

La arquitectura original de la RED CEIBAL se basaba en un servidor que se conectaba al modem de acceso a internet y que oficiaba por un lado de enrutador y por otro ofrecía servicios de red, entre ellos control de acceso, filtro de contenido, caching local, biblioteca, entre otros. El servidor se conectaba a un switch del cual salían los cableados hacia distintos puntos del local educativo. Los access points (ap's) funcionaban en modo *standalone*, es decir de forma independiente del resto de los ap's u otras fuentes interferentes en la banda de frecuencias de 2.4GHz.

En la etapa actual en la que se viene haciendo el rediseño de los locales educativos para incorporar las soluciones de alta performance **A-15** y alta disponibilidad **A-16** la meta es dar una solución de acceso wifi para alta densidad de usuarios caracterizada por altos niveles de interferencia en el medio compartido que es el aire en la banda de 2.4Ghz [114, 115, 116].

Los esquemas de las arquitecturas originales y actuales se encuentran en el Anexo A.12.

#### Estado actual y servicios

Hoy en día la RED CEIBAL tiene un alcance en el territorio nacional relativamente uniforme, aunque naturalmente la zona metropolitana acapara una densidad de conexiones mayor. En **4-8** se puede ver un mapa de temperatura que representa dicha distribución.

Para el segundo semestre de 2015 la RED CEIBAL contaba con 2486 locales educativos conectados (sin contar centros de formación docente, inspecciones u otros locales conectados a la red) a los

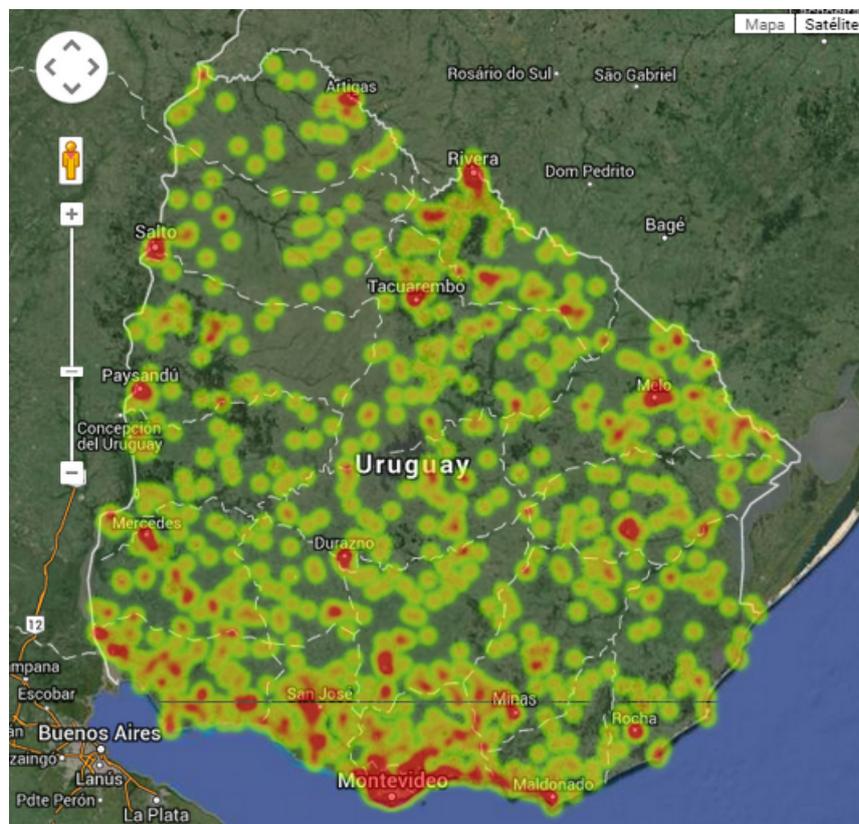


Figura 4-8.. MAPA DE TEMPERATURA DE LOCALES EDUCATIVOS CON RED CEIBAL

Tabla 4-1.. ESTADO DE LOCALES EDUCATIVOS CONECTADOS A 2015

<i>Tipo de local</i>	<i>Conectados</i>	<i>No conectados</i>	<i>% conectados</i>
Escuelas	2059	21	99 %
Liceos con ciclo básico	253	1	99.6 %
Liceos sólo bachillerato	40	0	100 %
UTUs	134	3	98 %
Total	2486	25	99 %

cuales Ceibal brinda el servicio de conectividad.

El servicio de conectividad tiene dos etapas fundamentales en su ciclo de vida, a saber:

- Diseño e Implementación de la red en un local educativo
- Soporte y Mantenimiento de la red en un local educativo

## Tráfico, Conexiones y Capacidad

Hasta donde se tiene conocimiento aún no se ha hecho un análisis riguroso estadístico del comportamiento de las variables tráfico, conexiones y capacidad en el largo plazo. En [117] se analiza el comportamiento típico de la red en términos de *throughput*<sup>17</sup> y de cantidad de clientes conectados, concluyendo que en los bachilleratos técnicos es donde se utiliza más la red, seguido del ciclo básico de enseñanza media y de las escuelas primarias. Este estudio se realizó en locales urbanos con conexión por fibra óptica durante el mes de octubre de 2013, un mes típico del año escolar y sirve a los efectos de este trabajo para caracterizar la hora de más uso típico en los centros educativos.

Como se ha mencionado el sistema de monitoreo de los servidores alojados en los centros educativos almacena un histórico de datos de tráfico y cantidad de conectados en los distintos centros educativos de hasta cinco años<sup>18</sup>. Esto representa la *memoria* de la RED CEIBAL y es la fuente de datos que se explota para hacer el análisis de la historia del consumo de internet en locales.

A priori es razonable pensar que los locales educativos que cuentan con mayor uso y por ende mayor tráfico son aquellos en los que el Plan se hace fuerte con sus iniciativas que utilizan internet de manera intensiva destacando *Ceibal en Inglés* y la Red Global de Aprendizaje.

Como adelanto de la definición metodológica las principales variables a tener en cuenta en la medición del tráfico de internet en locales educativos fue:

- Tipo de acceso a internet (Fibra Óptica, ADSL, 3G, Radioenlace) y capacidad instalada
- Tipo de local educativo: Primaria, Media
- Dirección del tráfico: carga o descarga (upload y download)
- Conexiones Simultáneas por centro educativo y por antena
- Capacidad instalada de conexiones simultáneas por centro y por antena

Los tipos de acceso se observan en la tabla a continuación.

Del total de centros conectados a internet (2486), aquellos con Fibra y ADSL representan a los locales urbanos y suman 1336 locales. Esto es casi el 54 % de los locales conectados. En tanto los locales rurales son 1150 y representan el 46 % de los locales conectados.

Una particularidad es que ese 46 % de locales rurales, es decir casi la mitad cuenta con menos del 5 % de la matrícula estudiantil de la población objetivo del Plan.

La capacidad instalada es una cota superior para el tráfico máximo que puede cursarse en un centro educativo. A su vez y como se ha observado, en ambientes de alta densidad de usuarios

---

<sup>17</sup>Cantidad de datos transmitidos por unidad de tiempo.

<sup>18</sup>Según encargados de equipo de monitoreo de la RED CEIBAL.

**Tabla 4-2.. DISTRIBUCIÓN DE LOCALES EDUCATIVOS POR TIPO DE ACCESO A INTERNET A 2015**

<b>Tipo de local</b>	<b>Fibra Óptica</b>	<b>ADSL</b>	<b>3G/EDGE</b>	<b>Punto a punto</b>
<b>Escuelas</b>	795	143	924	197
<b>Liceos con ciclo básico</b>	193	45	2	12
<b>Liceos sólo bachillerato</b>	33	6	0	1
<b>UTUs</b>	100	21	3	10
<b>Total</b>	1121	215	929	220

**Tabla 4-3.. LOCALES URBANOS CON SALA DE VIDEOCONFERENCIA A 2015**

<b>Tipo de local</b>	<b>con Videoconf.</b>	<b>sin Videoconf.</b>	<b>% Videoconf.</b>
<b>Escuelas</b>	787	56	93 %
<b>Liceos con ciclo básico</b>	201	38	84 %
<b>Liceos sólo bachillerato</b>	30	10	77 %
<b>UTUs</b>	87	34	72 %
<b>Total</b>	1105	137	89 %

la capacidad del medio inalámbrico (el aire) también puede ser un cuello de botella en las comunicaciones. En la discusión metodológica y análisis se aborda ambas restricciones con mayor detalle.

La última tabla que se observa en esta sección es la que tiene que ver con el despliegue de salas de Videoconferencia en los centros urbanos **4-3**.

**Parte III.**

**Estudio Délfico**

## 5. Metodología

Al decir de Stenhouse [118]:

Lo deseable en innovación educativa no consiste en que perfeccionemos tácticas para hacer prosperar nuestra causa, sino en que mejoremos nuestra capacidad de someter a crítica nuestras creencias y nuestras creencias a la luz de la práctica.

Esto supone según el propio autor “avanzar hacia la construcción de comunidades críticas” capaces de apropiarse teóricamente de las condiciones del medio educativo, de sus propias interpretaciones, de sus finalidades y de sus posibilidades de actuación para transformar la realidad.

El presente estudio se inspira en esa construcción y transformación de la realidad e implica el uso de una metodología de tipo Delfi con dos rondas de recolección de datos y análisis con retroalimentación de manera de conseguir las opiniones mayoritarias y minoritarias entorno a dos ejes:

- Prioridades de adopción de *Nuevas Tecnologías* para PLAN CEIBAL y el *Sistema Educativo* por los próximos 4 años.
- *Desafíos de Implementación* de dichas tecnologías para que sean exitosas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La elección de la Metodología Delfi fue directa analizando las distintas técnicas de estudios futuros ya que se pretendía por un lado congregar un conjunto importante de referentes en la materia (esto ya cerraba las opciones básicamente a un Foro de Paneles de Expertos o a las rondas delficas) y que opinasen e intercambiasen acerca de las tendencias futuras de tecnologías y desafíos. A su vez se buscó no generar opinión de grupo por lo que fue preciso el manejo anónimo de las respuestas. Por todo ello se optó por la metodología Delfi.

Para generar la lista de tecnologías candidatas y de desafíos de implementación se utilizó frameworks mundiales existentes en la materia poniendo énfasis en el framework realizado por el Horizon Project del New Media Consortium [11] el cual reúne un capítulo mundial y un capítulo latinoamericano entre otros, con académicos, investigadores y expertos en tecnología educativa. Hasta donde el autor sabe, no existen estudios prospectivos de esta naturaleza en el contexto uruguayo y dado el avance de la implementación tecnológica de Plan Ceibal y la continuidad de su política de sostenibilidad se vuelve una oportunidad muy valiosa comenzar un ejercicio prospectivo de estas características.

En la etapa de análisis se utilizó técnicas cuantitativas de manera de ordenar prioridades en *Nuevas Tecnologías* y *Desafíos de Implementación* y técnicas cualitativas, en particular de *análisis de*

*contenido* de manera de incorporar también los comentarios, justificaciones y/o aportes de los panelistas.

## 5.1. Resumen del proceso délfico

El proceso délfico contó con 2 rondas de preguntas y realimentación de respuestas entre la primera y la segunda ronda.

Un esquema del estudio délfico se observa en la figura 5-1 y consta de las siguientes características:

### *1a Ronda*

- Se votan las 39 tecnologías según su importancia en 2 horizontes de tiempo: 2016-2017 y 2018-2019.
- 19 desafíos de implementación puntuados por prioridad.
- Se realiza un primer análisis y se ordenan las Nuevas Tecnologías y Desafíos de Implementación según puntaje obtenido.

### *2a Ronda*

- Se incorpora las 20 Tecnologías más votadas de la primera ronda con consenso estadístico.
- Se vota la importancia de adopción de cada una de ellas en el proceso de aprendizaje, probabilidad de adopción por parte del Sistema y su viabilidad de implementación en proyectos educativos impulsados por PLAN CEIBAL. Se solicita indicar en qué horizonte de tiempo tienen más pertinencia la adopción de dichas Nuevas Tecnologías.
- Se incorpora los 5 Desafíos de Implementación más votados en la primera ronda.
- Se vota la dificultad del tratamiento de cada uno de ellos así como el pronóstico de avance en la resolución de cada desafío en el año 2020.
- Resultado: 20 Nuevas Tecnologías ordenadas según prioridad y 5 desafíos según su dificultad de resolución con FODA y estrategias posibles.

## 5.2. Panel de Expertos

En su versión original se consideró únicamente un panel de expertos externo a PLAN CEIBAL. Cuando se comenzó a considerar el armado del panel surgió el interés de introducir un panel con referentes internos a PLAN CEIBAL de manera de poder luego comparar resultados del ejercicio délfico con un mismo punto de partida.

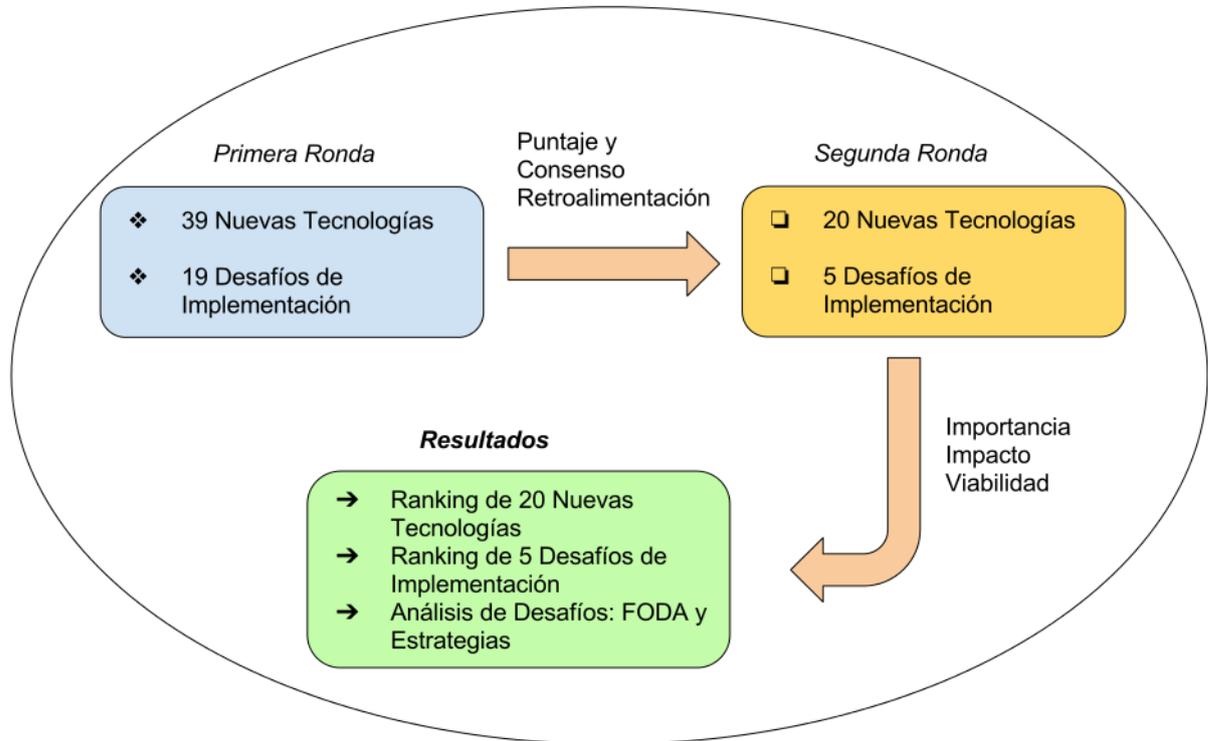


Figura 5-1.. ESQUEMA DEL ESTUDIO DÉLFICO

### 5.2.1. Panel externo

Se conformó una lista preliminar de 45 invitados a participar del panel de expertos externo a PLAN CEIBAL. El criterio fue que representaran a las siguientes categorías de referentes: Academia, Educación, Industria, y Gobierno. Se envió una carta de invitación para participar a cada uno de los invitados. Ver anexo A.5.4. El listado fue validado por las partes interesadas. De los 45 invitados 28 personas contestaron que aceptaban participar del proceso delfico.

Finalmente 21 personas contestaron efectivamente el primer cuestionario. Las edades variaron de entre 30 y 75 años, con un promedio de edad de respondientes de 50 años. Respecto a la profesión, hubo 8 personas que vienen del mundo académico, 7 del mundo académico e industrial a la vez, 4 de la Administración de Educación y 2 de la Industria. De los 21 respondientes, 9 tienen formación docente propiamente dicha y 12 no la tienen. Finalmente 5 personas son de género femenino y 16 de género masculino.

El listado de personas que conforman el panel externo se puede leer en el anexo A.5.1.

### 5.2.2. Panel Interno

Para el armado del panel interno se apuntó a jefes, gerentes, directores y asesores con mayor nivel de involucramiento en las líneas tecnológicas y educativas de PLAN CEIBAL. El panel fue conformado por 18 personas, 10 de las cuales fueron de género femenino y las restantes de género masculino con un promedio de edad de 44 años. Los nombres de las personas que conformaron el panel se encuentran en el anexo A.5.2.

En la figura **A-2** del anexo se muestra una comparación de ambos paneles en base a cuatro dimensiones:

- Edad: Se toma el promedio de edad de cada panel.
- Género
- Profesión: dada por la naturaleza de su profesión y/o ocupación, pudiendo ser Industria, Academia, Industria/Academia y Administración.
- Docencia: se computa si la persona tiene formación en Docencia.

## 5.3. Cuestionarios

Como fue mencionado el proceso délfico tuvo dos rondas de cuestionarios que fueron conestadas por ambos paneles en línea<sup>1</sup>. Para cada cuestionario, es decir para cada ronda de preguntas se confeccionó un instructivo también en línea que explicaba aspectos conceptuales y prácticos para el llenado del cuestionario. Para la primera ronda de preguntas, dado que había 2 expertos confirmados de habla inglesa se confeccionó tanto invitación, como cuestionario e instructivo en lengua inglesa. En la segunda ronda dado que una de las personas de habla inglesa finalmente no participó del ejercicio se consultó con la otra persona si era aceptable enviarle los materiales en español y así fue.

Cada cuestionario fue probado previamente a su publicación con personas referentes (pertenecientes y no pertenecientes a los paneles) de manera de realizar ajustes.

El objetivo de las rondas délficas fue doble:

- priorizar según importancia de adopción y viabilidad en el tiempo un conjunto de *Nuevas Tecnologías* educativas
- definir estrategias para enfrentar *Desafíos de Implementación* de dichas tecnologías en el marco de PLAN CEIBAL y del sistema educativo uruguayo.

En resumen, cada cuestionario tenía dos partes: una parte consagrada a “nuevas tecnologías” y otra parte consagrada a “desafíos de implementación”. En el anexo A.8 lucen las direcciones en línea de los cuestionarios e instructivos de cada ronda.

---

<sup>1</sup>Se utilizó la herramienta *Googleforms* para diseñar el formulario, distribuirlo y gestionar las respuestas.

## 5.4. Procedimiento

El procedimiento siguió los siguientes pasos:

1. Invitar al panel de expertos
2. Crear cuestionario de la primera ronda (basados en modelo Horizon Project [11]) y testarlo
3. Publicar primera ronda, enviando formulario e instructivo
4. Recolectar datos primera ronda
5. Procesar, definir criterios de priorización
6. Crear segundo cuestionario basados en paso anterior y testarlo
7. Publicar segunda ronda, enviando formulario e instructivo, realimentando con resultados de primera ronda
8. Recolectar datos segunda ronda
9. Procesar datos, analizar y obtener resultados finales
10. Presentar resultados.

## 5.5. Limitaciones del Estudio Délfico

Las principales limitaciones del estudio son las siguientes:

- Pasos de iteración: se acotó a dos pasos para poder cumplir con las restricciones de tiempo y contar con la voluntad del panel de voluntarios expertos. De todas formas, pasos sucesivos podrían refinar los consensos o discensos.
- Las herramientas de comunicación y llenado de formularios no permiten colaboración y realimentación del panel de expertos en tiempo real lo cual limita el intercambio de información.
- No se habilitó la posibilidad de incorporar nuevos ítems.

## 6. Análisis

### 6.1. Primera Ronda

La primera ronda de preguntas se llevó a cabo entre la primera semana de junio y la tercera semana de julio de 2015. Del panel externo se cosecharon 21 respuestas y del panel interno 19. El siguiente análisis aplicó tanto para el panel externo como el interno.

#### 6.1.1. Nuevas Tecnologías

Una vez recolectada la primera ronda de preguntas se ordenó cada tecnología por puntaje promedio y se estableció el grado de consenso que cada respuesta alcanza. Para ello se computó el grado de consenso alcanzado en cada conjunto de respuestas dado por el *IQD* por su sigla en inglés *interquartil deviation* o desviación intercuartil [119]. Dicho indicador permite describir el caso en que o bien existe una dispersión de respuestas a lo largo de la escala o bien se concentran en dos modas diferentes. Esto último dicho de otro modo significa que si hay dos visiones mayoritarias contrapuestas entre los respondientes de dicha pregunta o bien hay mucha diversidad de respuestas entonces el *IQD* será alto. Una definición formal de *IQD* es la siguiente [92]:

$$IQD = IQR/2 \quad (6-1)$$

$$IQR = InterquartileRange = | P_{75} \% - P_{25} \% | \quad (6-2)$$

El rango de valores posibles que toma el *IQD* depende de la escala que se utilice y no existe consenso sobre los valores umbrales que se puede considerar para que haya consenso de grupo. Lo que sí es claro es la tendencia: un valor menor de *IQD* significa un mayor grado de consenso [120]. Para una escala de tipo 5-Likert<sup>1</sup> (con un rango dinámico de 4) varios autores utilizan un umbral de *IQD* de 1.00 para el consenso estadístico [119, 96], un valor de *IQD* menor a 1.00 establece consenso de grupo. Para rubustecer la medida de consenso se incorpora un porcentaje de respuestas favorables mínimo, por ejemplo un 60% de respuestas con valores 3 y 4.

En definitiva, *el consenso estadístico sirve como un filtro que se aplica al ranking de importancia de las Nuevas Tecnologías y se obtuvo como salida de esta primera ronda el conjunto de 20 Nuevas Tecnologías de mayor importancia y consenso de grupo.*

Las 39 tecnologías de la primera ronda fueron clasificadas en cuatro categorías en base a importancia y consenso. Este resultado intermedio puede observarse en el anexo A.6.1. Las 20 tecnologías finalistas se observan en la sección 10.1.2.

<sup>1</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Likert\\_scale](https://en.wikipedia.org/wiki/Likert_scale) [acceso 31 de mayo de 2016]

**Tabla 6-1.. DESAFÍOS DE IMPLEMENTACIÓN PANEL EXTERNO**

Ranking	Desafío
1	Integrar las nuevas tecnologías en el proceso de cambio educativo
2	Empoderar al docente en su práctica educativa
3	Repensar el rol de los maestros y profesores
4	Integrar aprendizaje personalizado
5	Aprovechar la generación de datos a gran escala en los sistemas informáticos

### 6.1.2. Desafíos de Implementación

De los 19 ítems presentados en el primer cuestionario se asignó un puntaje según la frecuencia con que fue seleccionado cada desafío y se ponderó según su ubicación en el ranking. Un desafío ubicado en el puesto 1 del ranking por el panelista tuvo más peso que un desafío ubicado en el puesto 2 y así sucesivamente hasta el puesto 5. Dicho análisis arroja el ranking que se muestra en la tabla **6-1**

## 6.2. Segunda Ronda

La segunda ronda se llevó a cabo entre la tercera semana de setiembre y la tercera semana de octubre de 2015. Participaron 14 panelistas externos en la segunda ronda, es decir un 67 % de quienes lo hicieron en la primera ronda. En el panel interno se mantuvo el nivel de respuestas de la segunda ronda en 19.

Si bien un 67 % de permanencia en la segunda ronda por parte del panel externo puede parecer poco, vale decir que lo que importa es si la cantidad de respuestas es aceptable [121]. En ese sentido y como se observó en la revisión literaria, un objetivo era superar un mínimo de 10 respuestas en cada ronda, por lo cual en ese aspecto se considera un nivel de respuestas muy satisfactorio. Para lograr dicho porcentaje se hizo un trabajo de seguimiento continuo de comunicación entre la primera y la segunda ronda de manera de mantener informado y comprometido al panel de expertos.

Si bien es un porcentaje razonable se puede establecer algunas hipótesis sobre porqué algunos participantes no han seguido en la ronda 2: desmotivación por los resultados en general y por el proceso, desinterés al no contar con un reconocimiento ya sea material o no y por último circunstancias particulares de coyuntura que no permitieron la participación en la segunda ronda.

Se puede decir que el proceso délfico termina en sí con la recolección de las respuestas de la segunda ronda y que los resultados de todo el proceso son esencialmente los resultados obtenidos de analizar esta segunda ronda, por lo que en esta sección y para no repetir luego en la sección resultados se hará énfasis en lo analítico, lo cual ha tenido para el caso de “nuevas tecnologías” una nueva componente cuantitativa y para el caso de “desafíos de implementación” se ha incorporado un análisis cualitativo en base a las argumentaciones, justificaciones y ejemplos que incorporaron los panelistas en sus respuestas.

### 6.2.1. Nuevas Tecnologías

Para profundizar en el análisis y priorizar el ranking de las 20 de tecnologías finalistas se solicitó en el segundo cuestionario evaluar las siguientes tres componentes:

- Horizonte de Adopción: Elegir mayor pertinencia de adopción, a 2 años o a 4 años.
- Impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje: Escala [0,3], 0: no impacto, 3: alto impacto.
- Usabilidad: Probabilidad de aceptación y uso por parte del sistema: Escala [0 %:20 %:100 %], 0 %: no es aceptado, 100 %: es aceptado.

#### Indicador de Relevancia: Orden de prioridad

Con las componentes *Impacto* y *Usabilidad* se genera una métrica denominada **Relevancia** la cual establece un orden de prioridad de adopción. A su vez con la variable de *Horizonte de Adopción* se ordenan cronológicamente.

La figura 6-1 resume estas métricas para los 20 ítems de tecnologías de la segunda ronda del panel externo. La etiqueta para cada punto del gráfico es el grado de Relevancia o Prioridad que tiene dicha tecnología calculada según indicado anteriormente. Se observa una correlación entre la relevancia y el grado de urgencia. Es decir las más relevantes son las de plazo de adopción más cercano en el tiempo.



Figura 6-1.. TOP 20 DE NUEVAS TECNOLOGÍAS ORDENADAS POR RELEVANCIA SEGÚN PANEL EXTERNO.

## Diagrama de Cuadrantes de Impacto y Usabilidad (IU)

El diagrama de Cuadrantes de Impacto y Usabilidad *IU* grafica en el eje de abscisas la usabilidad (U) o probabilidad de adopción de una tecnología por los usuarios y en el eje de las ordenadas su impacto en el aprendizaje (I), basado en las respuestas del panel de expertos.

Como fue mencionado, el producto *IxU* fue definido como *Relevancia*, indicador utilizado para el armado del ranking. Tomando los promedios de los valores obtenidos en las dimensiones impacto y usabilidad se divide el plano en cuatro cuadrantes. El semiplano de alto impacto contiene los cuadrantes denominados *Oportunidad* (alto impacto, alta usabilidad) y *Disrupción* (alto impacto, bajo o mediana usabilidad).

A simple vista se observan 2 clústers. El top 10 de tecnologías ordenados según relevancia se encuentra en el semiplano superior. El semiplano de bajo impacto se divide a su vez en dos cuadrantes: *Visión* (baja usabilidad y bajo impacto) y *Revisión* (alta usabilidad y bajo impacto). De alguna manera los cuadrantes del semiplano inferior se relacionan con tecnologías que aún no prueban su uso o su impacto y quedan con un grado de prioridad 2 desde el punto de vista de la adopción.

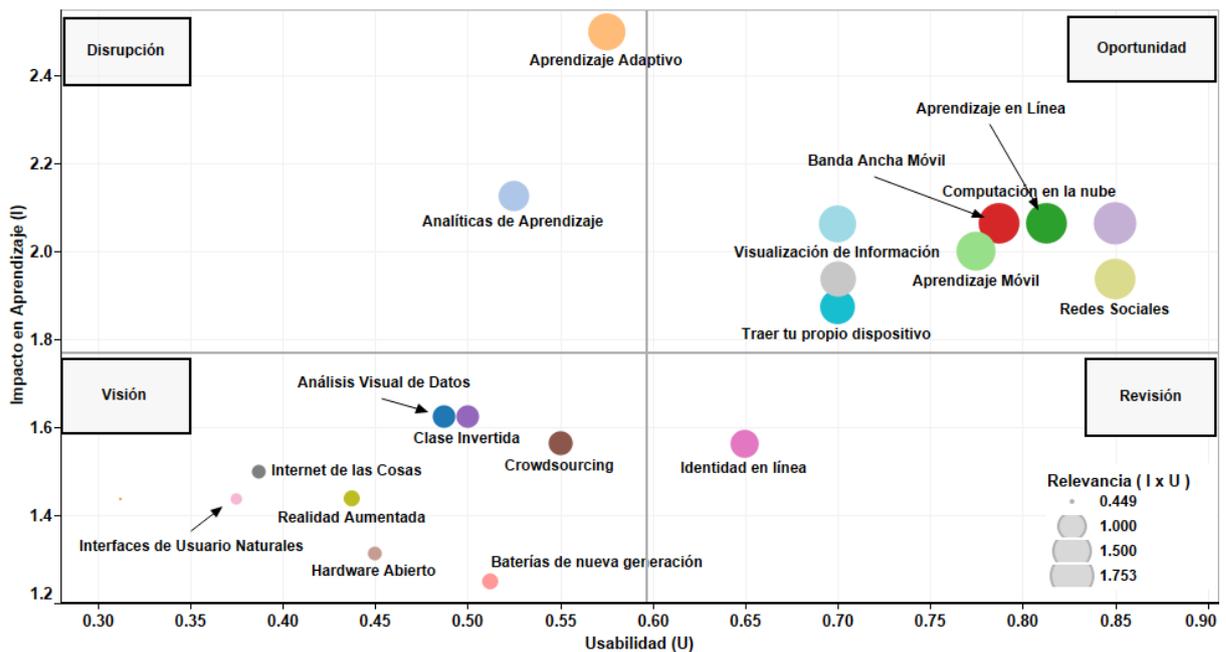


Figura 6-2.. DIAGRAMA DE CUADRANTES DE IMPACTO Y USABILIDAD *IU*, PANEL EXTERNO.

## Comparación Ranking Panel Externo y Panel Interno

La comparación de ambos rankings se observa en 10-1 en donde además de ver el orden de relevancia de las distintas tecnologías se las ordena cronológicamente según horizonte de adopción y se

establece si hubo consenso en cada panel en cada ítem.

Como observación general, el top 10 de tecnologías del panel externo coincide (aunque no en orden) con 9 de las 10 tecnologías del top 10 del panel interno. La única diferencia está en que el panel externo incorpora la tecnología de *Visualización de Información* en su top 10 mientras que el panel interno incorpora el concepto de *Laboratorios Virtuales y Remotos*.

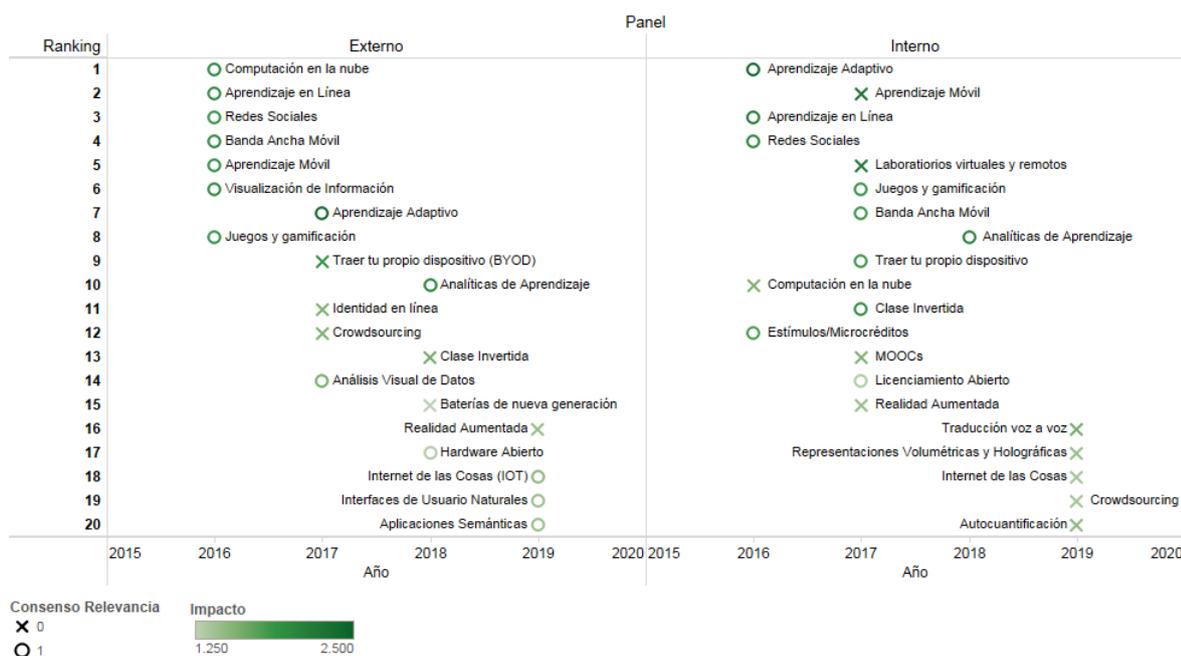


Figura 6-3.. COMPARACIÓN DE RANKINGS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EDUCACIÓN DE PANEL EXTERNO E INTERNO PARA EL PERÍODO 2016-2019.

## 6.2.2. Desafíos Prioritarios de Implementación

### Análisis Cuantitativo

El segundo cuestionario solicitaba valorar los 5 desafíos de implementación más votados según las siguientes dos dimensiones:

- **Dificultad de Implementación:** Indique según su opinión el grado de dificultad de implementación de cada desafío. Escala: 0: no hay dificultad. 5: dificultad extrema.
- **Pronóstico a enero de 2020:** Indique según su opinión el grado de avance en la resolución de cada desafío. Escala: 0 % no hay avance. 100 %: desafío resuelto.

A su vez se pedía completar un campo de Justificación del grado de dificultad de implementación y completar un campo de Estrategias para acelerar la resolución de desafíos en caso que el panelista lo considerara pertinente.

En base a estas métricas y comentarios se realizan los correspondientes análisis cuantitativo y cualitativo.

**Tabla 6-2.. MÉTRICAS DE LOS DESAFÍOS PRIORITARIOS SEGÚN RESULTADOS DE RONDA 2 PANEL EXTERNO.**

Desafío	Dificultad	Pronóstico 2020	Factibilidad
Aprovechar la generación de datos a gran escala en los sistemas informáticos	2.31	54 %	1.44
Integrar las nuevas tecnologías en el proceso de cambio educativo	2.69	61 %	1.42
Empoderar al docente en su práctica educativa	3.06	41 %	0.8
Repensar el rol de los maestros y profesores	3.38	46 %	0.75
Integrar aprendizaje personalizado	3.38	38 %	0.6

En base a las dimensiones de Dificultad de Implementación y Pronóstico a 2020 se estableció una métrica denominada **Factibilidad** que indica cuán realizable al año 2020 es la resolución de cada desafío. Para ello se define una dimensión auxiliar denominada *Facilidad*. Esta es el complemento a 5 de la dimensión *Dificultad*, por lo que si la *Dificultad* fuese 5, la *Facilidad* es 0.

La **Factibilidad** entonces es el producto del *Pronóstico* por la *Facilidad*, viendo el pronóstico como una estimación de probabilidad.

### Análisis Cualitativo

La metodología cualitativa de análisis de contenido utilizada se instrumentó en los siguientes pasos[122]:

1. definir objetivos, universo y documentos
2. definir unidades de análisis y reglas de recuento
3. categorizar: clasificar las unidades y codificar
4. establecer fiabilidad y validez de paso anterior
5. reducir datos
6. consolidar y establecer resultados.

Para el presente estudio se hizo un análisis de texto de las argumentaciones y justificaciones de los participantes en lo relativo a las respuestas escritas. Básicamente se buscó conceptos o agrupaciones de conceptos que se presentaran como patrones de respuestas de manera de clusterizar ideas. A estas ideas se las llamó ideas fuerza y se resumen a continuación.

El análisis cualitativo toma dos lugares centrales:

**Tabla 6-3.** ANÁLISIS DE CAPACIDADES Y DE ENTORNO PARA RESOLUCIÓN DE DESAFÍOS PRIORITARIOS.  
(**I**): ORIGEN INTERNO, (**E**): ORIGEN EXTERNO, (**IE**): ORIGEN INTERNO/EXTERNO.

<i>Fortalezas</i>	<i>Oportunidades</i>
( <b>E</b> ) Sólida implementación a nivel tecnológico	( <b>IE</b> ) Adoptar al sistema educativo como agente de cambio incorporando a los docentes para apalancar
( <b>I</b> ) Fuerte política de sostenibilidad del Plan	( <b>IE</b> ) Repensar formación docente
( <b>IE</b> ) Apoyo de la opinión pública	( <b>I</b> ) La Red Global de Aprendizajes
( <b>I</b> ) Capital humano y cultura del Plan	( <b>I</b> ) Aprendizaje personalizado
( <b>I</b> ) Buena reputación de cumplimiento y eficiencia	( <b>E</b> ) Aprovechar generación de datos para gestión y analíticas de aprendizaje
<i>Debilidades</i>	<i>Amenazas</i>
( <b>I</b> ) Los desafíos son conductuales y culturales	( <b>I</b> ) El uso de datos como forma de control
( <b>E</b> ) Falta de política pública como sistema de incentivos o de castigos para adopción de tecnologías en educación	( <b>IE</b> ) Las políticas educativas y tecnológicas no generan procesos y tiempos adecuados para hacer posible el involucramiento de los diferentes actores
( <b>I</b> ) El Plan tiene que correr adelante de la adopción, tomar riesgos, dificulta intrínsecamente el vínculo con el cuerpo docente	( <b>IE</b> ) Falta de consenso entre actores clave para integrar políticas tecnológicas y educativas
( <b>I</b> ) El Plan no incide en la globalidad de la práctica por el momento	( <b>I</b> ) Capacidad y motivación por parte del docente para emprender cambios en sus prácticas
	( <b>I</b> ) El Plan visto como “extranjero” al sistema educativo
	( <b>E</b> ) No se discute el propósito de la educación el para qué, el cómo y a quiénes va dirigida

1. Análisis de capacidades y de entorno (FODA)<sup>2</sup> que enfrenta PLAN CEIBAL tomando las respuestas obtenidas de ambos paneles en el ítem *A1b- Justificación: Identifique fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas para implementar los principales desafíos.*
2. Esbozo de la visión estratégica que se debe seguir para la consecución del cambio tomando las respuestas obtenidas en ambos paneles en el ítem *A2b- Estrategias: Proponga estrategias para acelerar la resolución de los principales desafíos en los casos que considere necesario.*

### **Análisis de Capacidades y de Entorno, FODA**

Se clasificó las ideas según presencia y frecuencia de aparición en las cuatro categorías que establece esta herramienta de análisis y diagnóstico. Para dicho análisis se integran tanto las visiones del panel interno como del panel externo. La frontera para el análisis es PLAN CEIBAL. El resultado preliminar se observa en la tabla **6-3**.

<sup>2</sup>FODA: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas del sistema estudiado.

Tabla 6-4.. TIPOLOGÍAS DE ESTRATEGIAS

<p><b><i>Visión sistémica de cambio</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>★ Lograr acuerdos con autoridades de la Educación y el sistema político para propiciar un cambio de largo plazo con enfoque integral de políticas educativas y tecnológicas</li> <li>★ El sistema y el docente deben estar dentro de la solución desde el comienzo del diseño de la oferta</li> <li>★ Garantizar continuidad de políticas ya que son cruciales para que se de dicho cambio</li> <li>★ Para ver cambios estructurales en el rol y en la práctica docente se precisa cambios estructurales en la formación y la cultura docente</li> <li>★ Utilizar generación de datos a gran escala para medir variables y relaciones con formación y conocimiento que permitan estrategias diferenciadas según docentes y grupos de docentes avanzando hacia personalización de la formación docente</li> <li>★ Generar sistemas de evaluación e incentivo y cambio en los currículos</li> </ul>
<p><b><i>Visión orientada a la práctica y al docente</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>★ Rol de los maestros: para cambiar la práctica hay que trabajar en la práctica</li> <li>★ Establecer esfuerzos específicos orientados a la formación de nuevos docentes</li> <li>★ Profesionalizar al docente vinculando su carrera con modalidades de formación continua, permitiéndole acreditar saberes y empoderándolo para que innove en su práctica</li> <li>★ Generar una “factoría” de juegos didácticos: implementar ideas pedagógicas de los docentes y ponerlas a prueba</li> </ul>
<p><b><i>Casos de éxito</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>★ Visualizar casos de éxito</li> <li>★ Considerar Ceibal en Inglés como caso de éxito</li> <li>★ Considerar Diseñando el Cambio y Red Global como casos de éxito para repensar los roles y perfiles y que logran integrar con sentido las tecnologías educativas</li> </ul>

### Tipologías de Estrategias

De esta parte del análisis surgen 2 tipologías de aportes diferenciados por el alcance de su significado a los que llamamos visiones: una visión sistémica y una visión centrada en el docente. A su vez surge una tipología que no está comprendida en las anteriores a la que denominamos “casos de éxito”.

Al sintetizar los resultados del análisis cualitativo obtenemos las siguientes ideas centrales:

1. El principal desafío es lograr el cambio estructural en el sistema educativo, el cual involucra:
  - cambio político-administrativo (curricular, normativo, organizacional)
  - cambio cultural (relación docente-alumno, relación institución-docente, relación institución-alumno)

- cambio educativo (proceso enseñanza-aprendizaje, pedagogías de aprendizaje mediadas por tecnología)
  - cambio tecnológico (gestión de innovación tecnológica en línea con la estrategia del sistema)
2. Se debe desarrollar una estrategia que aproveche la generación de datos a gran escala para mejorar aprendizajes y trayectos de los estudiantes.
  3. El aprendizaje personalizado así como otros dispositivos tecnológicos y metodológicos se podrán apalancar si se avanza en 1 y 2.
  4. Los principales puntos de apalancamiento se encuentran en el potencial humano y cultural de PLAN CEIBAL así como en el potencial humano de los cuerpos docentes, en particular las nuevas generaciones de profesores cuyo contacto con “Nuevas Tecnologías.”<sup>es</sup> producto del ambiente natural.

El paradigma desde el cual se plantean estas ideas fuerza tiene dos características: pensar el cambio tecnológico como parte de un cambio organizacional y verlo de forma sistémica, de lo contrario se pierden los apalancamientos y las compensaciones y realimentaciones negativas empiezan a erosionar metas.

Una variable a tener en cuenta en cada etapa del análisis es el tiempo: los distintos cambios se procesan a distintas escalas de tiempo. Por lo tanto los cambios tecnológicos son los más rápidos de implementar, luego vienen los culturales y finalmente los educativos. Dadas estas diferentes escalas de tiempo, se corre el riesgo de que las iniciativas tecnológicas “vegeten” por los centros educativos como ya lo planteaba Fullan en [123].

## **Parte IV.**

# **Análisis de Uso de la Red Ceibal**

# 7. Metodología

En este capítulo se presenta la metodología utilizada para realizar el análisis de tráfico de la RED CEIBAL. Se presenta el objetivo de esta parte del estudio así como la pregunta de investigación y la hipótesis que se deriva de ella, el diseño del estudio, el procedimiento de recolección de datos, el procesamiento y análisis de los mismos.

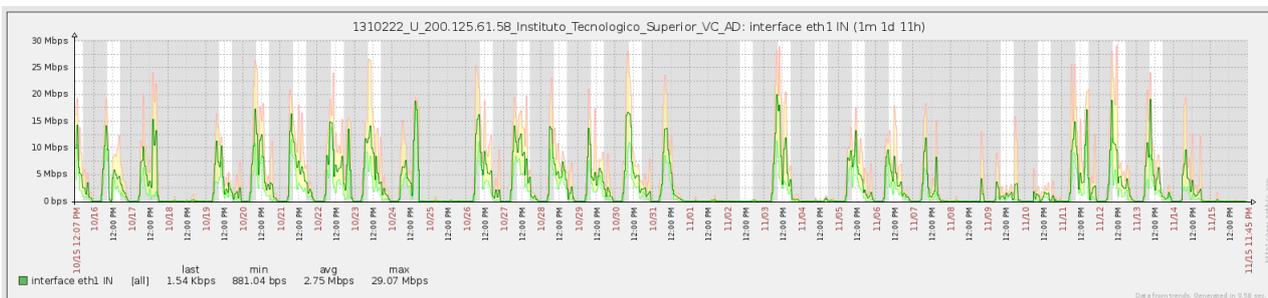
## 7.1. Objetivo y Pregunta de Investigación

Se recuerda que la pregunta de investigación en esta etapa es:

*¿Cuál fue la evolución de la demanda agregada del uso de internet de Plan Ceibal en el salón de clase en el período 2011-2015 y cuál será para el período 2016-2019?*

El comportamiento diario del tráfico agregado en los centros educativos sigue un patrón muy bien definido y se puede observar en la figura 7-1. La pregunta es qué pasa con este comportamiento en el largo plazo, ¿es estable, crece o decrece? y sobre todo, ¿cómo lo hace? También se plantea la siguiente pregunta: ¿qué proporción del crecimiento del tráfico detectado en los centros educativos, en particular en escuelas es debido al programa de *Ceibal en Inglés*?

En esta sección se utilizó técnicas de análisis y minería de datos de tráfico de red para entender el comportamiento agregado de la variable tráfico y para modelar el futuro de su comportamiento en base a ciertas hipótesis, lo que configura escenarios plausibles.



**Figura 7-1.. PATRÓN DE TRÁFICO DIARIO EN UN LOCAL EDUCATIVO**

## 7.2. Diseño

La fuente de datos a continuación, salvo que se indique lo contrario, es el sistema *Zabbix* de monitoreo de la RED CEIBAL.

### 7.2.1. Variables Independientes y Dependientes

Las *variables dependientes* identificadas en el estudio son:

- Evolución del Tráfico de Bajada de internet
- Evolución del Tráfico de Subida a internet
- Evolución de las Conexiones simultáneas a la RED CEIBAL

Las *variables independientes* identificadas en el estudio son:

- Locales educativos urbanos:
  - Enseñanza Media: liceos y utus.
  - Enseñanza primaria: escuelas y jardines.
- la RED CEIBAL
- Dispositivos (laptops, tablets, smartphones) conectables.

A continuación se definen las variables dependientes del presente estudio

**Definición 7.2.1** (Tráfico de Bajada). *El tráfico de bajada se define como el tráfico desde internet cursado en un local en un período de tiempo dado.*

**Definición 7.2.2** (Tráfico de Subida). *El tráfico de subida se define como el tráfico hacia internet cursado desde un local educativo en un período de tiempo dado.*

**Definición 7.2.3** (Conexiones Simultáneas). *Es la cantidad de usuarios distintos conectados a la RED CEIBAL en un período de tiempo dado.*

### 7.2.2. Universo de estudio y muestra

#### Locales Educativos

El universo de locales educativos son todos los locales educativos públicos de Primaria y Media catalogados en la base de datos del Plan como *Urbanos*.

#### Matrícula de Docentes y Estudiantes Beneficiarios

La matrícula que se toma para el análisis es el valor promedio de los beneficiarios registrados por subsistema a lo largo de los años de que se dispone dicho valor. Si bien se consideran únicamente los centros educativos urbanos, esto corresponde al 95 %<sup>1</sup> de la matrícula de beneficiarios por lo que los datos de la tabla **7-2** son una buena aproximación a dicho número.

<sup>1</sup>Según datos suministrados por el Departamento de Datos y Sistemas de PLAN CEIBAL.

**Tabla 7-1.. UNIVERSO DE LOCALES EDUCATIVOS POR SUBSISTEMA**

<b>Sistema</b>	<b>Subsistema</b>	<b># Locales</b>
Enseñanza Primaria	Escuelas	953
Enseñanza Primaria	Inicial	163
<i>Subtotal Primaria</i>		1116
Enseñanza Media	Liceos	264
Enseñanza Media	Utus	155
<i>Subtotal Media</i>	–	419
<b>Total</b>	–	<b>1535</b>

**Tabla 7-2.. UNIVERSO DE BENEFICIARIOS POR SUBSISTEMA EDUCATIVO**

<b>Sistema</b>	<b>Subsistema</b>	2013	2014	2015	Promedio
Enseñanza Primaria	Escuelas	314039	307192	304737	308656
Enseñanza Primaria	Inicial	33299	34708	35427	34478
<i>Subtotal Primaria</i>	–	347338	341900	340164	343134
Enseñanza Media	Liceos	233938	228689	236832	233153
Enseñanza Media	Utus	61904	37575	44394	47958
<i>Subtotal Media</i>	–	295842	266264	281226	281111
<b>Total General</b>	–	643180	608164	621390	624245

## Series Temporales

Para las series temporales se establecen escalas de tiempo que permiten agrupar y promediar los datos según diferentes granularidades. La graduación de la escala de tiempo más grande es la anual, la que acumula las medidas de tráfico de todo un año de actividades, de enero a enero. La siguiente graduación de la variable tiempo es la trimestral y la siguiente es la mensual. A continuación se enumeran las principales características de estas tres series temporales:

- **Serie Anual:** Es la más general, la que acumula y promedia los datos de un sistema a lo largo de un año. Pierde granularidad y gana en el suavizado para comprender la tendencia y el comportamiento interanual.
- **Serie trimestral** Esta serie agrupa los datos por trimestre con la siguiente nomenclatura:
  - **T1:** Primer trimestre del año, va de enero a marzo.
  - **T2:** Segundo trimestre del año, va de abril a junio.
  - **T3:** Tercer trimestre del año, va de julio a setiembre.
  - **T4:** Cuarto trimestre del año, va de octubre a diciembre.

Esta escala de tiempo permite identificar patrones estacionales a lo largo del año, aunque dado que agrupa varios meses no es posible observar los meses de pico o de mayor intensidad de uso de la red.

- **Serie mensualizada:** Es la serie de mayor detalle, que permite detectar los picos de actividad en el año (máximos y mínimos) y permite interanualmente detectar regularidades y patrones de comportamiento. Brinda datos de relevancia para el aprovisionamiento y dimensionamiento de la red.

En la sección 8 se mostrará en detalle los gráficos de cada una de estas series para los distintos sistemas estudiados.

## Muestra

Dada la posibilidad de acceder a la base de datos de Zabbix que contiene todo el histórico de datos y dado el volumen de información pasible de ser procesada se optó por trabajar con toda la base de locales, por lo que la muestra coincide con el universo de estudio desde el punto de vista de los locales.

En cuanto a los datos de tráfico y conexiones se utiliza la noción de *hora más cargada*. Como se observó en [117] y también se puede observar en el patrón típico de la figura 7-1 la hora más cargada de la RED CEIBALES en el entorno de las 11am. Por lo cual las muestras y el análisis se realiza para el horario de 10 a 11 de la mañana.

Para las variables dependientes se realiza el siguiente muestreo:

### Tráfico de Bajada y Subida

Tanto el tráfico de bajada como el tráfico de subida se computan de dos maneras a las que llamamos medidas de tráfico:

- Tráfico Promedio
- Tráfico de Pico (o Máximo)

El muestreo de ambas medidas se realiza cada 5 minutos durante la hora más cargada de la red. Es decir, se toman 12 valores de tráfico cursado cada intervalo de 5 minutos ( $12 \times 5 = 60$  minutos). Luego se obtiene el valor promedio de los 12 valores que es el que se almacena. A su vez se almacena el valor pico de las 12 medidas en cada hora muestreada. La medida del promedio interesa para el caso de análisis de tendencia y la medida de pico tiene utilidad cuando se analiza capacidad disponible y demanda.

### **Conexiones simultáneas**

Las conexiones simultáneas se computan a su vez de la siguiente manera:

- Conexiones Promedio
- Conexiones de Pico (o Máximo)

En la hora más cargada se toma el valor de la cantidad de dispositivos conectados cada 5 minutos y se conserva el promedio de los mismos y el máximo.

### **7.2.3. Supuestos de Partida y su fundamentación**

Como se estableció en la sección 2.3 la hipótesis principal de esta parte es que la RED CEIBAL viene experimentando un crecimiento importante en cuanto a su intensidad de uso por parte de los beneficiarios del Plan. Para conducir este análisis se tomaron los siguientes supuestos:

1. **Hora más cargada de la red:** Se utiliza la hora más cargada de 10 a 11 am. Como se observa en [117] es una buena aproximación en todos los casos (si no se da la hora más cargada se observa que se está en el entorno de la misma).
2. **No saturación:** Esta hipótesis asume que los centros educativos hacen un uso del tráfico por debajo de la capacidad de acceso a internet que tienen instalada. Para mostrar que se confirma esta hipótesis se procedió de dos maneras: primero por absurdo, dado que si estuviese saturado entonces no habría evolución del crecimiento del tráfico o sería por escalones acompañando los crecimientos de capacidad instalada. Segundo, se muestreó un conjunto de locales representativo y se observó que en la hora más cargada existe saturación en un número de locales menor al 5%.
3. **Comportamiento de clases de inglés aislable:** Se asume que el tráfico de las clases de inglés en Primaria desde el año 2013 es significativo en la red y que no es despreciable, por lo que en base a los datos de cantidad de grupos de inglés que tomaron clase en la hora más cargada se estimará las medidas de tráfico de bajada y de subida debidas exclusivamente a esta actividad. Esta hipótesis se contrastará en la sección 8

## 7.3. Procedimiento

Con el diseño anterior definido se generaron desde Zabbix las siguientes bases de datos y su nomenclatura:

1. ETB: Escuelas y Jardines, medidas de tráfico de bajada
2. ETS: Escuelas y Jardines, medidas de tráfico de subida
3. EC: Escuelas y Jardines, medidas de conexiones simultáneas
4. LUTB: Liceos y Utus, medidas de tráfico de bajada
5. LUTS: Liceos y Utus, medidas de tráfico de subida
6. LUC: Liceos y Utus, medidas de conexiones simultáneas

Cada base se generó en un archivo .csv el cual se alimentó en *Tableau* y hojas de cálculo *Openoffice* a partir de lo cual se pudo comenzar el procesamiento y análisis de los datos, lo que se detalla en la sección siguiente.

# 8. Análisis

## 8.1. Introducción

En el estudio de la evolución del tráfico se puede observar regularidades en el comportamiento que pueden ser vistas como ciclos o estacionalidades. Algunos de estos comportamientos pueden ser explicados por variables externas identificables. En particular es clara la disminución de la demanda del uso de la RED CEIBAL en los períodos de recesión escolar (vacaciones de verano y julio principalmente). También resulta claro ver los picos de demanda asociados a ciertas actividades fomentadas desde el propio PLAN CEIBAL. Como se observará más adelante en las gráficas de evolución los meses de octubre y noviembre contienen los récords de uso de la red y están asociados básicamente a evaluaciones en línea, campeonatos de matemáticas y videojuegos entre otros.

Además de las regularidades, ciclos o estacionalidades que se identifican año a año es importante observar lo que se denomina *tendencia*. La *tendencia* permite describir el comportamiento dominante de la evolución de la variable que se está midiendo. En el caso de las series estudiadas tiene sentido estudiar la tendencia de la serie inter-anual, inter-trimestral e inter-mensual. No obstante ello, a lo largo de los meses del año es posible observar que no se da la monotonía creciente estricta, debido esencialmente a los recesos del sistema educativo.

En definitiva en este capítulo se presentará dos tipos de gráficos:

- Gráficos de Patrones: aquellos que muestran comportamientos regulares, cíclicos y/o estacionales a lo largo de una unidad, ya sea trimestral o mensual.
- Gráficos de Series: aquellos que muestran la evolución temporal a lo largo de la línea de tiempo según la escala que se establece (año, trimestre, mes).

Los gráficos de Patrones muestran la dinámica intra-anual y permiten entender el comportamiento estacional por trimestres o por meses típico en un período dado y sus variaciones esperables (tendencias y proyección) en el corto plazo mientras que la serie anual ilustra la dinámica inter-anual y permite analizar tendencias y proyecciones de mediano plazo.

## 8.2. Patrones de comportamiento Globales

### 8.2.1. Tráfico

El comportamiento de todo el sistema a lo largo de los años tiene una regularidad o un ciclo que se repite en el año escolar. Cada año presenta una curva o una tendencia trimestre a trimestre o mes

a mes según se esté analizando. Si se observa el primer caso, el patrón trimestral establece que hay un uso creciente en los recursos de la red a lo largo de cada año, llegando el trimestre 4 del año a utilizar entre 5 y 6 veces más las capacidades de la red en promedio que en el trimestre 1 del año.

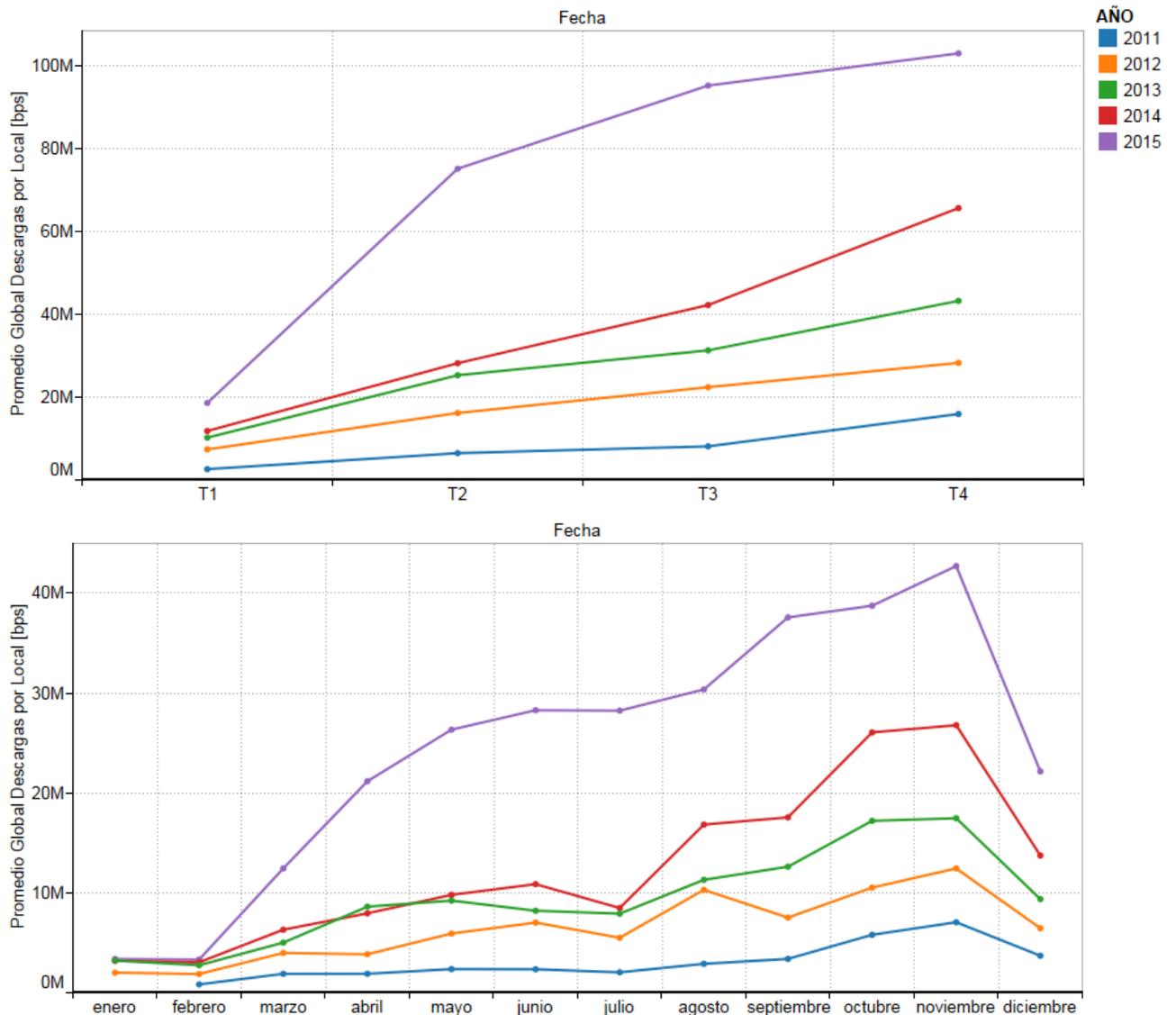


Figura 8-1.. PATRONES ANUALES GLOBALES DE TRÁFICO.

A lo largo de un año también se da un incremento del uso de la red mes a mes pero con estacionalidades bien marcadas como es el caso de los recesos de verano (diciembre, enero y febrero) y de invierno (vacaciones de julio). Estas apreciaciones se pueden observar en las figuras de 8-5.

### Relación Pico/Promedio y Descarga/Carga

La relación entre el pico y el promedio de tráfico en la hora estudiada oscila en un entorno de (1;3) aproximadamente y tiene un promedio de 2.2. La relación de Descarga y Carga de tráfico oscila

según el mes y el año en el entorno de (6;14) y tiene un promedio de 10.9. Las variaciones mensuales y anuales se observan en 8-2.

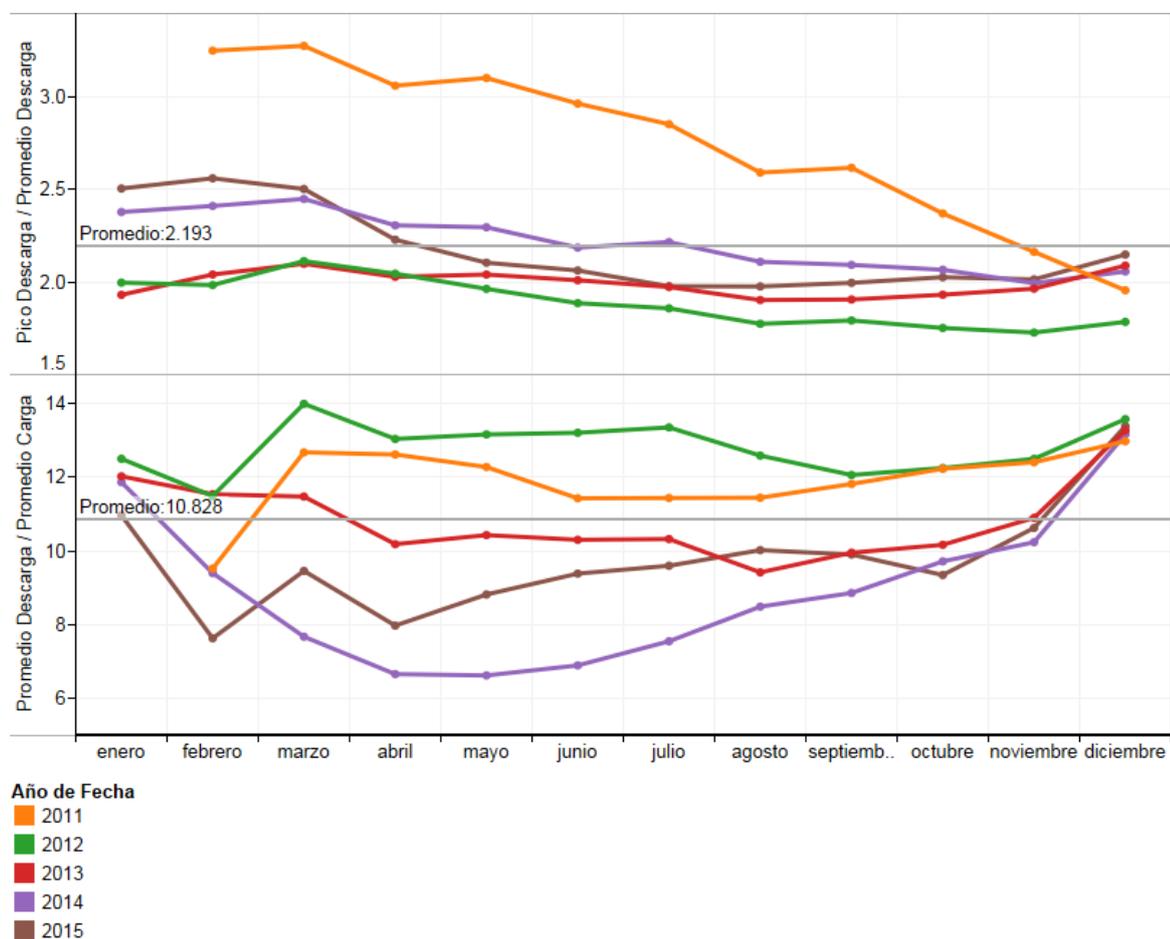


Figura 8-2.. PATRONES ANUALES DE RELACIONES GLOBALES DE TRÁFICO.

Con el estudio de estas variables se caracteriza el comportamiento de las medidas de pico y promedio así como las medidas de carga y descarga. Para ver la relación de estas variables desglosando por Primaria y Media consultar anexo A.10.

### 8.2.2. Conexiones Simultáneas

En 8-3 se puede apreciar tres gráficos: el primero muestra una curva por año de 2011 a 2015 con las conexiones promedio por antena para todos los meses de cada año. El segundo muestra lo mismo que el anterior pero en base a locales educativos existentes. se observa un comportamiento regular y sostenido en ambas gráficas con un crecimiento importante en marzo y abril de cada año, un decrecimiento hacia julio-agosto, un nuevo mínimo local en setiembre, un repunte muy importante de actividad hacia octubre-noviembre y finalmente una caída hacia diciembre. Este patrón es consistente con lo que se ha visto en las medidas de tráfico. Finalmente se observa el

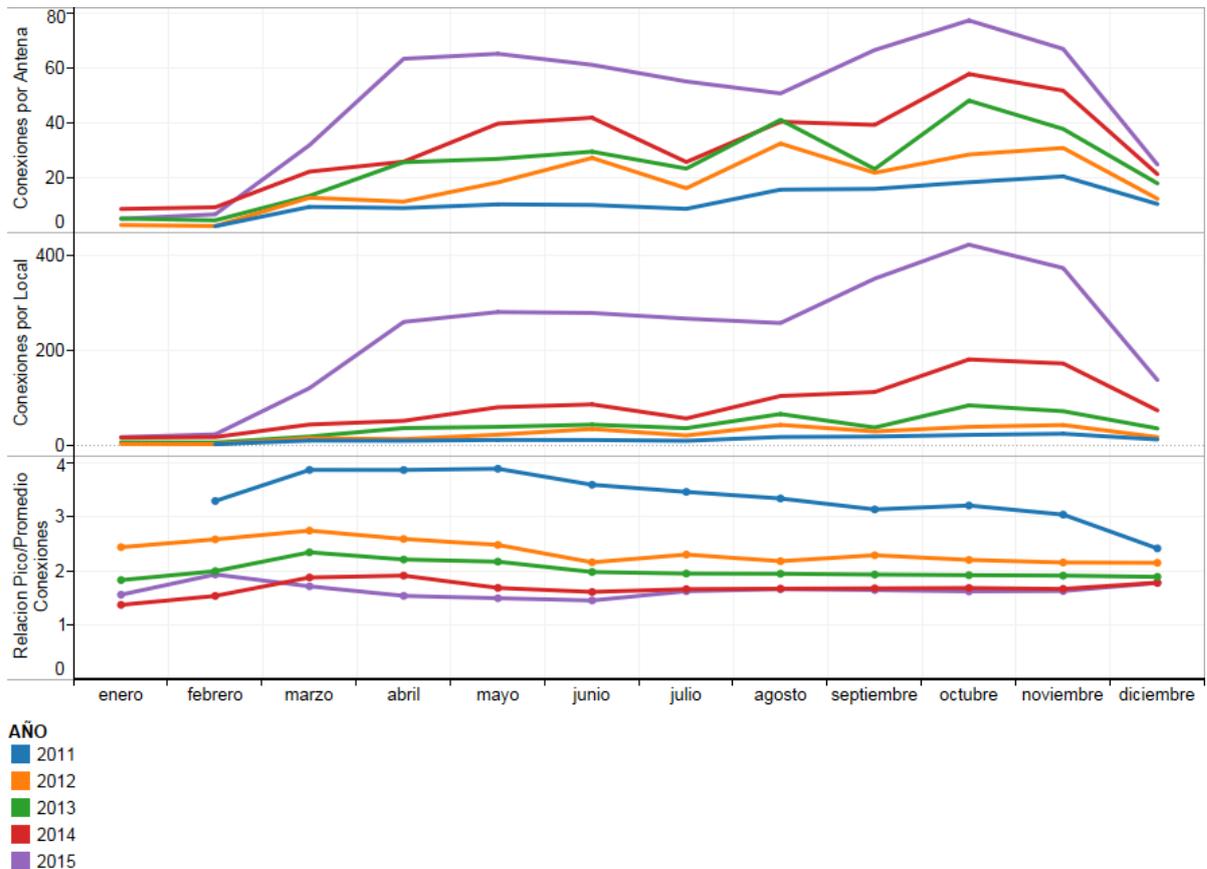


Figura 8-3.. PATRONES ANUALES DE CONEXIONES SIMULTÁNEAS EN TODO EL SISTEMA.

patrón de relación pico/promedio de conexiones simultáneas, donde se deduce que año a año ha venido descendiendo y que en los últimos dos años esta relación está acotada entre 1 y 2.

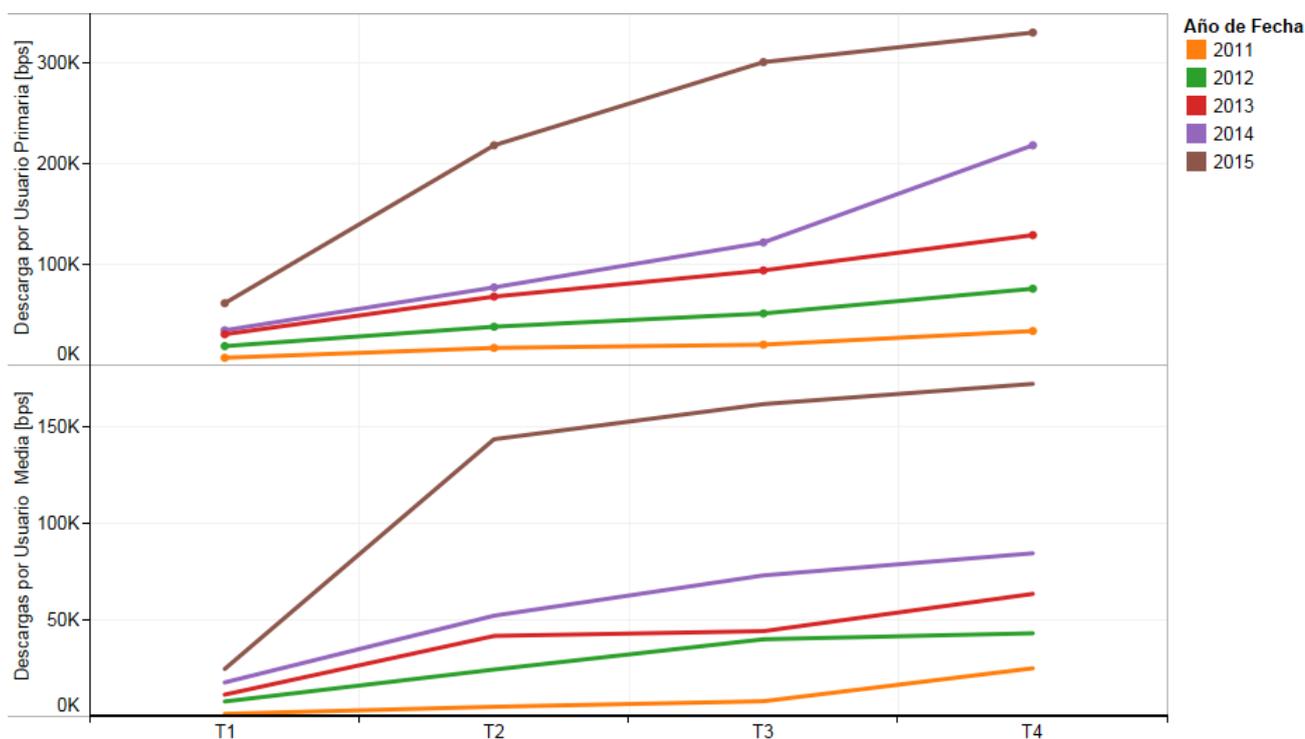
## 8.3. Patrones de Comportamiento en Primaria y Media

En esta sección se observará el comportamiento específico de tráfico y conexiones simultáneas segregado por subsistema: Enseñanza Primaria y Enseñanza Media.

### 8.3.1. Tráfico

#### Patrón trimestral Primaria

El gráfico 8-4 muestra que a lo largo del año a medida que avanza el trimestre hay un aumento significativo del tráfico cursado en la red, de hecho *las curvas para ambos subsistemas es monótona creciente y el trimestre de mayor tráfico (T4) es entre 5 y 7 veces más cargado que el mes que se trafica menos (T1) tanto para Primaria como para Media*. De todas formas se puede avanzar a un mayor nivel de detalle que es estudiar qué sucede mes a mes a lo largo de un año. La pregunta



**Figura 8-4.. PATRONES TRIMESTRALES DE DESCARGAS EN PRIMARIA (ARRIBA) Y MEDIA (ABAJO).**

allí sería cuáles son los meses más cargados y cuáles son los meses menos cargados. Eso se verá en los patrones mensuales.

### Patrón Trimestral Media

El patrón trimestral de tráfico de carga y descarga, pico y promedio de Enseñanza Media se muestra en 8-4 en donde se puede observar una tendencia creciente trimestre a trimestre al igual que en Primaria.

### Patrón Mensual Primaria

En el gráfico 8-5 se observa la evolución mes a mes de un año promedio. A simple vista se puede observar las estacionalidades dadas por los recesos de verano (diciembre, enero, febrero) y la dada por las vacaciones de julio. Lo otro que se puede observar rápidamente es que para el resto de los meses hay una tendencia creciente en el tráfico.

### Patrón mensual Media

El patrón mensual en Media 8-5 tiene un comportamiento similar al de Primaria en donde *se registra la merma de actividad por recesos escolares de verano e invierno y para el resto del año se da una tendencia creciente de uso llegando al máximo en los meses de octubre y noviembre*. Una particularidad es que los valores máximos de Carga de la red se dan en el mes de octubre mientras

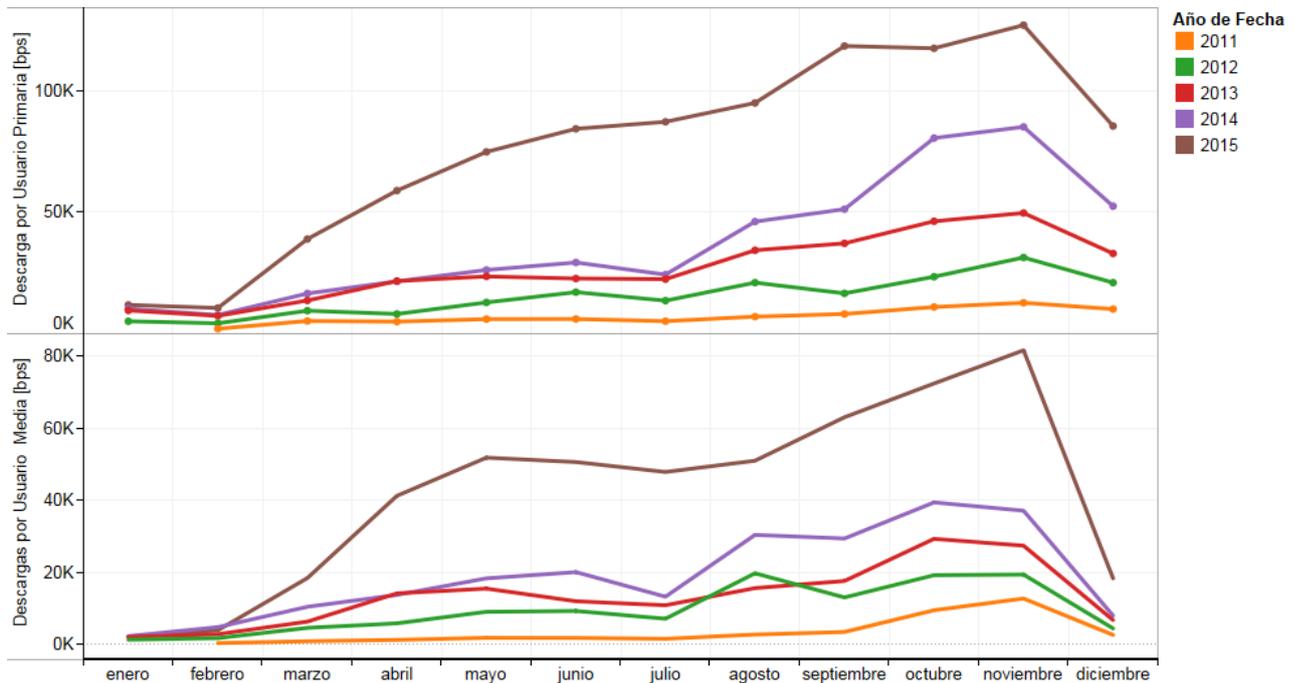


Figura 8-5.. PATRONES MENSUALES DE DESCARGAS EN PRIMARIA (ARRIBA) Y MEDIA (ABAJO).

que los valores máximos de Descarga se dan en el mes de noviembre. De todos modos el patrón anual describe un año típico y en la serie anual se podrá observar si esto es siempre así o varía año a año.

### 8.3.2. Conexiones Simultáneas

#### Primaria y Media

Las conexiones simultáneas en Primaria varían según el trimestre y el mes naturalmente siguiendo una lógica similar a lo que ocurre con el tráfico. En el gráfico 8-6 se observa los patrones de comportamiento mensuales para ambos subsistemas.

Se ve una tendencia de crecimiento interanual e intra-anual. Se observa claramente que la cantidad de conexiones en Enseñanza Media multiplica por 4 veces aproximadamente en los últimos años a las conexiones de Primaria, aspecto que se retomará en las siguientes secciones.

Ahora, cuando analizamos la relación de tráfico por conexión en 8-7 se observa que las conexiones en Enseñanza Media están soportando menor tráfico que las conexiones en Primaria. De hecho se observa que año a año las conexiones en Enseñanza Media disminuyen su tráfico promedio en tanto que en Primaria no hay una tendencia clara.

En resumen, *las conexiones simultáneas han crecido en ambos subsistemas, siendo en Media donde el crecimiento ha sido mucho mayor en los últimos años. En tanto el tráfico de cada conexión en Media ha ido disminuyendo sostenidamente mientras que en Primaria se ha mantenido estable.*

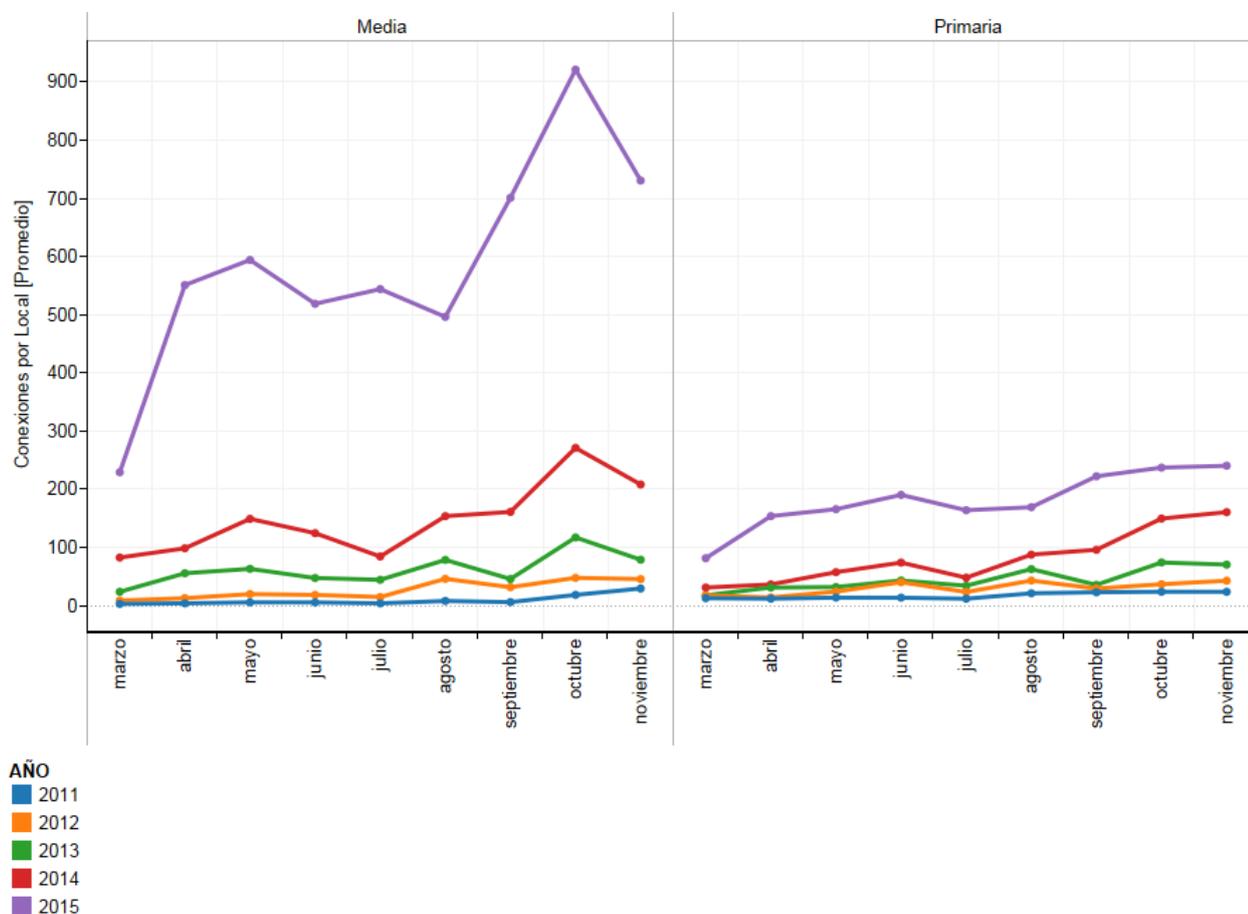


Figura 8-6.. PATRÓN DE CONECTADOS EN PRIMARIA Y MEDIA

En la sección a continuación se estudiará cómo es el comportamiento año a año de las variables estudiadas concentrándonos en los promedios de tráfico de carga y descarga, las conexiones simultáneas por antena instalada y el tráfico promedio por usuario.

Al trabajar con series de tiempo se incorporará más rigurosamente la noción de tendencia a lo largo del tiempo y de proyección de largo plazo.

## 8.4. Series de Tiempo y Tendencias

En esta sección se presentan las series de tiempo anuales y las principales tendencias para las medidas de tráfico, conexiones simultáneas y relaciones entre estas variables tanto a nivel global o agregado de todo el sistema educativo como por los subsistemas estudiados.

### 8.4.1. Armado de las Series Anuales

El armado de las series temporales anuales hace que desaparezcan las estacionalidades, ciclos o regularidades y se explicitan las tendencias de largo plazo. Esto se logra dado que cada año acumula

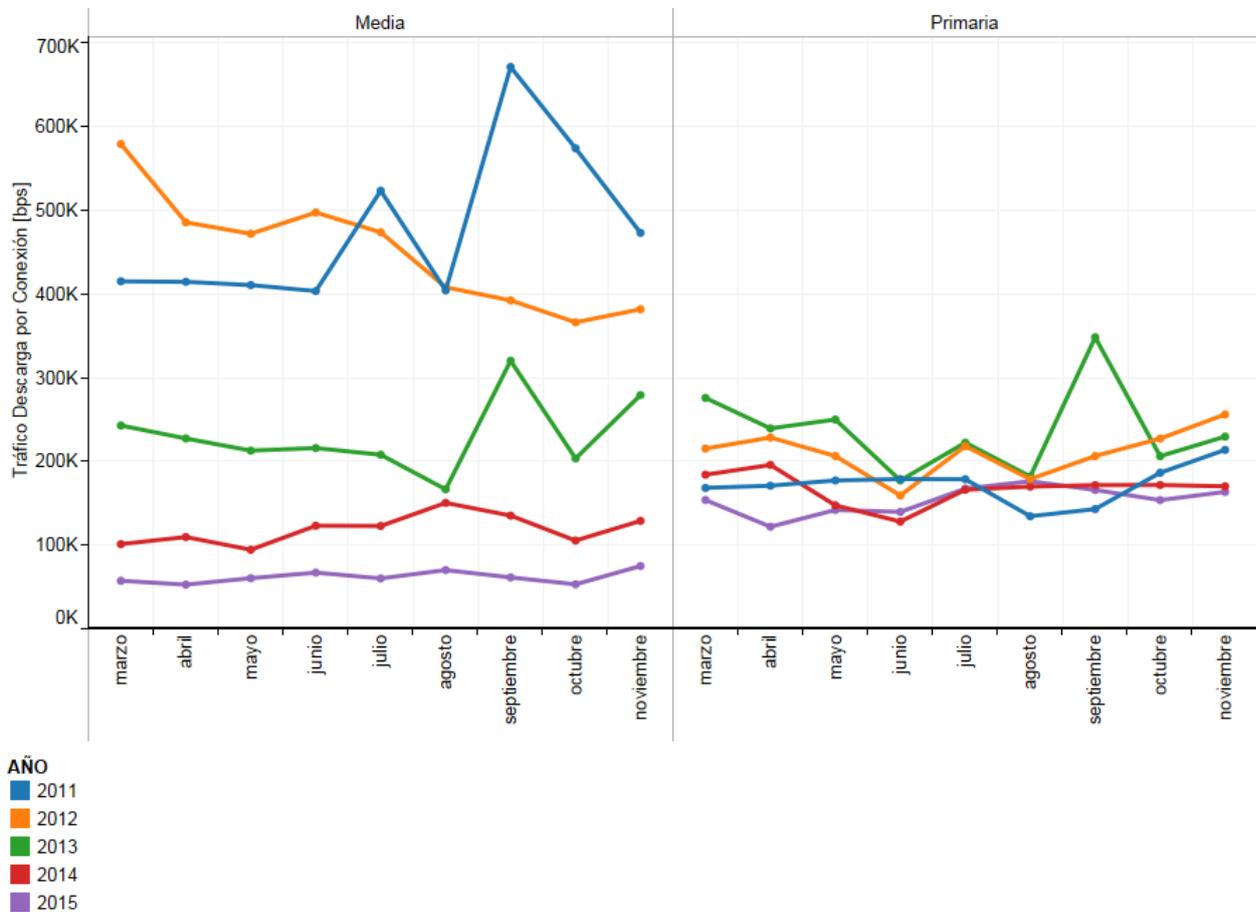


Figura 8-7.. PATRÓN DE TRÁFICO POR CONEXIÓN EN MEDIA Y PRIMARIA

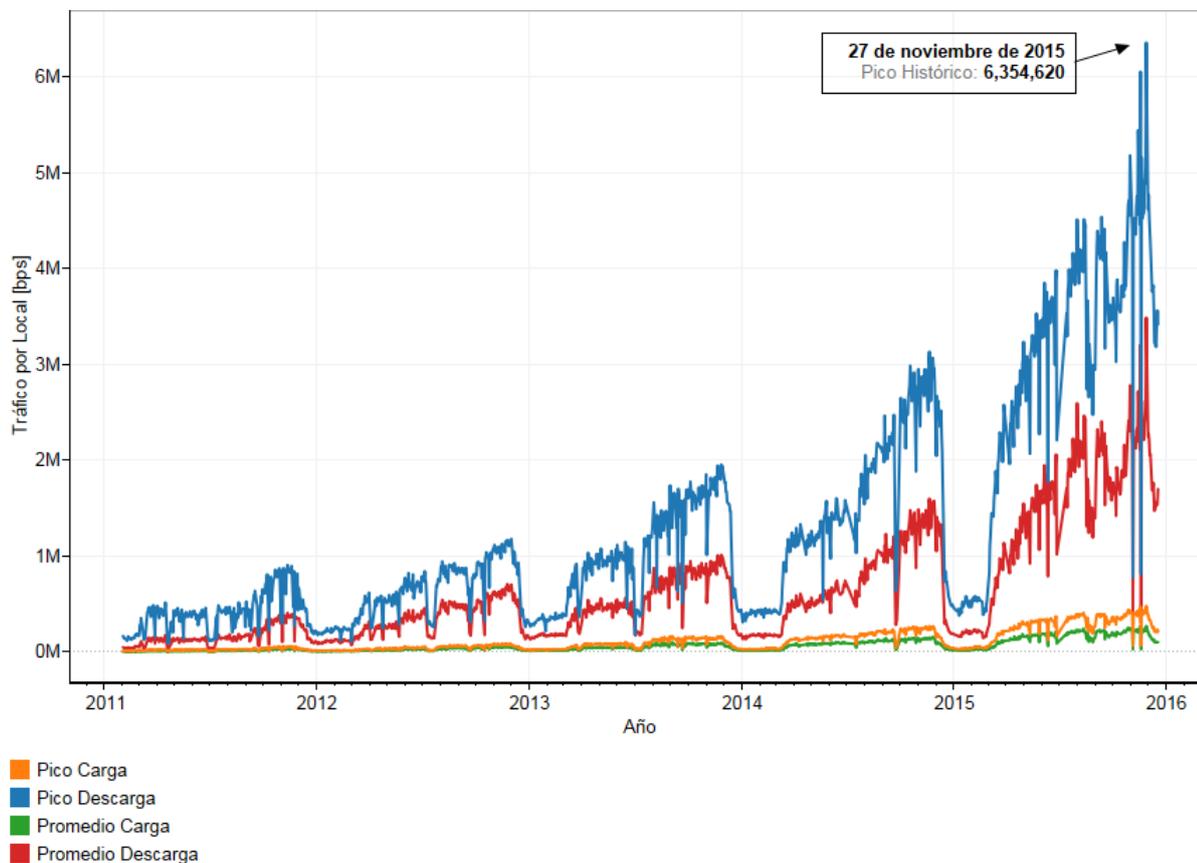
lo que sucede en este año es decir en todos los días, meses y trimestres del año. La serie anual puede verse como un acumulador o promediador. De esta forma se observará si hay crecimientos o decrecimientos sostenidos y la velocidad con que estas variaciones se van dando.

El gráfico 8-8 muestra la evolución diaria de naturaleza creciente a lo largo de los años, si bien se producen las estacionalidades, ciclos e incluso algunas irregularidades. Para poder ver más nítidamente este crecimiento año a año se toman los valores promedio anuales y se observa su serie en 8-8.

#### 8.4.2. Modelos Estadísticos de Crecimiento y Tendencia

Los modelos estadísticos de tendencia que se postulan en este trabajo están basados en regresiones lineales y permiten modelar comportamientos de velocidades constantes de crecimiento, exponenciales o polinómicas según el caso. El comportamiento típico para las medidas de tráfico y conexiones estudiadas ( $Tr$ ) se aproxima estadísticamente como una exponencial de la forma:

$$Tr(t_i) = K_0 e^{\beta t_i} + \epsilon \quad (8-1)$$



**Figura 8-8.** SERIE DIARIA DE TRÁFICO DE CARGA Y DESCARGA DE PICO Y DE PROMEDIO PARA TODO EL SISTEMA EDUCATIVO URUGUAYO POR LOCAL. PERÍODO 2011-2015.

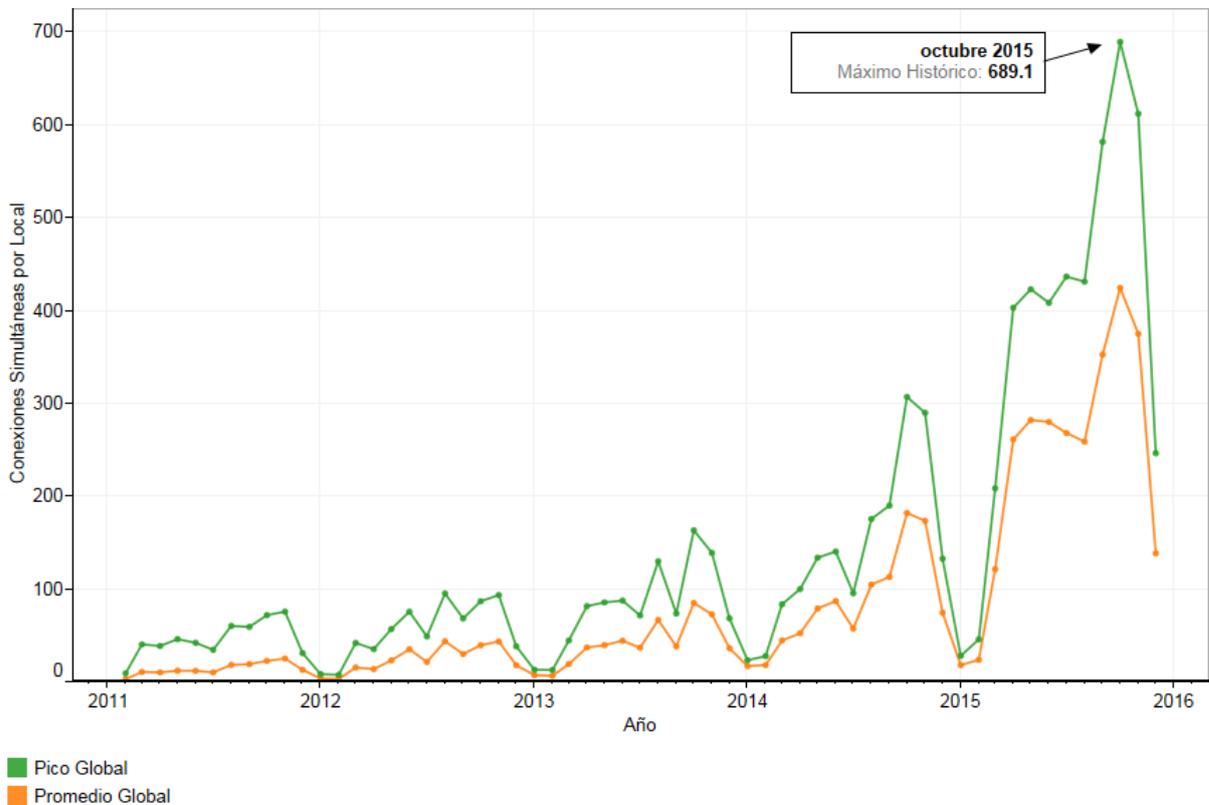
El término  $e^\beta$  en 8-1 se denomina *tasa de crecimiento* y en el caso de las series anuales tiene la interpretación de indicar el crecimiento proporcional entre dos años consecutivos de la variable estudiada. Ignorando el término de error y según este modelo se puede describir el valor de la variable en el siguiente período en términos del período anterior de la siguiente forma:

$$Tr(t_{i+1}) = Tr(t_i)e^\beta \quad (8-2)$$

Siendo  $t_i$  el valor de la variable temporal en la serie, por ejemplo 2011, 2012, ..., 2015, 2016 y  $\epsilon$  un término de error.

Así de esta manera la interpretación de la tasa de crecimiento es el número de veces que incrementa o decrementa la variable en un año respecto al anterior. Por ejemplo si  $e^\beta$  toma el valor de 2 quiere decir que la variable aumenta al doble de un año a otro. El porcentaje de aumento de la variable viene dado por  $e^\beta - 1$  base 100. Es decir, un coeficiente de  $e^\beta = 2,12$  significa que la variable crece  $2,12 - 1 = 1,12 = 112\%$  de un año a otro.

El grado de ajuste del modelo a la serie temporal se evalúa con el parámetro  $R^2$  que indica un porcentaje de adecuación. Finalmente se utilizará el parámetro *p-valor* que en Estadística significa



**Figura 8-9..** SERIE MENSUAL DE CONEXIONES SIMULTÁNEAS PROMEDIO POR LOCAL PARA TODO EL SISTEMA EDUCATIVO URUGUAYO. PERÍODO 2011-2015.

la Significancia del modelo y mide cuán alejado de utilizar un modelo aleatorio para describir la variable se está. Un valor menor o igual a 0.005 de este parámetro indicará que se está frente a un modelo significativamente estadístico.

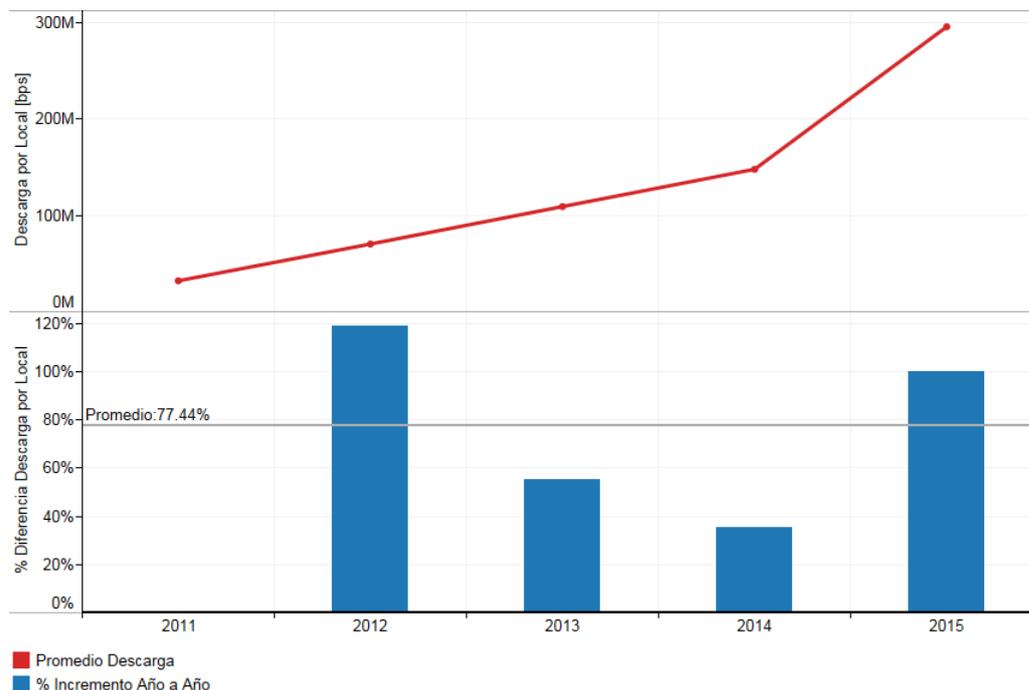
La generación de modelos se realizó con la herramienta Tableau <sup>1</sup>

### 8.4.3. Series Anuales Globales de Tráfico y Conexiones Simultáneas

En la figura 8-10 se observa el crecimiento del tráfico de descarga año a año y las diferencias interanuales en el agregado de todo el sistema educativo.

A su vez en la figura 8-11 se observa el crecimiento de conexiones simultáneas año a año y las diferencias interanuales en el agregado de todo el sistema educativo, en 8-11b por centro educativo y en 8-11b por antena conectada. En este mismo gráfico en el panel inferior se observa la cantidad de antenas promedio que hay instaladas en los centros educativos de Primaria en cada año. Esta variable crece todos los años y muestra un fenómeno asociado al despliegue de antenas de conectividad en los centros para resolver la *alta densidad de usuarios* dado el ambiente poblado que hay

<sup>1</sup>Ayuda en línea: [http://onlinehelp.tableau.com/v9.1/pro/online/windows/es-es/help.html#trendlines\\_model.html](http://onlinehelp.tableau.com/v9.1/pro/online/windows/es-es/help.html#trendlines_model.html) [acceso 31 de mayo de 2016]



**Figura 8-10.** SERIE ANUAL DE DESCARGA PROMEDIO GLOBAL Y SU VARIACIÓN AÑO A AÑO EXPRESADA COMO DIFERENCIA EN % RESPECTO AL AÑO ANTERIOR PARA TODO EL SISTEMA EDUCATIVO URUGUAYO. PERÍODO 2011-2015.

en los centros educativos.

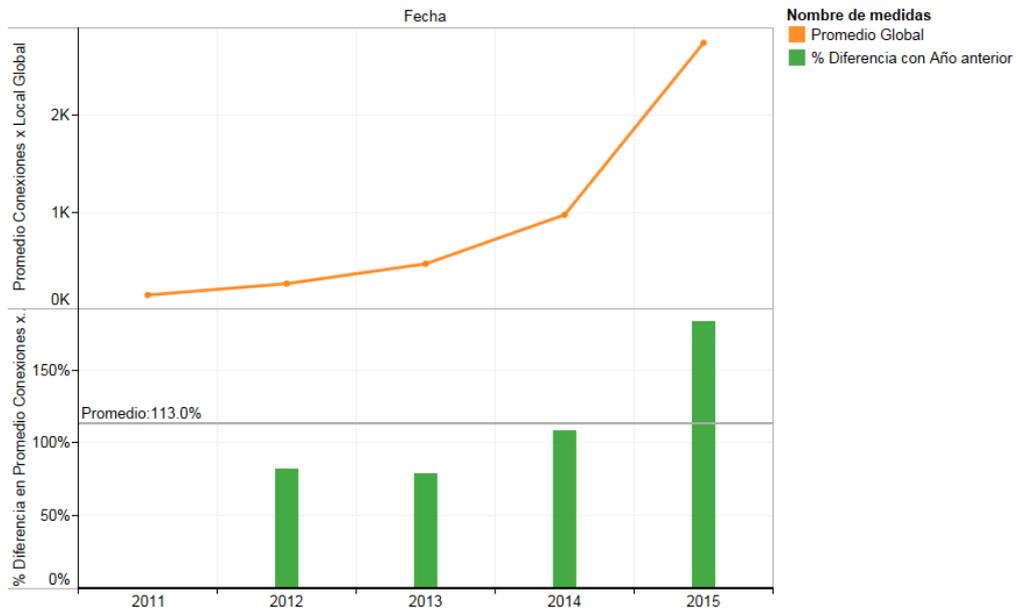
#### 8.4.4. Tendencia Global de Tráfico y Conexiones

La tendencia global en la serie anual tanto de tráfico por centro como de conexiones por centro tienen un comportamiento exponencial. Mientras que el tráfico observado por centro crece a una tasa promedio anual de  $e^{\beta} = 1,68\%$  es decir un 68% anual, las conexiones por centro educativo crecen en promedio a una tasa de 2.08 anual, es decir de un 105% anual. Las evoluciones anuales y sus tendencias se observan en **8-12**.

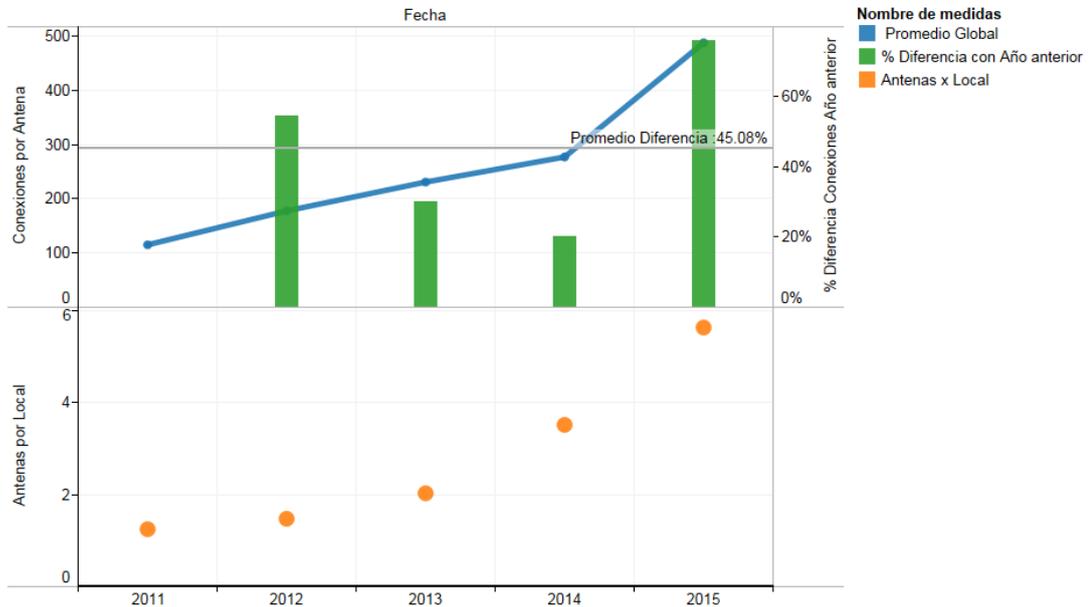
En la tabla **8-1** se presenta los parámetros principales de las curvas o modelos de tendencia generados para las variables bajo estudio. Se destaca que todas las variables descritas presentan velocidades de crecimiento exponenciales con un grado de adecuación a dicho modelo por encima del 90%. *En el caso del tráfico las velocidades de crecimiento se estiman entre 68 y 82% anual según se mire pico, promedio, carga o descarga. En el caso de las conexiones simultáneas la velocidad de crecimiento promedio año a año se estima en 105% y el pico crece en 73% interanual.*

### 8.5. Comparación de Capacidad Instalada vs Demanda

La capacidad instalada se mide en dos dimensiones:

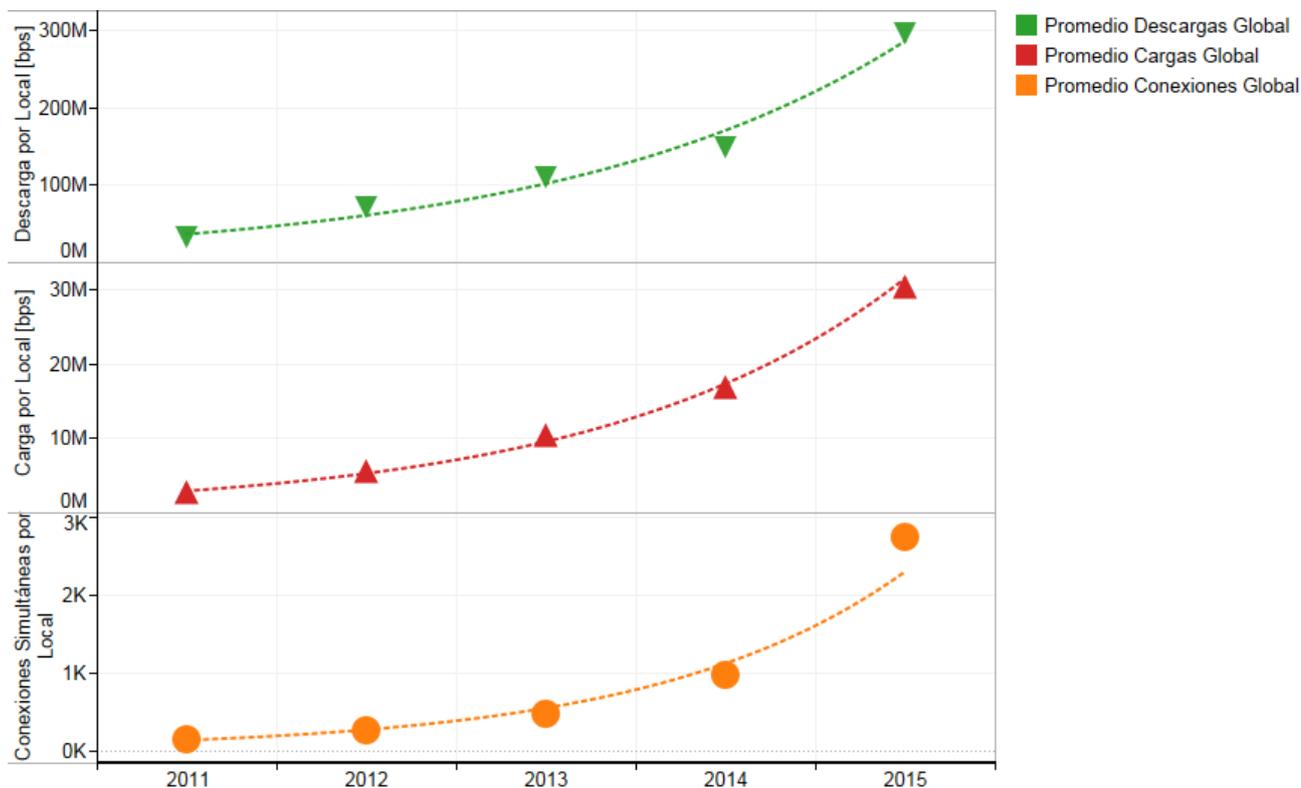


(a) SERIE ANUAL DE CONEXIONES SIMULTÁNEAS PROMEDIO EN LA HORA PICO PARA TODO EL SISTEMA EDUCATIVO URUGUAYO EN RELACIÓN A LA CANTIDAD DE CENTROS EDUCATIVOS URBANOS. PERÍODO 2011-2015.



(b) SERIE ANUAL DE CONEXIONES SIMULTÁNEAS PROMEDIO EN LA HORA PICO PARA TODO EL SISTEMA EDUCATIVO URUGUAYO EN RELACIÓN A LA CANTIDAD DE ANTENAS INSTALADAS EN LOS CENTROS EDUCATIVOS URBANOS. PERÍODO 2011-2015.

**Figura 8-11.. SERIE ANUAL DE CONEXIONES SIMULTÁNEAS GLOBAL**

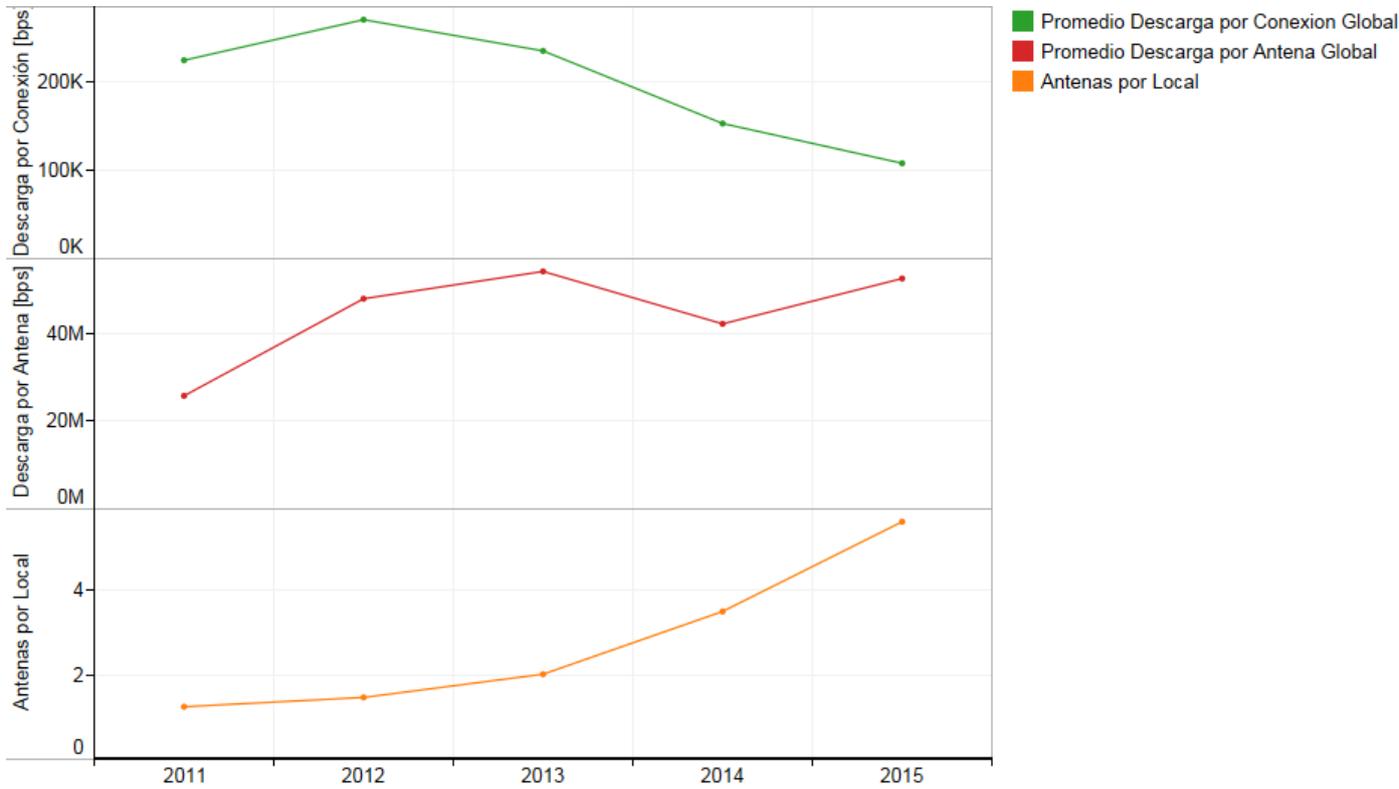


**Figura 8-12..** TENDENCIA GLOBAL DE TRÁFICO DE DESCARGA Y CARGA PROMEDIO Y CONEXIONES SIMULTÁNEAS PROMEDIO EN LA HORA PICO PARA TODO EL SISTEMA EDUCATIVO URUGUAYO. PERÍODO 2011-2015.

**Tabla 8-1..** PARÁMETROS DE LOS MODELOS ESTADÍSTICOS DE TENDENCIA PARA TRÁFICO Y CONEXIONES SIMULTÁNEAS EN TODO EL SISTEMA EDUCATIVO URBANO URUGUAYO EN BASE A LA SERIE 2011-2015.

<i>Modelos de Tendencia Globales por Local</i>				
<b>Tráfico</b>	$\beta$	$e^{\beta}$	$R^2$	$p - valor$
<i>Promedio Descargas</i>	0.52	1.68	0.98	0.0015
Pico Descarga	0.49	1.63	0.99	0.0002
<i>Promedio Carga</i>	0.60	1.82	0.99	0.0002
Pico Carga	0.60	1.82	0.99	0.0002
<b>Conexiones</b>				
<i>Promedio</i>	0.72	2.05	0.98	0.0009
Pico	0.55	1.73	0.94	0.007

- **Capacidad WiFi:** Es la cantidad de antenas instaladas en los centros educativos multiplicada por la capacidad de conexiones simultáneas de cada antena.



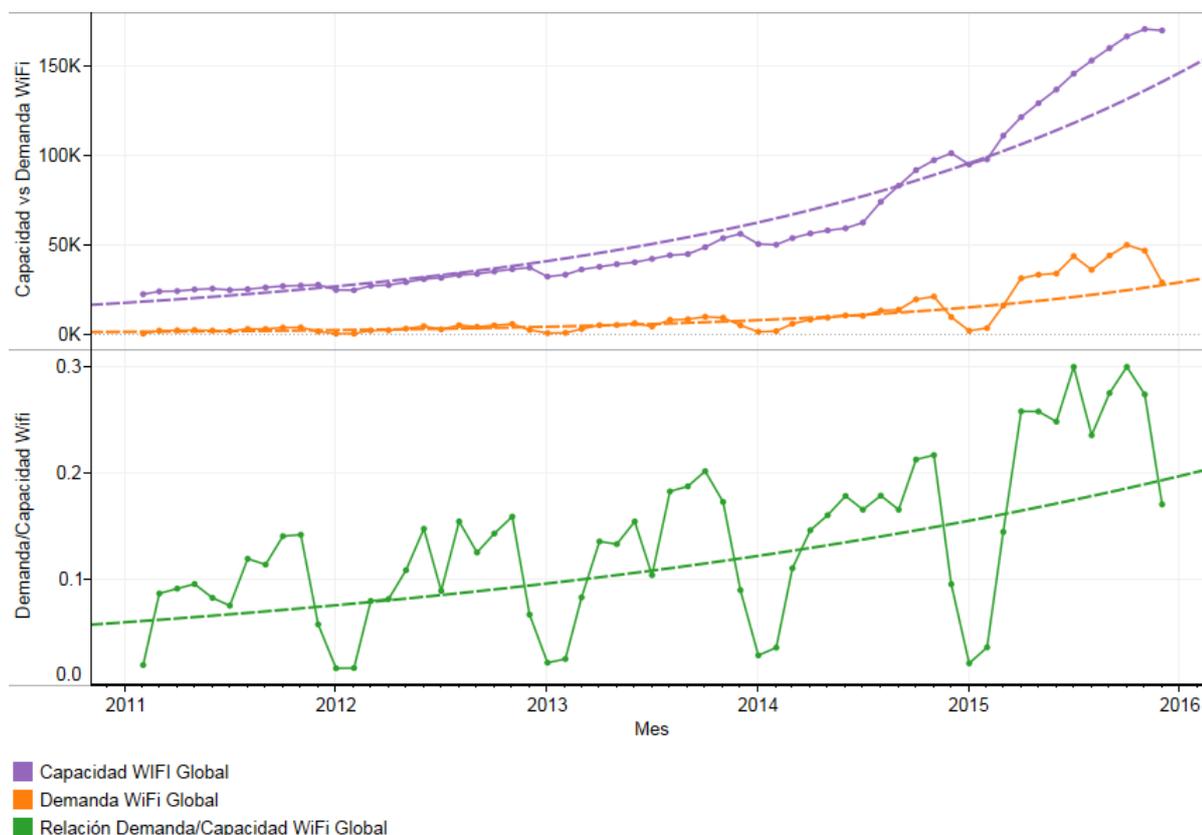
**Figura 8-13.** SERIE DE RELACIÓN GLOBAL PROMEDIO DE ANCHO DE BANDA DE DESCARGA POR CONECTADOS Y ANCHO DE BANDA DE DESCARGA POR ANTENA INSTALADA. PERÍODO 2011-2015.

- **Capacidad de Acceso a Internet:** Es la cantidad de centros educativos multiplicada por el ancho de banda disponible en cada centro educativo.

Ambos parámetros fueron aportados por el Departamento de Conectividad de PLAN CEIBAL . Como criterio se asume que cada antena wifi tiene una capacidad de 20 conexiones simultáneas. Para calcular la demanda de conexiones se considera el número real de conexiones simultáneas, en este caso se toma *el promedio de los valores de pico de las conexiones*.

**Tabla 8-2.** PARÁMETROS DE LOS MODELOS ESTADÍSTICOS DE CRECIMIENTO DE CAPACIDAD WiFi GLOBAL Y DEMANDA DE CONEXIONES SIMULTÁNEAS GLOBAL EN CENTROS URBANOS EN BASE A LA SERIE 2011-2015.

<i><b>Demanda WiFi vs Capacidad Wifi Global</b></i>				
<b>Medida</b>	$\beta$	$e^{\beta}$	$R^2$	$p - valor$
Capacidad WiFi	0.45	1.57	0.98	0.0009
Demanda WiFi	0.63	1.88	0.95	0.005



**Figura 8-14.. SERIE MENSUAL DE DEMANDA DE TRÁFICO VS CAPACIDAD INSTALADA EN CENTROS EDUCATIVOS URBANOS DE PRIMARIA Y MEDIA. PERÍODO 2011-2015.**

En la tabla 8-2 se puede observar que la capacidad wifi instalada crece a un 57% anual de su capacidad mientras que la demanda de wifi lo hace a un 88%. En 2015 la relación promedio de demanda sobre capacidad fue de un 30%.

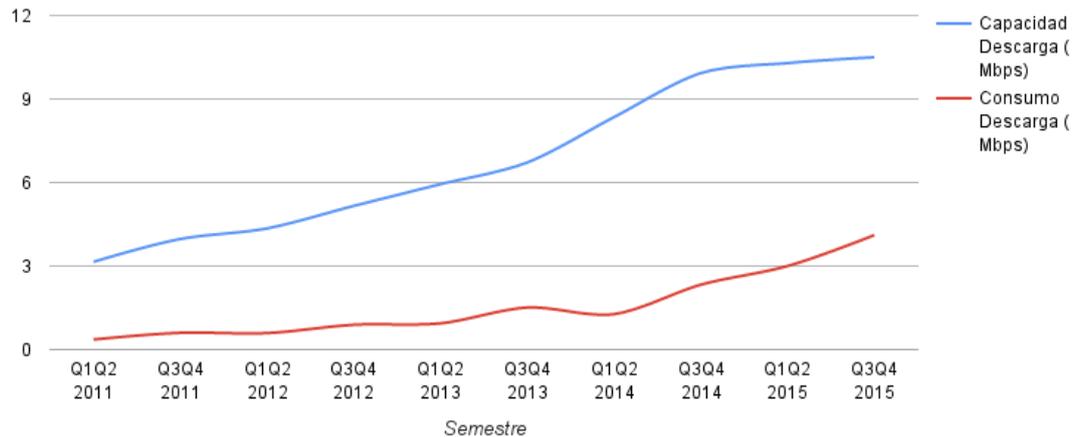
### Capacidad de Acceso a Internet vs Demanda

El monitoreo global de una variable como la demanda agregada de acceso a internet en relación a la capacidad global instalada es un indicador de la brecha que existe entre el recurso provisto y el uso promedio. Dada la diversidad de centros educativos y las distintas intensidades de uso no es posible deducir qué es lo que pasa a nivel de los centros educativos particulares. Dicho de otro modo, este indicador da una tendencia general pero no permite detectar niveles de saturación de uso de los recursos así como niveles de bajo uso, dada la naturaleza del promedio matemático.

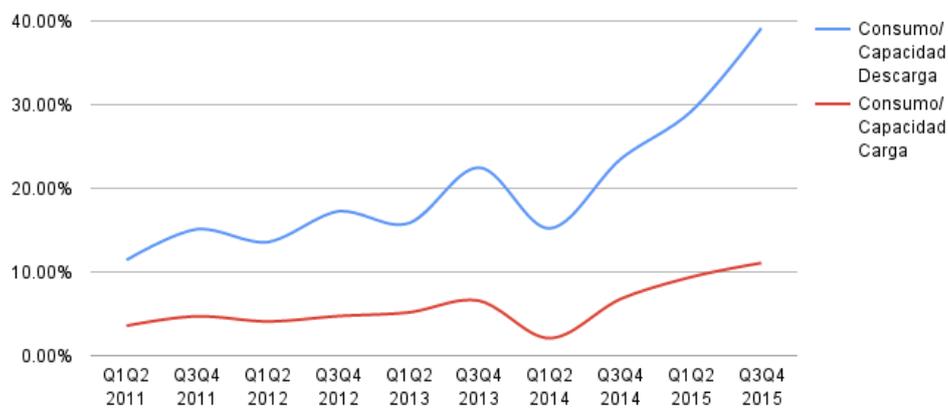
Lo que sí es interesante leer es cómo ha evolucionado en promedio el consumo o demanda de internet en relación a la capacidad instalada: el consumo de descarga respecto a la capacidad instalada de descarga pasó de un 10% en 2011 a un 40% en 2015, mientras que la relación de carga sobre capacidad de carga pasó de menos de un 4% en 2011 a un 11% en 2015.

Desde el punto de vista estadístico, el modelo de tendencia exponencial describe un crecimiento

promedio anual de 12% para la relación entre consumo de descarga y capacidad de descarga instalada con un  $R^2$  de 80%. Lo más llamativo es el salto que se observa entre el primer trimestre de 2014 y el segundo semestre de 2015.



(a) SERIE ANUAL DE LA CAPACIDAD DE DESCARGA DE INTERNET VS CONSUMO DE DESCARGA GLOBAL EN CENTROS EDUCATIVOS URBANOS DE PRIMARIA Y MEDIA. PERÍODO 2011-2015.



(b) SERIE ANUAL DE LA RELACIÓN CONSUMO POR CAPACIDAD INSTALADA DE TRÁFICO DE DESCARGA DE INTERNET EN CENTROS EDUCATIVOS URBANOS DE PRIMARIA Y MEDIA. PERÍODO 2011-2015.

**Figura 8-15..** EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA Y CAPACIDAD DE ACCESO A INTERNET POR CENTRO EDUCATIVO URBANO PROMEDIO.

Los datos de evolución de demanda y capacidad instalada de carga y descarga de internet se encuentran en las tablas **A-5** y **A.10.3**.<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Fuente: Departamento de Conectividad de PLAN CEIBAL .

## 8.6. Tendencia de la Demanda en Primaria y Media

### 8.6.1. Tráfico y Conexiones simultáneas

Las series temporales de tráfico y conexiones tanto para Primaria como para Media lucen similares a las series globales (agregado de todo el sistema). Ver figura 8-16. La diferencia principal está en la tendencia que cada una describe y esto se representa en las variaciones de los parámetros de los modelos. La tabla 8-3 los muestra. La diferencia de comportamiento más notable entre Primaria y Media se observa en la evolución de la cantidad de conexiones simultáneas, en particular el crecimiento registrado en los últimos dos años en Enseñanza Media. Se volverá sobre este punto en la siguiente sección.

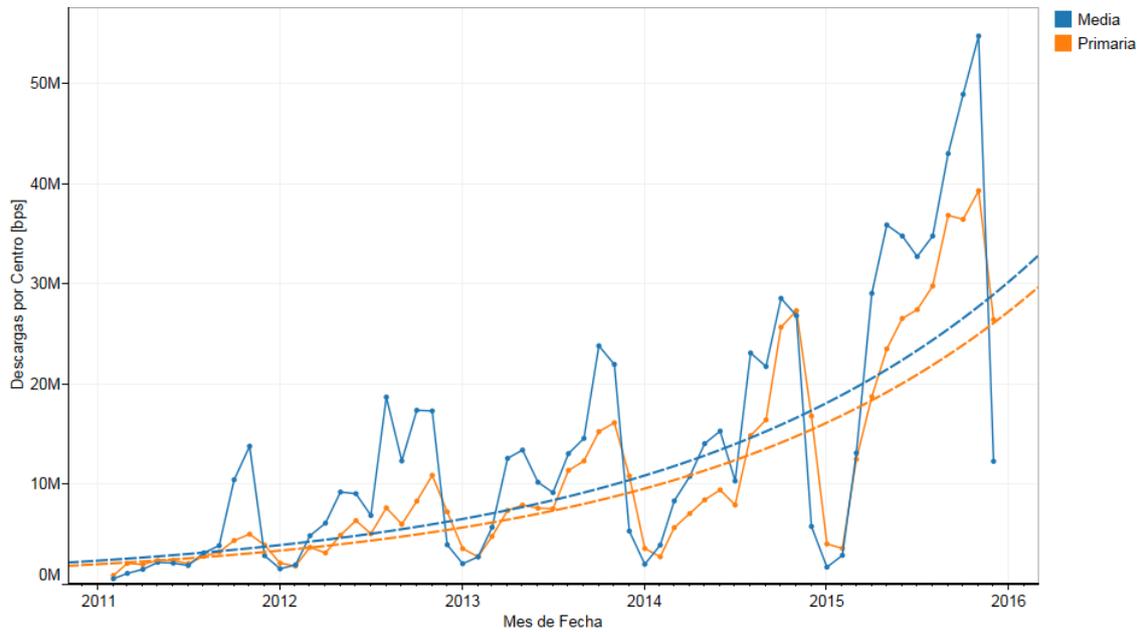
**Tabla 8-3.** PARÁMETROS DE LOS MODELOS ESTADÍSTICOS DE TENDENCIA PARA TRÁFICO Y CONEXIONES SIMULTÁNEAS EN PRIMARIA Y MEDIA URBANAS EN BASE A LA SERIE 2011-2015.

<i>Tráfico y Conexiones por Local</i>				
<b>Primaria</b>	$\beta$	$e^\beta$	$R^2$	$p - valor$
Promedio Descarga	0.53	1.70	0.98	0.0007
Promedio Carga	0.64	1.90	0.99	0.0003
Promedio Conexiones	0.59	1.8	0.99	0.0003
<b>Media</b>	$\beta$	$e^\beta$	$R^2$	$p - valor$
Promedio Descarga	0.47	1.60	0.94	0.0062
Promedio Carga	0.51	1.67	0.96	0.003
Promedio Conexiones	1.02	2.77	0.99	0.0003

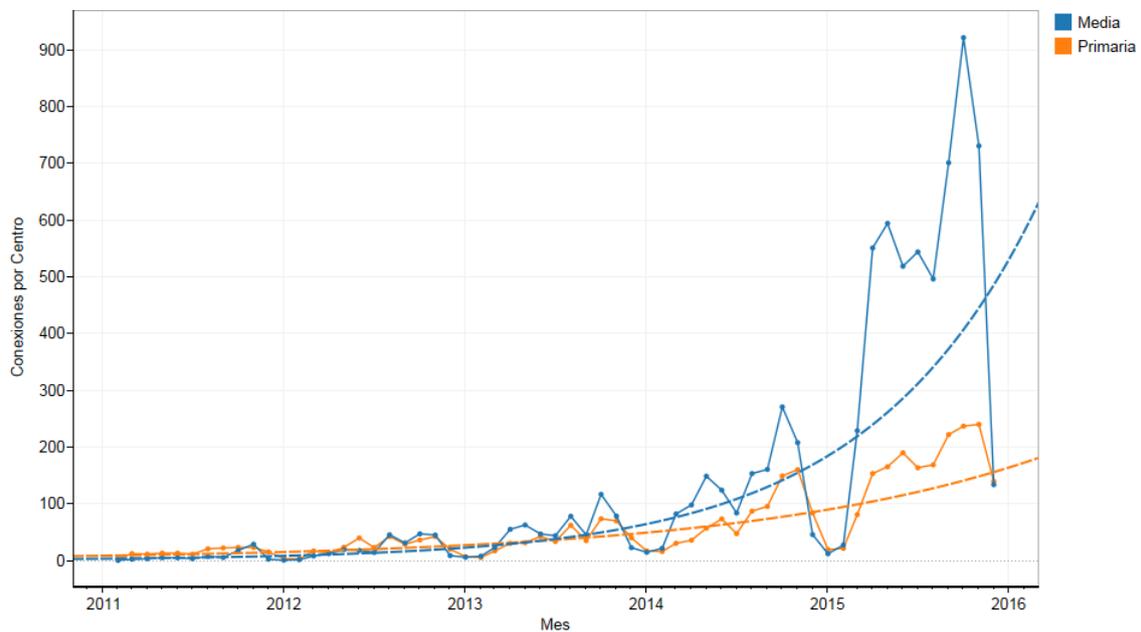
### 8.6.2. Comparación entre Primaria y Media

Ahora bien, en esta sección se compara la relación entre Primaria y Media para las siguientes tres medidas: Conexiones por Antena, Descarga por Usuario nominal (es decir todos los usuarios potenciales del sistema) y Descarga por Conexión. Se observa en 8-17 que las conexiones por antena en Media se despegan de las de Primaria, en particular en 2015. Sin embargo las descargas promedio por usuario nominal son mayores en Primaria que en Media y esa diferencia tiende a acentuarse en los últimos dos años. Finalmente, juntando las dos relaciones anteriores se obtiene que las descargas por conexión en Media ha tenido una evolución descendiente mientras que en Primaria se ha mantenido estable y de hecho en 2013 se dio un punto de corte de ambas curvas.

En definitiva se observa un crecimiento en las conexiones por antena en ambos subsistemas, aunque en Media en 2015 se registra el doble de conexiones por antena que en primaria. Las descargas por usuario nominal crecen en ambos subsistemas aunque en Primaria lo hacen con mayor velocidad.

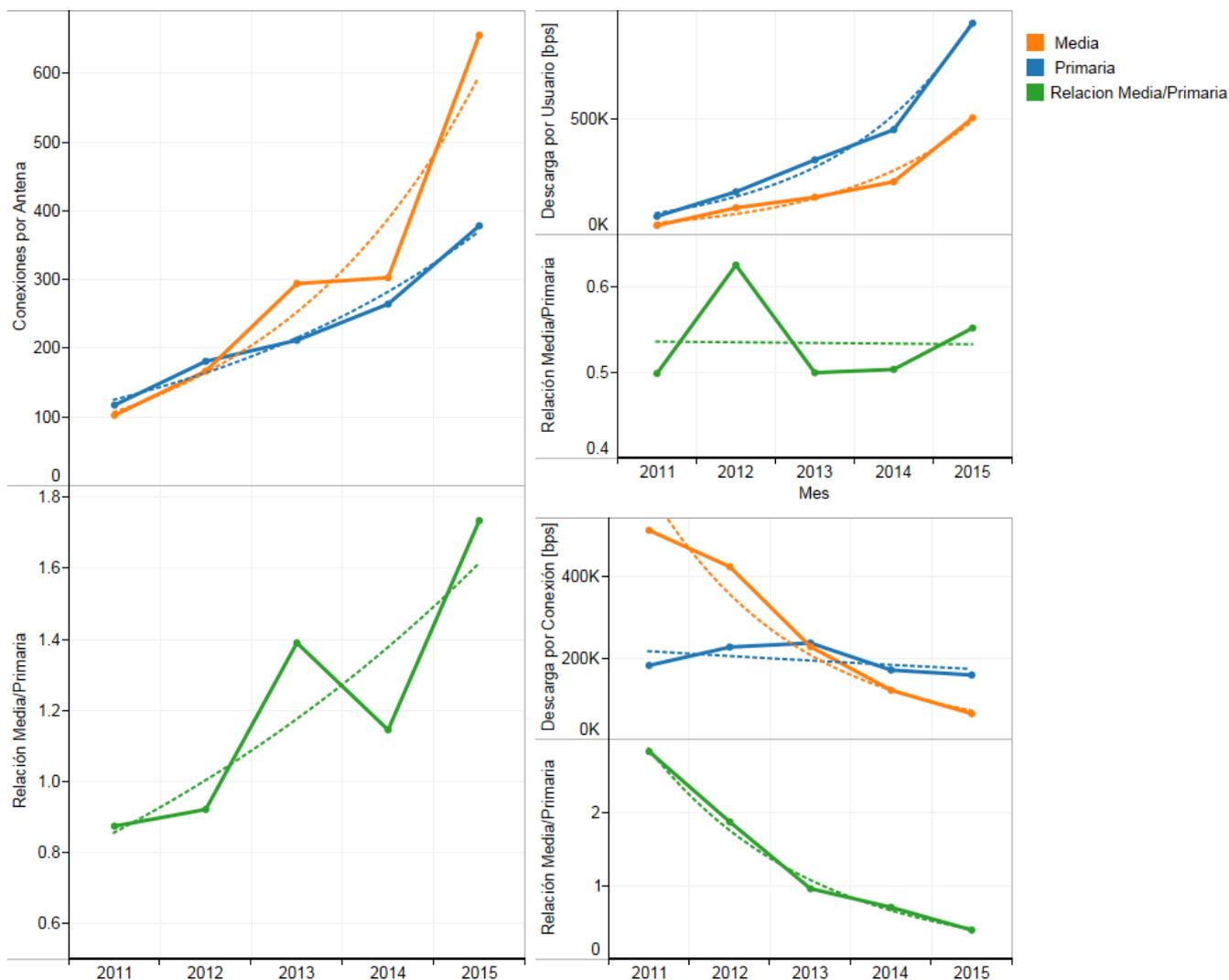


(a) SERIE MENSUAL DE TRÁFICO DE DESCARGAS EN LA HORA PICO EN CENTROS EDUCATIVOS URBANOS DE ENSEÑANZA PRIMARIA Y MEDIA. PERÍODO 2011-2015.



(b) SERIE MENSUAL DE CONEXIONES SIMULTÁNEAS PROMEDIO EN LA HORA PICO EN CENTROS EDUCATIVOS URBANOS DE PRIMARIA Y MEDIA. PERÍODO 2011-2015.

**Figura 8-16.** SERIES MENSUALES DE TRÁFICO Y CONEXIONES POR SUBSISTEMA



**Figura 8-17..** COMPARACIÓN DE LA SERIE MENSUAL DE CONEXIONES SIMULTÁNEAS PROMEDIO EN LA HORA PICO POR ANTENA Y POR LOCAL SEGREGADO POR ENS. PRIMARIA Y ENS. MEDIA. PERÍODO 2011-2015.

Por último se observa que las conexiones implican cada vez menos tráfico en promedio para Media mientras que dicha relación se mantiene estable en el caso de Primaria.

### 8.6.3. Conexiones por Antena y Traer tu propio Dispositivo (BYOD)

Volviendo a la comparación anterior de conexiones por antena y tráfico por conexión si bien en el global el promedio de crecimiento anual de conexiones por antena es de 39% en Primaria ese guarismo baja a 31% y sube a 54% en Media (Ver tabla 8-4). Una explicación posible está dada por la implementación en los centros de Media del denominado BYOD, es decir la posibilidad de que los estudiantes lleven sus propios dispositivos además de los dispositivos entregados por PLAN CEIBAL. Este efecto se puede observar en el gráfico 8-17 en donde en el año 2015 se dispara la

**Tabla 8-4.** PARÁMETROS DE LOS MODELOS ESTADÍSTICOS DE TENDENCIA PARA CONEXIONES SIMULTÁNEAS POR ANTENA INSTALADA EN PRIMARIA Y MEDIA URBANA EN BASE A LA SERIE 2011-2015.

<i>Conexiones por Antena</i>				
<b>Sistema</b>	$\beta$	$e^{\beta}$	$R^2$	$p - \text{valor}$
Global	0.33	1.39	0.97	0.002
Primaria	0.27	1.31	0.98	0.002
Media	0.43	1.54	0.95	0.005

cantidad de conexiones duplicando respecto al año anterior y respecto a Primaria.

#### 8.6.4. Crecimiento de Tráfico en Primaria debido al Programa Ceibal en Inglés

Para este análisis se obtuvo únicamente datos reales de 2015. Los datos comparativos año a año de descarga y carga del tráfico de inglés se observan en la tabla **8-5** y se estimaron de la siguiente manera: 2013 y 2014 a partir de la cantidad de grupos de inglés reales y la tasa de crecimiento de tráfico real. 2016 fue estimado según crecimiento esperable de 15 % de grupos de inglés para dicho año. Esta tasa de crecimiento de tráfico es esperable según tendencia actual y dato real de tráfico de Videoconferencia 2015 y total.

Para modelar el tráfico de Inglés se consideró dos aspectos: se relevó la cantidad de grupos que tuvieron clases de inglés durante la hora más cargada, es decir de 10 a 11 y en base al estimado de tráfico generado por cada llamada se computó el tráfico agregado de subida y de bajada debido únicamente a este servicio, que inició en 2013 y se expandió en 2014 y 2015 siempre de 4to a 6to año de Primaria. A su vez se asume que el uso de Videoconferencia en los centros educativos es esencialmente debido al Programa de Inglés. Para apoyar esta condición se comparó la relación entre el uso de Videoconferencia por centro educativo entre Primaria y Enseñanza Media<sup>3</sup> obteniéndose en promedio una relación de uso 5 a 1 para 2015. Esto si bien no prueba la hipótesis es un apoyo fuerte. Ver figura **8-18**.

Finalmente se considera un modelo linealmente proporcional entre la cantidad de grupos de videoconferencia y el tráfico tanto de carga como de descarga que estas conexiones consumen.

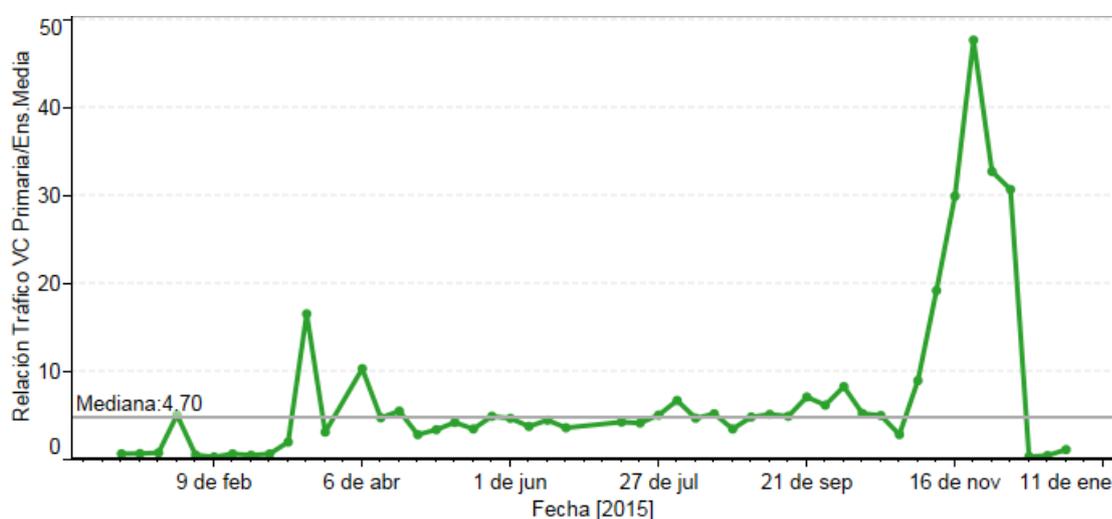
La tabla **8-5** se lee de la siguiente forma: en la tercera columna se presenta la proporción de tráfico de videoconferencia respecto a todo el tráfico de carga por centro educativo año a año. En la cuarta columna se presenta qué porcentaje del incremento año a año se debe al uso de videoconferencia. Como se observa el porcentaje de incremento disminuye año a año.

En el caso de las descargas el efecto del crecimiento de tráfico debido a Videoconferencia es mucho

<sup>3</sup>En Enseñanza Media no hay Programa de Inglés en forma masiva aún.

**Tabla 8-5..** CRECIMIENTO DE TRÁFICO DE VC/CARGA Y PORCENTAJE DEL CRECIMIENTO DEBIDO A VIDEOCONFERENCIA EN PRIMARIA CONSIDERANDO UN CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL DE 90 % EN EL TRÁFICO DE CARGA.

Año	# Grupos Inglés	% VC/Total	% Crecim. VC
2013	144	39	35
2014	306	44	21
2015	477	36	12
2016	550	22	3



**Figura 8-18..** RELACIÓN DE TRÁFICO DE VIDEOCONFERENCIA ENTRE PRIMARIA Y ENSEÑANZA MEDIA DURANTE 2015

menor dado el hecho que las conexiones de videoconferencia son simétricas y la relación de uso de descarga a carga se vio que es del orden de 11 a 1.

Como se vio, en Primaria, el ancho de banda de descarga viene creciendo a una tasa promedio anual de 70 % el de carga a una tasa de 90 %. Una explicación de porqué ha crecido más el ancho de banda de carga que el de descarga en los pasados años es justamente el hecho que el tráfico de videoconferencia insume recursos simétricos tanto para carga y para descarga pero dado que el tráfico de descarga es de 10 a 11 veces más que el de carga su efecto en los crecimientos anuales es relevante mientras que en el caso de descargas no.

### 8.6.5. Proyección a 2019 y Comparación con la tendencia mundial

Utilizando la tendencia histórica de la serie anual se proyecta para 2019 la demanda de tráfico y conexiones de la red. Esta proyección no implica un pronóstico ya que asume que los factores que determinaron el crecimiento hasta el momento se mantendrán influyendo de la misma manera en

el futuro.

Dicho esto, si se quisiera avanzar en un modelo que pronostique se debería profundizar en las componentes que generan la demanda y analizar sus comportamientos futuros en base a hipótesis asociadas a la naturaleza y dinámica de cada una de dichas componentes. Esta línea se descarta en este trabajo considerando que no forma parte de su alcance.

**Tabla 8-6.** PROYECCIONES DE TRÁFICO Y CONEXIONES A 2019 BASADAS EN LA TENDENCIA HISTÓRICA 2011-2015.

<b>Sistema</b>	<b>Global</b>		<b>Primaria</b>		<b>Media</b>	
<b>Medida</b>	$e^\beta$	$(e^\beta)^4$	$e^\beta$	$(e^\beta)^4$	$e^\beta$	$(e^\beta)^4$
<i>Promedio Descargas</i>	1.68	8.0	1.70	8.3	1.60	6.6
<i>Promedio Carga</i>	1.82	11.0	1.90	13.0	1.67	7.8
<i>Promedio Conexiones</i>	2.05	17.7	1.80	10.5	2.77	58.8

En la tabla **8-6** se puede leer para el sistema Global, Primaria y Media en qué medida se proyectan en promedio los parámetros de Tráfico de Descarga, Carga y Conexiones simultáneas en 2019 basados en la tendencia histórica. El parámetro  $(e^\beta)^4$  es el coeficiente de crecimiento relativo de 2019 respecto a 2015 según el modelo de tendencia y se puede leer como la cantidad de veces que crece una variable en 2019 en relación al año de base, 2015.

Existe una componente asociada a BYOD de particular interés dado por la cantidad de conexiones en Enseñanza Media y Primaria para 2019. En caso que el Plan defina ampliar o restringir su política de BYOD esta componente influirá en las cantidades y tipos de conexiones fuertemente en el futuro.

### **Comparación con internet mundial**

En 2011 el índice de crecimiento VNI de CISCO pronosticaba un incremento global de tráfico de internet acumulado de 4 veces para el año 2015. Finalmente el incremento fue de 5 veces. A principios de 2015 el informe CISCO VNI para el período 2014-2019 pronostica un aumento de 4 veces el tráfico mundial. Ese mismo indicador para la red Ceibal durante el período 2011-2015 arroja un crecimiento acumulado real de 13 veces.

Cabe aclarar que la tabla **8-7** debe ser leída para tener una referencia de velocidades de crecimiento a nivel mundial y a nivel del tráfico de internet Ceibal. De todas maneras, el indicador 2014-2019 de Cisco se hace según sus autores como una herramienta de predicción en tanto que el indicador de la RED CEIBAL es una proyección de la tendencia y no una predicción.

Los aspectos que lideran este crecimiento mundial y en la RED CEIBAL tienen que ver con la

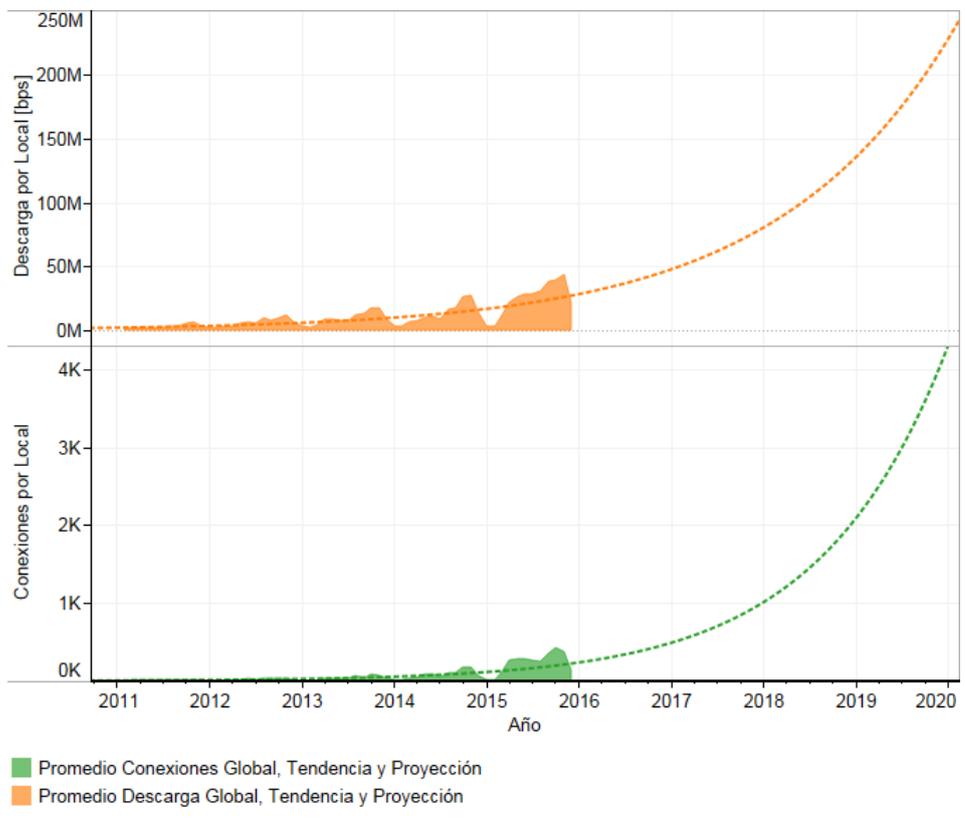


Figura 8-19.. TENDENCIA Y PROYECCIÓN DE TRÁFICO Y CONEXIONES GLOBALES PARA EL AÑO 2019

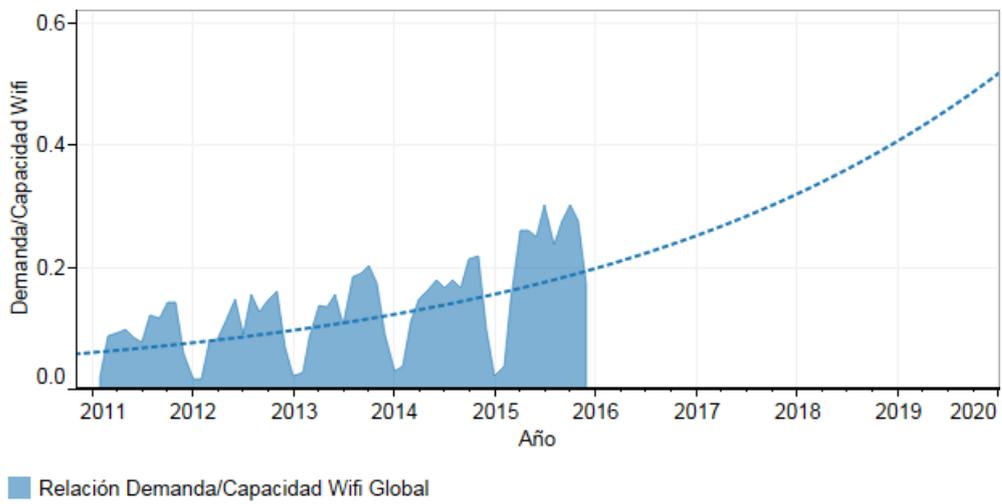


Figura 8-20.. TENDENCIA Y PROYECCIÓN DE LA RELACIÓN DEMANDA DE CONEXIONES WiFi vs CAPACIDAD INSTALADA PARA EL AÑO 2019

cantidad de usuarios, conexiones, capacidad de los enlaces, capacidad wifi, cantidad de dispositivos y aplicaciones.

**Tabla 8-7..** CANTIDAD DE VECES QUE CRECIÓ EL TRÁFICO PARA LA RED CEIBAL Y EL TRÁFICO MUNDIAL DE INTERNET SEGÚN CISCO VNI PARA EL PERÍODO 2011-2015 Y PRONÓSTICO CISCO Y PROYECCIÓN PLAN CEIBAL PARA EL PERÍODO 2014-2019.

<i>Crecimiento acumulado de Tráfico</i>		
<b>Período</b>	<b>Red Ceibal</b>	<b>Mundial</b>
2011-2015	13	5
<i>2014-2019*</i>	13	4

### 8.6.6. Limitaciones del Estudio

- No se estudia la naturaleza del tráfico ni su finalidad, ya sea educativa, recreativa o demás esencialmente por dimensionamiento del proyecto. Cualquier estudio razonable de naturalezas de tráfico y de finalidades requiere en sí mismo un proyecto de investigación aparte. No obstante este estudio permite avanzar en esa dirección como paso natural.
- No se estudian comportamientos según público objetivo (estudiantes, docentes) condiciones socio-económicas o demográficas o cualquier otra variable, lo cual habilitaría a realizar análisis por contextos.
- Si bien se menciona, no se aísla el efecto de BYOD (traer tu propio dispositivo) en el crecimiento del tráfico en la red Ceibal en el caso de Media dado que escapa al alcance y cuando se formula el proyecto la medida de habilitar los dispositivos particulares en la red Ceibal era nueva, es decir no había histórico.
- Más en general, no se estudia en detalle las distintas componentes del crecimiento del tráfico de internet ni sus proyecciones futuras, lo cual permitiría manejar escenarios futuros más acotados y avanzar en pronósticos.
- La hora más cargada requiere en sí misma un estudio de mayor profundidad para entender efectivamente qué variación hay entre sistemas y qué variación hay a lo largo de los meses y de los años.

## **Parte V.**

# **Escenarios Futuros, Resultados y Conclusiones**

# 9. Construcción de Escenarios

## 9.1. Metodología

El método general de construcción de escenarios fue descrito en 4.3.2 y consta esencialmente de una etapa de identificación de dimensiones y factores clave y una etapa de construcción y visualización.

### Diseño

En la fase de diseño se seleccionaron las variables de estudio dependientes e independientes (dimensiones), se estableció los criterios de priorización de escenarios y se definió los criterios de validación o aceptación.

### Dimensiones

Las dimensiones para la construcción de escenarios son dos, a saber:

- **Oferta de Tecnología Educativa:** Representada por la propuesta que ofrece PLAN CEIBAL para el impulso y adopción de *Nuevas Tecnologías* al servicio de la Educación Pública uruguaya, Primaria y Media.
- **Demanda de Tecnología Educativa:** Representa el grado de adhesión y uso de los dispositivos tecnológico/educativos que brinda PLAN CEIBAL en el centro educativo.

Los resultados del Estudio Délfico III son utilizados como *proxy*<sup>1</sup> de la *Oferta Futura* de Tecnología Educativa para los próximos 4 años. En tanto el Análisis de Uso de la RED CEIBAL IV permite aproximar la *Demanda de Tecnología Educativa* por parte de los usuarios.

Las dimensiones pueden ser vistas como las *variables independientes* del estudio mientras que la *variable dependiente* es el conjunto de escenarios o estados futuros posibles resultante<sup>2</sup>.

### Criterios de Selección de Escenarios

Al hacer variar el signo de crecimiento de las dimensiones se obtuvo una combinación de cuatro escenarios como se observa en la tabla 9-1.

---

<sup>1</sup>Aproximación.

<sup>2</sup>Está claro que las variables que se consideran para el análisis no son del todo independientes, ya que la oferta se realimenta con la demanda y viceversa.

**Tabla 9-1..** ESCENARIOS FUTUROS BASADOS EN OFERTA Y DEMANDA DE TECNOLOGÍA EDUCATIVA

Escenario	Demanda	Oferta	Paradigma
2020-1	+	+	<i>Nuevo</i>
2020-2	+	-	<i>Tradicional</i>
2020-3	-	+	<i>Conflicto</i>
2020-4	-	-	<i>No Paradigma</i>

## 9.2. Análisis

Cada uno de los cuatro escenarios plantea un estado posible en cuanto a paradigmas de adopción y uso de *Nuevas Tecnologías* en el Sistema y en particular en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El concepto de paradigma es utilizado para referirse a un modelo dominante en el sistema.

Las principales características de cada paradigma son:

- **2020-1:** Escenario en el que se encuentran *Oferta* y *Demanda* en un nuevo punto de equilibrio dado por el acuerdo general de cambio, la resolución de los principales *Desafíos de Implementación* para la adopción efectiva de *Nuevas Tecnologías*.
- **2020-2:** Escenario en el que se reduce drásticamente la oferta, producto de no continuar con la política y alcance de Plan Ceibal o reducirlo a su mínima expresión por la vía presupuestal/institucional lo que provocaría una regresión del sistema similar a etapas previas a la existencia de PLAN CEIBAL.
- **2020-3:** Escenario en que no se logran acuerdos generales sobre *Nuevas Tecnologías* y sus *Desafíos de Implementación* y se genera un conflicto entre el paradigma propuesto por PLAN CEIBAL y el paradigma dominante en el Sistema. Este escenario es caracterizado por la tensión a nivel político y a nivel de implementación dado que PLAN CEIBAL sigue liderando la *Oferta* pero hay rechazo y desestimulación de la *Demanda* en los centros educativos por parte de docentes, directores y administrativos.
- **2020-4:** Escenario que representa el caso en que tanto la *Oferta* como la *Demanda* se mantienen en el nivel actual o comienzan a diluirse, lo cual no provoca cambios significativos en las dimensiones estructurales y si bien PLAN CEIBAL está presente se empieza a volver una figura nominal, neutralizada por el efecto de compensación del Sistema.

Para considerar posibles crecimientos en la *Demanda* se considera las tendencias y proyecciones en el uso de la red IV como aproximación. La dimensión *Oferta* toma en cuenta los rankings de nuevas tecnologías y desafíos de implementación resultados del Estudio Delfico III.

En la sección de Resultados **10-3** se incorpora un mapa que permite visualizar las dimensiones, los escenarios y los factores clave.

### **Factores clave**

Los escenarios pueden ser visto como el desencadenamiento de una serie de eventos que de forma secuencial o mejor dicho por causa-efecto terminan configurando dicha representación luego del paso del tiempo. Los hitos intermedios o factores clave que desencadenan cada escenario surgen del análisis cuali-cuantitativo de ambos estudios. El procedimiento seguido para la construcción cada escenario fue:

1. Establecer qué Desafíos de Implementación y puntos del FODA y las Tipologías de Estrategia pueden explicar el avance a dicho escenario y presentarlo como un posible hito
2. Ordenar en relación temporal y de causa-efecto dichos hitos
3. Priorizar y Sintetizar hitos
4. Representar cada Escenario en el Mapa de Demanda y Oferta

### **Validación de Escenarios y Rueda de los Futuros**

Se considera que para estudios prospectivos no hay una forma general de establecer un valor de verdad (verdadero o falso) de un escenario sino desde el punto de vista de su consistencia estructural o robustez. En ese sentido la validez de los escenarios a los que se arribó fue evaluada por el nivel de interés y apropiación que suscitara entre los actores clave, entre quienes harán uso de los escenarios propuestos para la discusión y la toma de decisiones en base a ellos. A esto se le llama *aceptación* de la parte interesada.

#### **Aceptación de la parte interesada**

En ese sentido y aprovechando la visita de John Moravec a PLAN CEIBAL se llevó a cabo el día 5 de mayo de 2016 un ejercicio prospectivo denominado Rueda de los Futuros (Futures Wheel<sup>3</sup>) en el que participaron jefes, gerentes y asesores de PLAN CEIBAL y la *Fundación Ceibal*. El insumo para la discusión en dicha actividad fue los Escenarios extraídos de esta tesis. Si bien esta dinámica y su documentación están fuera del alcance de la presente tesis es importante destacar que dicha actividad en grupos implicó una discusión y puesta en común muy fructífera, interesada y de alto estímulo para los participantes. Lo anterior si bien no puede ser visto como una validación formal sí se entiende que ayuda como validación conceptual de la fuerza que tiene la herramienta de construcción de futuros.

También fuera del alcance de esta tesis aunque previsto como posible trabajo posterior es el de conformar un Workshop de expertos y creadores de política en donde se pueda hacer foco en los

---

<sup>3</sup>Dado que se llega a un estado, en este caso un escenario, la dinámica se pregunta cuáles son las implicancias tanto para beneficiarios como para generadores y tomadores de decisión.

resultados y discutir los escenarios alternativos para la problematización de los mismos y el aporte a un ejercicio de planificación estratégica sistemático y de largo plazo.

# 10. Resultados

Este capítulo presenta los principales resultados obtenidos en las distintas fases de la tesis.

## 10.1. Estudio Delfico

### 10.1.1. Resultados Generales

#### **Nuevas Tecnologías**

*Se obtuvo un ranking de 20 Nuevas Tecnologías para la Educación según grado de Relevancia para el Panel de Expertos Externo e Interno.*

#### **Desafíos de Implementación**

*Se obtuvo un ranking de 5 Desafíos de Implementación de Nuevas Tecnologías junto a un Diagnóstico FODA y una Tipología de Estrategias posibles de abordaje de tales desafíos.*

### 10.1.2. Nuevas Tecnologías

#### **Ranking de Nuevas Tecnologías**

*El ranking obtenido por las respuestas del Panel de Expertos Externo y del Interno se presentan en la figura 10-1.*

#### **Comparación Ranking de Nuevas Tecnologías Externo e Interno**

*El ranking obtenido por las respuestas del Panel de Expertos Externo y del Interno tienen un alto grado de coincidencia. De las 10 tecnologías mejor rankeadas ambos paneles comparten 9 (no necesariamente en el mismo orden del ranking).*

#### **Diagrama de Cuadrantes de Impacto y Usabilidad (IU)**

*Se propuso un Diagrama de cuadrantes IU para representar los resultados del Estudio Delfico en cuanto a Nuevas Tecnologías. El resultado para el Panel Externo se observa en 10-2*

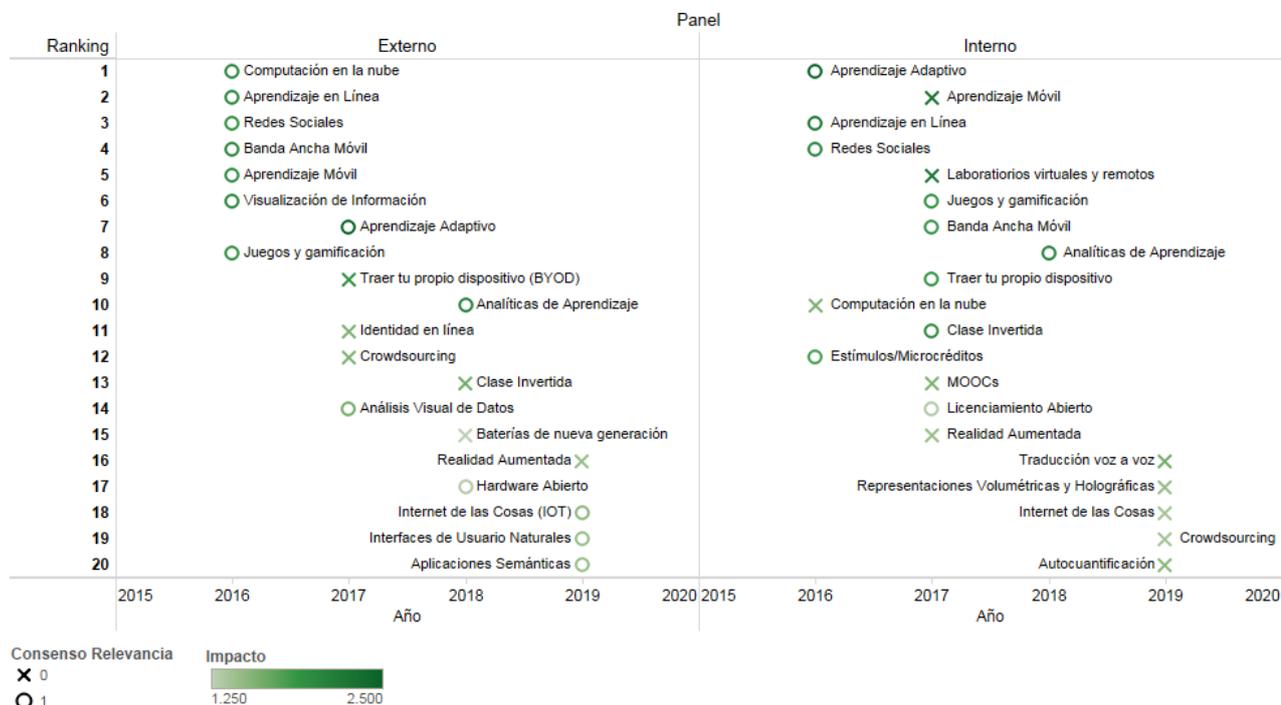


Figura 10-1.. COMPARACIÓN DE RANKINGS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EDUCACIÓN DE PANEL EXTERNO E INTERNO PARA EL PERÍODO 2016-2019.

### 10.1.3. Desafíos de Implementación

#### Ranking de *Desafíos de Implementación*

*El ranking de Desafíos de Implementación obtenido por las respuestas del Panel de Expertos Externo y del Interno se presentan en la tabla 10-1.*

#### Naturaleza *Desafíos de Implementación*

*4 de los 5 Desafíos de Implementación del Panel de Expertos Externo son de naturaleza tecnológica. 5 de los 5 Desafíos de Implementación del Panel Interno son de naturaleza no tecnológica 10-1.*

#### Comparación Ranking de *Desafíos de Implementación* de los paneles Externo e Interno

*El ranking obtenido por el Panel de Expertos Externo e Interno tienen un alto grado de coincidencia. 4 de los 5 Desafíos de Implementación prioritarios se comparten en cada ranking (no necesariamente en el mismo orden).*

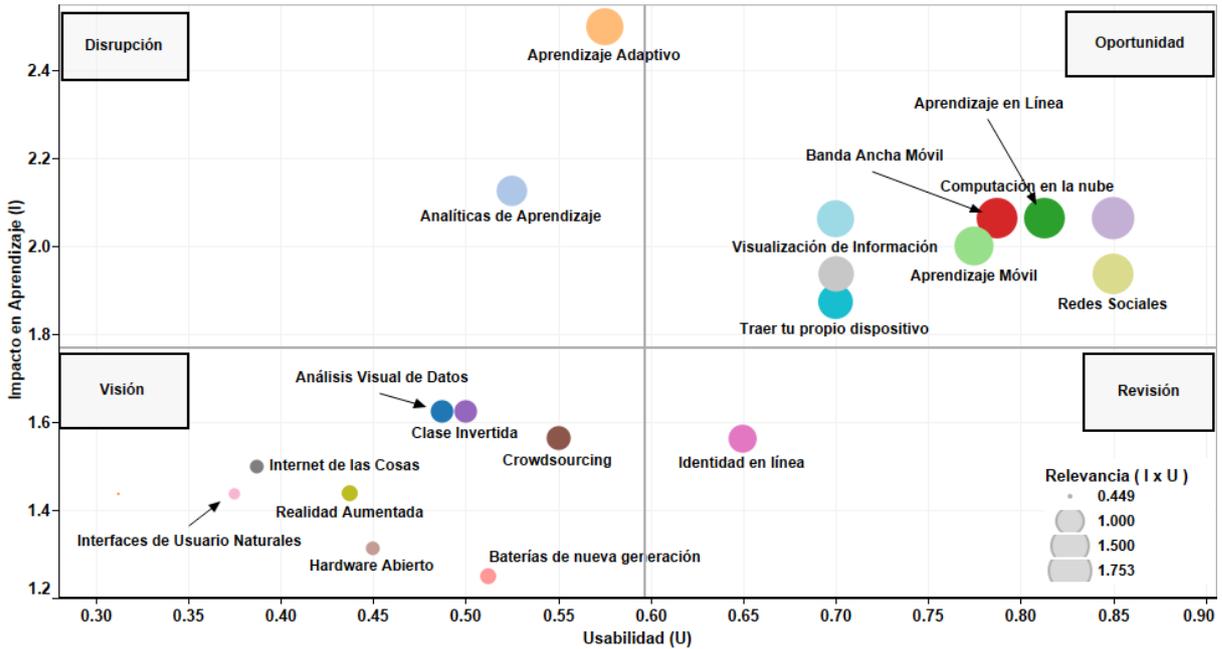


Figura 10-2.. MAPA DE IMPACTO VS USABILIDAD SEGÚN PANEL DE EXPERTOS EXTERNO PARA NUEVAS TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS EN PERÍODO 2016-2019.

Tabla 10-1.. TOP 5 DESAFÍOS DE IMPLEMENTACIÓN PARA EL PERÍODO 2016-2019 SEGÚN PANEL DE EXPERTOS EXTERNO E INTERNO

<i>Desafíos de Implementación 2016-2019</i>		
Rank	Externo	Interno
1	Aprovechar la generación de datos a gran escala en los sistemas informáticos	Integrar las nuevas tecnologías en el proceso de cambio educativo
2	Integrar las nuevas tecnologías en el proceso de cambio educativo	Empoderar al docente en su práctica educativa
3	Empoderar al docente en su práctica educativa	Integrar aprendizaje personalizado
4	Repensar el rol de los maestros y profesores	Desarrollar Pensamiento Complejo y Comunicación
5	Integrar aprendizaje personalizado	Repensar el rol de los maestros y profesores

**Ideas Fuerza: FODA y Estrategias**

1. El principal desafío es lograr el cambio estructural en el Sistema Educativo lo que involucra las dimensiones político-administrativa, cultural, educativa y tecnológica.
2. Los principales puntos de apalancamiento para el cambio se encuentran el potencial humano y cultural de PLAN CEIBAL así como en el potencial humano de los cuerpos docentes, en particular las nuevas generaciones de profesores cuyo contacto con Nuevas Tecnologías es producto del ambiente natural.
3. El aprendizaje personalizado así como otros dispositivos tecnológicos y metodológicos se podrán apalancar si se avanza en 1 y 2.
4. Es preciso desarrollar una estrategia que aproveche la generación de datos a gran escala para mejorar aprendizajes y trayectos de los estudiantes.

## 10.2. Análisis de Uso de la Red Ceibal

### 10.2.1. Resultados Generales

#### Tráfico

- *El tráfico de descarga de la RED CEIBAL en centros educativos ha duplicado aproximadamente cada 18 meses durante el período 2011-2015 lo que equivale a una tasa anual de crecimiento del 68 % promedio. Si se proyecta esta tendencia histórica por los próximos 4 años, para fines de 2019 el tráfico sería de 8 veces el de 2015.*
- *El tráfico de carga de la RED CEIBAL en centros educativos ha duplicado aproximadamente cada 18 meses durante el período 2011-2015 lo que equivale a una tasa anual de crecimiento del 82 % promedio. Si se proyecta esta tendencia histórica por los próximos 4 años, para fines de 2019 el tráfico sería 11 veces el de 2015.*

#### Conexiones Simultáneas por Local

*Las conexiones simultáneas de la RED CEIBAL en centros educativos han duplicado aproximadamente cada 12 meses durante el período 2011-2015 lo que equivale a una tasa anual de crecimiento del 105 % promedio. Si se proyecta esta tendencia histórica por los próximos 4 años, para fines de 2019 las conexiones simultáneas serían 17 veces las de 2015.*

#### Conexiones Simultáneas por Antena

*Las conexiones simultáneas de la RED CEIBAL por antena instalada han crecido a una tasa anual promedio de 39 % promedio en el período 2011-2015. Si se proyecta esta tendencia histórica por los próximos 4 años, para fines de 2019 las conexiones simultáneas por antena serían 4 veces las de 2015.*

### 10.2.2. Patrones de Tráfico y Conexiones

#### Patrón Mensual

*A lo largo de cada año en el período estudiado se da una tendencia creciente de Tráfico y Conexiones llegando al máximo en los meses de octubre y noviembre. También se registran las estacionalidades dadas por la merma de actividad por recesos escolares de verano e invierno.*

#### Patrón Trimestral

*Se registra para todos los años un crecimiento trimestre a trimestre del tráfico y conexiones en los centros educativos. El trimestre de mayor demanda de uso (T4), el último del año es entre 5 y 7 veces más cargado que el mes que se trafica menos (T1) tanto para Primaria como para Media.*

**Relación Pico/Promedio de Tráfico y Conexiones**

*La relación entre el Pico y el Promedio tanto de Tráfico como de Conexiones Simultáneas es aproximadamente 2 a 1.*

**Relación Descarga/Carga de Tráfico**

*La relación de Descarga y Carga de Tráfico oscila según el mes y el año y tiene un promedio aproximado de 11 a 1.*

**10.2.3. Resultados por Subsistemas****Tráfico en Primaria**

- *El tráfico de descarga por centro educativo de la RED CEIBAL en Primaria creció a una tasa anual de 70 % promedio. Si se proyecta esta tendencia histórica por los próximos 4 años, para fines de 2019 el tráfico sería de 8 veces el de 2015.*
- *El tráfico de carga por centro educativo de la RED CEIBAL en Primaria creció a una tasa anual de 90 % promedio. Si se proyecta esta tendencia histórica por los próximos 4 años, para fines de 2019 el tráfico sería de 13 veces el de 2015.*

**Tráfico en Enseñanza Media**

- *El tráfico de descarga por centro educativo de la RED CEIBAL en Media creció a una tasa anual de 60 % promedio. Si se proyecta esta tendencia histórica por los próximos 4 años, para fines de 2019 el tráfico sería de 6.5 veces el de 2015.*
- *El tráfico de carga por centro educativo de la RED CEIBAL en Media creció a una tasa anual de 67 % promedio. Si se proyecta esta tendencia histórica por los próximos 4 años, para fines de 2019 el tráfico sería de 7.5 veces el de 2015.*

**Conexiones Simultáneas por Centro Educativo**

- **Primaria:** *Las conexiones simultáneas de la RED CEIBAL por centro educativo han crecido a una tasa anual promedio de 80 % en el período 2011-2015. Si se proyecta esta tendencia histórica por los próximos 4 años, para fines de 2019 las conexiones simultáneas por local serían 10.5 veces las de 2015.*
- **Media:** *Las conexiones simultáneas de la RED CEIBAL por centro educativo han crecido a una tasa anual promedio de 177 % en el período 2011-2015. Si se proyecta esta tendencia histórica por los próximos 4 años, para fines de 2019 las conexiones simultáneas por antena serían 59 veces las de 2015.*

### **Conexiones Simultáneas por Antena**

- **Primaria:** *Las conexiones simultáneas de la RED CEIBAL por antena instalada han crecido a una tasa anual promedio de 31 % promedio en el período 2011-2015. Si se proyecta esta tendencia histórica por los próximos 4 años, para fines de 2019 las conexiones simultáneas por antena serían 3 veces las de 2015.*
- **Media:** *Las conexiones simultáneas de la RED CEIBAL por antena instalada han crecido a una tasa anual promedio de 31 % promedio en el período 2011-2015. Si se proyecta esta tendencia histórica por los próximos 4 años, para fines de 2019 las conexiones simultáneas por antena serían 5.5 veces las de 2015.*

### **Tráfico por Conexión Simultánea y Traer tu Propio Dispositivo en Media**

- *Si bien las conexiones por centro y por antena crecen varias veces más en Media que en Primaria cuando se compara con el Tráfico que cursa cada conexión simultánea se obtiene que en Primaria dicha relación se mantiene estable a lo largo de 2011-2015 mientras que en Enseñanza Media ha decaído drásticamente al punto tal que para 2011 el tráfico por conexión de Media era 283 % mayor respecto a Primaria y en 2015 es un 40 % el de Primaria **A-6**.*
- *Sin haberlo probado en este estudio sí se muestra que el anterior fenómeno puede estar relacionado con la política de permitir en Enseñanza Media desde el segundo semestre de 2014 conectar a la RED CEIBAL dispositivos no provistos por PLAN CEIBAL<sup>a</sup>.*

<sup>a</sup>Este aspecto se sugiere para un estudio futuro dado el interés *perse* de analizar el fenómeno y su evolución en el tiempo.

## **10.2.4. Resultados de Demanda vs Capacidad Instalada**

### **Evolución y Proyección de Capacidad vs Demanda de Tráfico**

*La relación entre la demanda de ancho de banda de descarga de internet y la capacidad instalada fue en 2015 de un 40 % y crece a un 12 % promedio anual. De proyectarse esta tendencia se podría verificar saturación global en 2019.*

### **Patrón Anual de Capacidad vs Demanda Tráfico**

*El uso de la capacidad instalada en la RED CEIBAL incrementa trimestre a trimestre a lo largo de cada año en la serie 2011-2015. En términos generales se usa 3 veces más capacidad en el trimestre 4 del año que en el trimestre 1. Esta situación sugiere estudiar el esquema de ofertas de servicios de internet en su conjunto para hacerlo más flexible y orientado a la demanda real.*

### **Evolución y Proyección de Capacidad vs Demanda de Conexiones Simultáneas**

*La capacidad wifi instalada creció a un 57% anual promedio en el período 2011-2015 mientras que la demanda de wifi lo hace a un 88%. Esta diferencia de velocidades proyectada a futuro plantea una eventual saturación en la capacidad wifi para fin del año 2019.*

## **10.2.5. Comparación con Crecimiento de Internet Mundial**

### **Evolución 2011-2015**

*Durante el período 2011-2015 internet mundial creció 5 veces según el informe CISCO VNI [101]. En ese mismo período la RED CEIBAL experimentó un crecimiento de 13 veces en términos de tráfico cursado.*

### **Comparación mundial y Proyección 2020**

*De continuar la tendencia, la proyección de crecimiento de la RED CEIBAL para el tráfico en 2019 respecto a 2014 es de 13 veces. La proyección de crecimiento del tráfico mundial de internet según el informe CISCO VNI de crecimiento de tráfico de internet es de 4 a 5 veces. De darse la proyección histórica y los distintos supuestos de crecimiento la RED CEIBAL crecería nuevamente más del doble de veces que crecerá Internet mundialmente para fines de 2019 o inicios de 2020.*

## **10.3. Escenarios Futuros 2020**

### **Escenarios Prospectivos de Tecnología y Educación 2020**

Según el paradigma dominante entorno a la integración y adopción efectiva de *Nuevas Tecnologías* en el *Sistema Educativo* se obtuvo los siguientes 4 escenarios, representados en **10-3**

- **2020-1:** *Nuevo Paradigma* de Integración efectiva de *Nuevas Tecnologías* en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- **2020-2:** *Paradigma Tradicional* o de no integración de *Nuevas Tecnologías*.
- **2020-3:** *Conflicto de Paradigmas* o competencia entre la visión PLAN CEIBAL y la visión del Sistema.
- **2020-4:** *No paradigma* en el que se van diluyendo los esfuerzos de PLAN CEIBAL y del sistema y se va volviendo al estado previo.

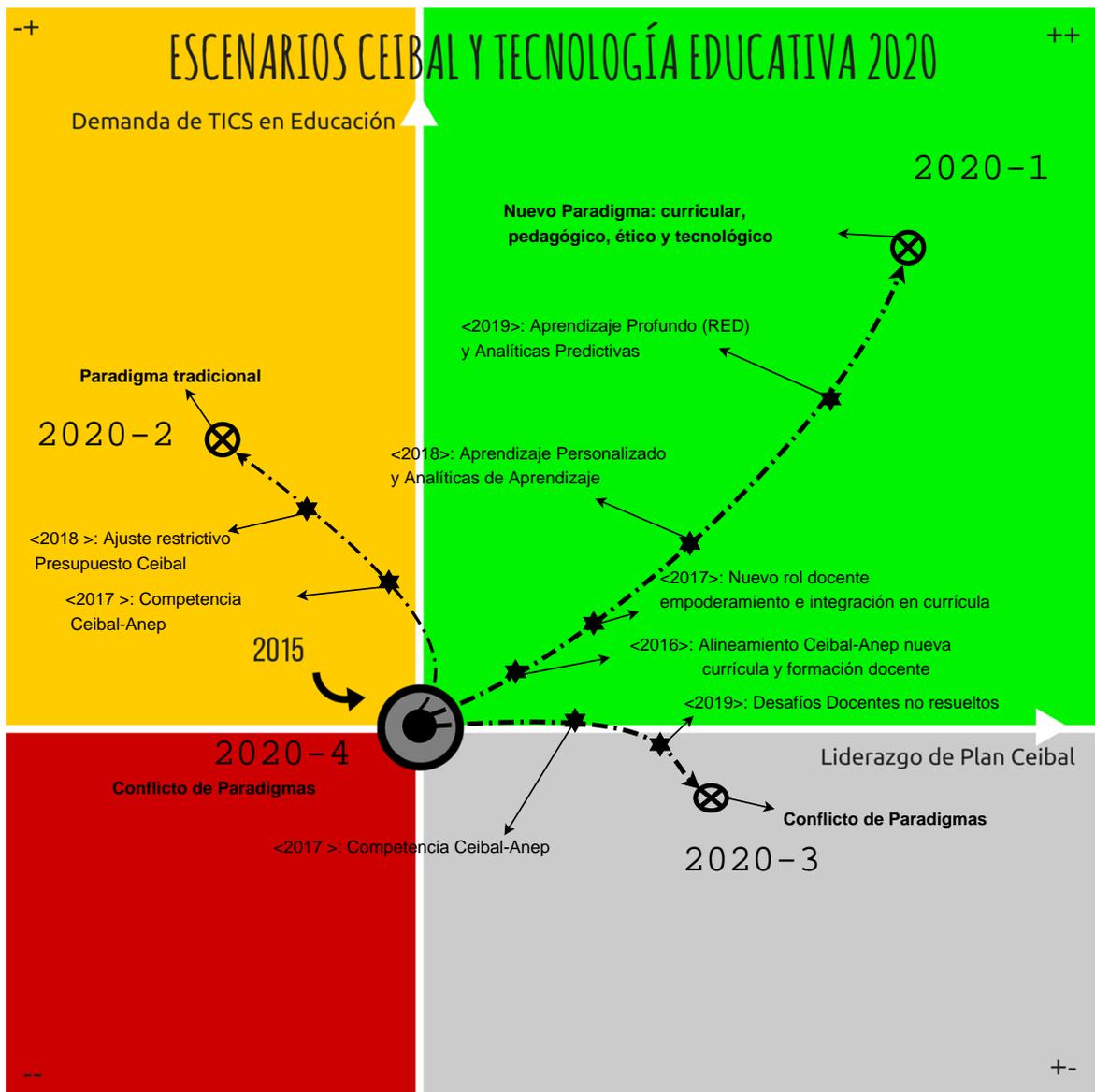


Figura 10-3.. ESCENARIOS DE OFERTA DE Nuevas Tecnologías IMPULSADAS POR PLAN CEIBAL Y DEMANDA DE TECNOLOGÍA EDUCATIVA A 2020

# 11. Conclusiones y Trabajo Futuro

## 11.1. Conclusiones y Aportes

Las principales conclusiones de esta tesis son:

### Conclusiones generales

- Se diseñó e implementó exitosamente tres estudios de proyección y prospección futura: el Estudio Délfico sobre *Nuevas Tecnologías y Desafíos de Implementación* de PLAN CEIBAL, el Análisis de Uso de la RED CEIBAL en centros educativos (tráfico y conexiones) y la Construcción de Escenarios Futuros de *Nuevas Tecnologías* en Educación a 2020 basado en los dos estudios anteriores. Estos ejercicios en su conjunto permiten articular un análisis de oferta y demanda en el marco del PLAN CEIBAL.
- Desde un punto de vista metodológico, se considera que los estudios futuros no buscan pronosticar o adivinar qué es lo que sucederá. En ese sentido no persiguen precisión o acierto en el resultado de una proyección futura, dado que se habla del devenir, algo esencialmente no determinístico. Las metodologías aquí empleadas de estudios futuros sí deberían ser escrutadas por su reproducibilidad y consistencia metodológica y en particular por su grado de aceptación de los actores clave y partes interesadas.
- Se evidencia una etapa de crecimiento exponencial en la *Demanda* por parte de los beneficiarios del Plan, en particular en el uso de la infraestructura de red puesta a disposición en los centros educativos, tanto a nivel de todo el Sistema como por subsistemas, i.e: Primaria y Media.
- Derivado de lo anterior y según se vio en la literatura no existe un monitoreo global de demanda y usos de internet a nivel de sistemas educativos mundiales lo cual abre una oportunidad a PLAN CEIBAL de comenzar a aportar en este campo, tanto a bajo nivel (tráfico, dispositivos, conexiones) como a alto nivel (p.ej: tipo de aplicaciones, de contenidos, sitios frecuentados) y por variables de contexto.
- Los *Desafíos de Implementación* prioritarios para un cambio de paradigma en la adopción integral y efectiva de *Nuevas Tecnologías* (poder conjugar *Oferta* de Tecnologías Educativas con *Demanda*) no pasan por aspectos tecnológicos según los paneles de expertos que opinaron en la materia. Los *desafíos* son esencialmente *culturales, pedagógicos y de política educativa*.
- Desde un punto de vista instrumental esta tesis aporta el puntapié inicial de un *proceso sistemático de estudios prospectivos* de PLAN CEIBAL en el marco de su política de gestión

de innovación y sistematización de análisis de futuro de nuevas tecnologías, tendencias y desafíos de implementación.

### Aportes del Estudio Délfico

- El Estudio Délfico permitió ordenar el panorama de *Nuevas Tecnologías* según cómo se visualizan por impacto de aprendizajes, usabilidad y plazo de adopción. A su vez establece el ranking de *Desafíos de Implementación* para poder integrar el cambio tecnológico con el cambio educativo y permite comparar opiniones mayoritarias exógenas a PLAN CEIBAL (Panel Externo) y endógenas (Panel Interno). El alto grado de coincidencia en las visiones de ambos paneles es una buena señal de apertura.
- Según el Panel Externo, 18 de las 20 tecnologías prioritarias quedan clasificadas en dos de los cuatro cuadrantes del mapa de Relevancia (Impacto y Usabilidad). A su vez 4 de los 5 *Desafíos de Implementación* son de naturaleza no tecnológica.
- El diagnóstico FODA y las Tipologías de Estrategias son un aporte cualitativo para la reflexión acerca de los abordajes posibles para avanzar hacia los escenarios más deseables de adopción de *Nuevas Tecnologías* y resolución de *Desafíos de Implementación*.

### Aportes del Análisis de Uso de Red Ceibal

- El análisis de demanda de RED CEIBAL evidencia que el aumento es exponencial tanto en tráfico como en conexiones simultáneas, con tasas de crecimiento del orden de 70 % anual en tráfico y del 105 % anual en conexiones, a nivel global durante el período 2011-2015. Si se proyectase la tendencia histórica para los próximos 4 años se observaría un incremento del tráfico de más de 8 veces y de conexiones de más de 15 veces. Será vital el seguimiento de estas variables para el dimensionamiento del despliegue de recursos de red y sus costos asociados.
- Este mismo estudio permite mostrar que el uso de internet en centros educativos tiene un patrón de uso creciente trimestre a trimestre a lo largo del año (en el cuarto trimestre se usa 5 a 7 veces más ancho de banda contratado que en el primer trimestre en términos promedio) lo cual sugiere estudiar en conjunto con el proveedor el esquema de asignación de capacidades de acceso a internet.
- Se evidenció que hasta el momento (2011-2015) el uso de la RED CEIBAL ha sido de crecimiento exponencial prácticamente al doble de la media mundial de crecimiento de uso de internet.
- Asimismo, queda establecido un marco de trabajo y un conjunto de variables e indicadores de uso, demanda, capacidad y productividad de los recursos de red desplegados por PLAN CEIBAL que pueden ser continuados para desarrollar por parte del Plan una herramienta de *Monitoreo Global o Visualización de Red* que muestre qué es lo que sucede en la RED CEIBAL día a día, a mediano y a largo plazo y oriente la toma de decisiones. Esta herramienta es un insumo para la *Planificación Estratégica de la Infraestructura de red* necesaria.

## Aportes de la Construcción de Escenarios Prospectivos 2020

- Con los resultados de ambos estudios se generaron 4 escenarios posibles para el año 2020 en que se proyecta el liderazgo Ceibal en implementación de tecnología educativa y la demanda a nivel de usuarios (docentes y estudiantes) del sistema educativo uruguayo. El **primer escenario** plantea el avance en términos cuantitativos y cualitativos hacia un **nuevo paradigma educativo** basado en nuevas formas reales y virtuales de pensar, comunicar, aprender y desaprender. El **segundo escenario** plantea un ajuste estructural de presupuesto y de pérdida gradual de gravitación del Plan a nivel gubernamental, lo cual hace que prevalezca el **paradigma tradicional**. El **tercer escenario** es un escenario de **conflicto de paradigmas** en que el liderazgo de PLAN CEIBAL es disputado por el propio sistema educativo y se ralentizan los procesos de incorporación efectiva de nuevas tecnologías para la Educación. El **cuarto escenario** es el de estancamiento y/o retroceso en la oferta y la demanda, denominado **no paradigma**.
- Los cuatro escenarios muestran que hay una ventana de oportunidad en el próximo período para que PLAN CEIBAL se afiance en su rol de líder de integración de tecnologías y metodologías educativas innovadoras, sea aceptado por el sistema como parte de tal y se pueda complementar la propuesta del Plan con las necesidades y demandas curriculares, pedagógicas y tecnológicas en un nuevo marco ético.
- Los resultados de la Construcción de Escenarios mostraron su posible utilidad en la planificación estratégica a través de un taller con expertos y referentes de PLAN CEIBAL llevado a cabo en mayo de 2016, en el que fueron tomados como insumos.

## 11.2. Lecciones aprendidas

Tanto el diseño como el trabajo de campo, el análisis y la documentación de la investigación fueron muy ricas en aprendizajes. A continuación se presentan algunos de los principales.

### Estudio Delfico

- La metodología Delfi es un dispositivo complejo con muchas partes e interrelaciones. El haber generado dos paneles, el externo y el interno fue un cambio de alcance cuyo impacto no fue previsto inicialmente. Los costos administrativos de la metodología son altos y el manejo de la motivación y cumplimiento de los paneles es clave y no menor.
- El diseño de preguntas es central y debe extremarse el cuidado en la elección de las preguntas y su coherencia a lo largo del proceso. Asimismo la escala utilizada luego condiciona el análisis de las respuestas.
- El mecanismo de iteración de respuestas y la cantidad y calidad de realimentación así como los tiempos en que se da al público deberá mejorar en un estudio sistemático.

- En ejercicios futuros se debería poder jerarquizar y analizar en mayor detalle ítems nuevos que incorporen los panelistas.
- Por último y principal: el panel de expertos debe estar altamente motivado y es responsabilidad del organismo que realiza la prospección que eso suceda. Es fundamental el manejo de expectativas y la posibilidad de mostrar incentivos como por ejemplo la visibilidad de los participantes en la posterior difusión del estudio.

### **Análisis de Uso de Red Ceibal**

- A priori hay una cantidad importante de parámetros, indicadores y combinaciones entre estos que es posible medir y analizar. Es fundamental tener seleccionadas aquellas que se quiera medir y el modo en que se hará. De la misma manera establecer el marco de tiempo para las series temporales y contar con un marco para validar conceptual y estadísticamente el tratamiento de series de tiempo.
- El acceso a los datos y la posibilidad de modificar las consultas y adaptarlas al formato necesario para su procesamiento, análisis y visualización es clave en todo el trabajo.
- Se detectó que las variables de tráfico y conexiones estaban siendo almacenadas en un histórico de cinco años en el sistema de monitoreo de PLAN CEIBAL (en el caso del tráfico de videoconferencia la ventana de tiempo es de 1 año) y se planteó la necesidad de revisar el esquema de históricos en donde se genere un registro acumulado independiente de los registros históricos de los sistemas en producción de manera de no perder datos clave del pasado.
- Se identifica como posible colaborador y actor clave al proveedor de internet para la RED CEIBAL, ANTEL, dado que en base a la información que el proveedor monitorea se puede complementar el análisis de capacidad y demanda, lo cual sirve para dimensionar los servicios según hora pico, estacionalidades y temporadas.

### **Construcción de Escenarios Prospectivos 2020**

- Es difícil establecer criterios de validez de escenarios sino imposible, dado que no se trata de obtener resultados evidenciables o contrastables a priori y que tampoco se trata de hacer pasar el tiempo para verificar si lo que se propuso como escenario se cumplió o no.
- En el sentido anterior y a futuro es importante buscar la validación por parte del usuario, es decir: si el destinatario de la herramienta, en este caso PLAN CEIBAL encuentra razonables los escenarios para la discusión y profundización en el análisis entonces se podrá decir que son válidos desde ese punto de vista.
- De todas maneras es fundamental en la metodología encontrar criterios de robustez y coherencia interna del análisis para la aceptación y/o validación de escenarios. En ese sentido es central la selección de dimensiones y los factores clave que explican los distintos escenarios.

### 11.3. Trabajo a futuro

Un efecto positivo de este trabajo sería lograr abrir la puerta de otros de esta índole u otras en donde se pueda profundizar en el análisis y problematización de las preguntas que surgen.

Algunas de las posibles líneas de trabajo de futuro identificadas hasta ahora, tanto para una continuación del presente estudio como para una incorporación en la planificación de PLAN CEIBAL se van desprendiendo de los resultados, conclusiones, lecciones aprendidas y limitaciones del presente estudio. En resumen se plantea:

- Profundizar en el análisis tanto de *Nuevas Tecnologías* como de *Desafíos de Implementación* priorizados por ambos paneles.
- Avanzar en la sistematización de un *proceso prospectivo* basado en un panel de expertos con metodologías delficas u otras posibles de la disciplina de estudios futuros, grupos de foco u otras técnicas que permitan circular y organizar las opiniones, consensos y discensos e ir actualizando dichas visiones de futuro para integrar en la planificación estratégica del Plan.
- Implementar una herramienta de visualización y planificación de recursos de red que tome como base los indicadores y las variables del análisis de uso de red.
- Profundizar en el análisis de demanda de la red considerando el cruce con otras variables tanto de infraestructura como de contexto (p.ej: dispositivos, geografía, indicadores socio-demográficos) que permita conocer más a los beneficiarios, sus necesidades, intereses y gustos.
- Analizar los distintos disparadores y factores de apalancamiento que harán crecer o decrecer en los años venideros el uso de dichos dispositivos. Por ejemplo: cantidad de usuarios activos, cantidad de dispositivos, capacidad instalada entre otros.
- Interpretar los resultados del estudio delfico en una jornada de debate o grupo de foco que permita amplificar los mismos y dar una discusión viva por parte de integrantes de los paneles e invitados. Utilizar esta actividad como lanzamiento de un proceso de prospectiva de PLAN CEIBAL.
- Incorporar las variables de tráfico y de red a un proceso de monitoreo global o de visualización de la RED CEIBAL para poder mostrar qué está pasando en la misma, cuál es la dinámica general del uso de los recursos, de los dispositivos, de las aplicaciones, cuál es la componente de *Ceibal en Inglés*, la de BYOD, la de las plataformas propuestas por PLAN CEIBAL y cómo conviven con otras plataformas como Whatsapp, Facebook, Snapchat o Youtube, por ejemplo.

## 11.4. Consideraciones Finales

“El futuro llegó hace rato ...”

---

*William Gibson*  
*Carlos Alberto Solari*

¿Cuál es el objetivo de un cambio de paradigma educativo mediado por las nuevas tecnologías de comunicación, entretenimiento y aprendizaje? Algunas respuestas se ensayan en el collage de propuestas y nuevos paradigmas que asoman en la lectura de esta tesis pero sin lugar a dudas no hay una respuesta excluyente, una verdad revelada o símil, ¡por suerte!

Algunas de estas propuestas están moldeando las bases conceptuales de PLAN CEIBAL con más o menos intencionalidad. Quien escribe destaca dos iniciativas: el marco conceptual, metodológico y práctico que introduce *Nuevas Pedagogías para el Aprendizaje Profundo* en el cual está inmersa la Red Global formada por una alianza PLAN CEIBAL-ANEP y el movimiento de Aprendizaje Invisible liderado por Cobo y Moravec cuyos principios se leen en el MANIFESTO15 de Moravec, en la filosofía de Outliers School también liderada por Hugo Pardo y resumida en la metáfora de *knowmad*, término acuñado por el propio Moravec en el ya citado libro *Aprendizaje Invisible* para referirse a los nuevos ciudadanos del mundo en una prospectiva de largo plazo que cada vez va siendo más real.

Estos ciudadanos del mundo se basan en el conocimiento, son altamente creativos y tienen un alto grado de iniciativa, a su vez cambian, mutan de un lado a otro en cualquier momento en el sentido de las formas, métodos y contenidos de aprendizaje. Se puede decir que son invariablemente fieles al cambio al estilo heraclítico [124].

Si se le permite al autor filtrar esta visión de nuevos ciudadanos conectados, reales y virtuales y cambiantes aparecen algunas componentes o dimensiones fundamentales a las cuales se les llamará *invariantes del aprendizaje* que no cambian en los sucesivos marcos teóricos y metodológicos propuestos, aunque algunas se observan por naturaleza y otras al parecer se entrenan, se adquieren en el proceso de enseñanza, tanto en la casa como en los sistemas formales:

- *Creatividad* como talento para hacer algo nuevo, fuera de norma
- *Curiosidad* como talento para investigar
- *Interacción efectiva* como talento para entender y ser entendido en diferentes momentos y contextos
- *Planificación* como talento para fijar metas y visualizar la realización de una idea
- *Perseverancia* como talento para realizar, llevar a cabo dicha idea
- *Visión estratégica* como talento para definir las opciones y alternativas del camino a seguir

A estas invariantes se puede agregar una transversal que es la de *seres sensibles local/globalmente*: conocedores de los problemas y las necesidades de su entorno y conscientes de la posibilidad de influir y cambiar los mismos.

Es aquí donde cabe citar a Michel Godet [85] afirmando lo siguiente: “...el mundo cambia pero los problemas permanecen iguales...”. Es decir, por un lado lo único cierto es el cambio, por otro lado este autor nos recuerda que los grandes problemas como el hambre, las enfermedades, las injusticias, es decir los padecimientos de la humanidad y la vida planetaria también son *invariantes*. ¡Linda contradicción!

Más allá de esta complejidad de aspectos o dimensiones, surge un flanco importante en temas de gestión y ética del conocimiento y de la información: aspectos de seguridad de datos y de información, de identidad en línea, de interfaces humanas e interfaces artificiales, de obsolescencia de conocimientos y de democratización de saberes entre otros. Esto obliga a repensar y rediscutir de manera consciente un *ethos* reinante de la era analógica para construir un *ethos* de la era digital. En [125] se presenta una taxonomía de problemas relacionados con analíticas de aprendizaje desde el punto de vista ético y sus implicancias legales. El ejemplo alcanza para entender la complejidad del asunto.

En ese sentido y como impulsor y proveedor de nueva tecnología con objetivo educativo PLAN CEIBAL tiene un compromiso y un rol que ocupar en el liderazgo de esta discusión y en la búsqueda de un marco de prácticas aceptado por el Sistema y la sociedad uruguaya. Una de las acciones en ese sentido es la creación del *Comité de Ética de Datos* que está impulsando junto a otros actores a nivel de Gobierno, Academia, Industria y la Sociedad.

Volviendo al futuro, se cierra esta tesis con un lugar común: “no te preocupes por la tecnología que ella se ocupará de tí”. Tal vez sea una frase cada vez más contundente en el devenir de la humanidad y su afán por reinventarse y sustituirse con dispositivos creados por sí misma.

En esta constante de cambios y de evolución, PLAN CEIBAL es una herramienta que puede incidir en la construcción del futuro educativo a nivel nacional, regional y mundial.



# Glosario

**Demanda Agregada** Es la sumatoria de las demandas por centro educativo, en particular para el tráfico de descarga y carga y las conexiones simultáneas, medidas en la hora pico del horario escolar. 5

**Desafíos de Implementación** Conjunto de aspectos tecnológicos, pedagógicos, curriculares, de política u otros elementos ambientales que sean barreras hacia la adopción e integración con sentido educativo y social de *Nuevas Tecnologías*. En la presente tesis se define por extensión un conjunto inicial de 19 desafíos. Ver anexo A.7. 6, 7, 63, 64, 67, 113, 116, 117, 125, 126, 129, 155

**Nuevas Tecnologías** Conjunto de tecnologías educativas, de acceso, metodologías y estrategias digitales presentadas en el ejercicio délfico. Esta definición así establecida por extensión fue extraída del K12 Horizon Project 2014/2015 [11]. El listado de Nuevas Tecnologías se puede leer en el anexo A.6. XIII, 6, 7, 17, 52, 63, 64, 66, 112, 113, 116, 123–126, 129, 134

**Sistema Educativo** Administración Nacional de Educación Pública de Uruguay, la cual abarca subsistemas de Enseñanza Preescolar, Primaria y Media (Secundaria y UTU). 6, 18, 63

# Bibliografía

- [1] B. F. Skinner, "Review Lecture: The Technology of Teaching," *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, vol. 162, no. 989, pp. 427–443, 1965. [Online]. Available: <http://www.jstor.org/stable/75554>
- [2] S. Papert, "Teaching children thinking," in *Proceedings of IFIPS World Congress on Computer and Education*, Amsterdam, The Netherlands, 1970.
- [3] O. Valiente, "1-1 in education: Current practice, international comparative research evidence and policy implications," *Education Working Papers*, no. 44, 2010.
- [4] R. Balaguer, Ed., *Plan Ceibal. Los ojos del mundo en el primer modelo OLPC a escala nacional*. Prentice Hall - Pearson Education, 2010.
- [5] R. Winocur, "El Plan Ceibal. Experiencia pionera del modelo Uno a Uno (una computadora, un niño) en América Latina. Entrevista a Laura Bianchi, ex colaboradora y asesora del Plan Ceibal," *Versión. Estudios de comunicación y política*, pp. 145–150, setiembre-octubre 2014. [Online]. Available: <http://version.xoc.uam.mx/>
- [6] E. Severin y C. Capota, *Modelos 1 a 1 en América Latina y el Caribe, Panorama y Perspectivas*. BID, 2011.
- [7] M. Carballo, "Plan Ceibal; the first nationwide ubiquitous computer program: A comprehensive study of the use of computers in school and home," Master's thesis, University of London, 2011.
- [8] A. Rivoir, Ed., *Plan Ceibal e Inclusión Social. Perspectivas interdisciplinarias*. Plan Ceibal, 2011.
- [9] R. Popper, *Foresight Methodology*. London: Edward Elgar, Cheltenham, 2008, pp. 44–88.
- [10] C. Sagol, "El modelo 1 a 1 : notas para comenzar," Ministerio de Educación de la Nación, Argentina, Tech. Rep., 2011.
- [11] L. Johnson, S. Adams Becker, V. Estrada, and A. Freeman, "Nmc horizon report: 2014 k-12 education edition," The New Media Consortium, Austin, Texas, Tech. Rep., 2014.
- [12] M. Fullan, N. Watson, and S. Anderson, *Ceibal: Los próximos pasos*. Michael Fullan Enterprises, 2013.
- [13] OCDE, *Education at a Glance 2014: OECD Indicators*. OECD Publishing., 2014.

- [14] Cristóbal Cobo Romaní y John Moravec, *Aprendizaje Invisible. Hacia una nueva ecología de la educación*. Colecció Transmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius / Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona. Barcelona, 2011.
- [15] M. Fullan and M. Langworthy, *Una rica veta: Cómo las nuevas pedagogías logran el aprendizaje profundo*. Pearson, 2014.
- [16] J. Schumpeter, *Capitalism, socialism and democracy*. N.York, Harper: Colophon Books, 1942.
- [17] H. Chesbrough, *Open Innovation: Researching a New Paradigm*. Oxford University Press, 2005, ch. Open Innovation: A New Paradigm for Understanding Industrial Innovation.
- [18] W. Penuel, “Implementation and effects of one-to-one computing initiatives: A research synthesis,” *Journal of Research on Technology in Education*, vol. 38, no. 3, pp. 329–348, Spring 2006.
- [19] N. Negroponte, *Being Digital*, 1995.
- [20] *Ceibal en la sociedad del siglo XXI*. UNESCO, 2008.
- [21] Plan Ceibal y ANEP, *En el camino de PLAN CEIBAL . Referencia para padres y educadores*. UNESCO, 2009.
- [22] —, *El modelo Ceibal. Nuevas tendencias de aprendizaje*. Plan Ceibal and ANEP, 2011.
- [23] —, *Aprendizaje abierto y Aprendizaje flexible: más allá de los formatos y espacios tradicionales*. Plan Ceibal y ANEP, 2013.
- [24] M. Warschauer, *Technology and Social Inclusion: Rethinking the Digital Divide*. Cambridge, MIT Press, 2003.
- [25] A. Rivoir, “Innovación para la inclusión digital. el plan ceibal en uruguay,” *Mediaciones Sociales. Revista de Ciencias Sociales y de la Comunicación*, no. 4, pp. 299–328, 2009.
- [26] K. Camacho, *Internet: ¿una herramienta para el cambio social?* México: FLACSO, 2001.
- [27] L. Pierre, *L’intelligence collective: pour une anthropologie du cyberspace*. La découverte.
- [28] Lusthaus, Ch. et al, *Evaluación Organizacional, Marco para mejorar el desempeño*. BID, 2002.
- [29] P. Senge, *La Quinta Disciplina*. Granica, 1990.
- [30] D. Larrouqué, “La mise en place du plan ceibal en uruguay,” Master’s thesis, ECOLE DOCTORALE DE SCIENCES POLITIQUES, 2011.
- [31] M. E. Da Silva Ramos and L. López Gallego, “Pensando el “plan ceibal” desde la perspectiva de la acción pública y la teoría del actor-red,” *Athenea Digital*, no. 14, pp. 49–68, 2014. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.5565/rev/athenead/v14n1.939>

- [32] J. Mehta, R. B. Schwartz, and F. M. Hess, *The Futures of School Reform*. Cambridge: Harvard, 2012.
- [33] J. Varela, *La educación del pueblo*, 1874.
- [34] M. Horn and H. Staker, *Blended: Using Disruptive Innovation to Improve Schools*. Jossey-Bass, 2014.
- [35] M. Fullan and M. Langworthy, “Towards a new end: New pedagogies for deep learning,” Global Alliance For Deep Learning, Tech. Rep., 2013.
- [36] National Center for Education Statistics, “Teachers’ tools for the 21st century: A report on teachers’ use of technology,” U.S. Department of Education, Tech. Rep., 2000.
- [37] R. Stallman, *The right to read*, 1996.
- [38] Departamento de Laboratorios Digitales, “Proyecto labted: Laboratorios de tecnologías digitales,” 2015.
- [39] Departamento de Evaluación y Monitoreo, “Evolución de la brecha de acceso a tic en uruguay (2007-2013) y la contribución del plan ceibal a disminuir dicha brecha,” Plan Ceibal, Tech. Rep., 2014.
- [40] D. Cassany, “La alfabetización digital,” in *Actas XIII Congreso Internacional, Asociación de Lingüística y Filología de América Latina (ALFAL)*, Costa Rica, 2002.
- [41] D. Badwen, “Revisión de conceptos de alfabetización informacional y digital,” *Anales de Documentación.*, no. 5, pp. 361–408, 2002.
- [42] E. Hargittai, “Internet access and use in context,” *New Media & Society*, no. 6, 2004.
- [43] A. Gascue, “El Plan Ceibal (OLPC – Uruguay) entre la utopía y la distopía,” Universidad de la República, Uruguay, Tech. Rep., 2012.
- [44] A. Rivoir y L. Pittaluga, “El Plan Ceibal: impacto comunitario e inclusión social 2009 –2010,” Observatic, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la República, Uruguay, Tech. Rep., 2011.
- [45] G. Bentancor and A. Martínez, “Aprender tod@s. componente ceip,” 2014.
- [46] Paysée, M. y Martínez, A., “Documento de proyecto espacio ceibal,” Plan Ceibal, Tech. Rep., 2014.
- [47] J. Schumpeter, *Teoría del desenvolvimiento Económico*, 1911.
- [48] —, *BUSINESS CYCLES. A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. New York: McGraw-Hill, 1939.
- [49] OECD/Eurostat, *The Oslo Manual*. Paris: OECD Publishing, 2005.

- [50] World Economic Forum, *The Global Competitiveness Report 2013–2014: Full Data Edition*, K. Schwab, Ed. Ginebra: World Economic Forum, 2014.
- [51] Cornell University, INSEAD and WIPO, *The Global Innovation Index 2014: The Human Factor in Innovation*, Ginebra, Ithaca y Fontainebleau, 2014.
- [52] M. Albornoz, “Innovación, equidad y desarrollo latinoamericano,” *ISEGORÍA. Revista de Filosofía Moral y Política*, no. 38, pp. 111–126, 2013.
- [53] Arocena, R. y Sutz, J., *Mirando los Sistemas Nacionales de Innovación desde el Sur*. Sala de Lectura, OEI, 1999.
- [54] Alonso, C y Fracchia, E., “El emprendedor schumpeteriano. aportes a la teoría económica moderna,” *Anales. Asociación Argentina de Economía Política*, 2009.
- [55] OECD, “Measuring innovation in education.” [Online]. Available: /content/book/9789264215696-en
- [56] M. Echeverría, “Evaluar las innovaciones y su difusión social,” *ISEGORÍA. Revista de Filosofía Moral y Política*, no. 48, pp. 173–184, 2013.
- [57] E. M. Rogers, *Diffusion of Innovations*. Nueva York: Free Press, 1962.
- [58] C. Perez and C. Freeman, *Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour*. London: Francis Pinter, 1988, ch. 3, pp. 38–66.
- [59] J. L. Bower and C. M. Christensen, *Disruptive technologies: catching the wave*. Harvard Business Review Video, 1995.
- [60] M. A. Schilling, *Strategic management of technological innovation, 3e*. Tata McGraw-Hill Education, 2011.
- [61] J. Tidd, J. Bessant, and K. Pavitt, *Managing Innovation. Integrating Technological, Market and Organizational Change*. John Wiley & Sons Ltd, 2005.
- [62] H. Chesbrough, W. Vanhaverbeke, and J. West, Eds., *Open Innovation: Researching a New Paradigm*. Oxford University Press, 2006.
- [63] Aguerrondo, I. and Xifra, S., *La escuela del Futuro I: Cómo piensan las escuelas que innovan*. Papers Editores, 2002.
- [64] J. Grompone, *El paradigma del laberinto*. La flor del itapebí, 2011.
- [65] S. Pedró, *Tecnología y Escuela: lo que funciona y porqué*. Fundación Santillana.
- [66] L. Cuban, *Oversold and underused: Computers in the classroom*. Harvard University Press, 2001.
- [67] J. Brunner, “¿una sociedad movilizada hacia las tic?” in *Las TIC: del aula a la agenda política*, Argentina, 2008.

- [68] R. Venezky, *Quo Vademus? The transformation of Schooling in a Networked World*. OCDE, 2002.
- [69] Cabrol, M. y Severin, E., “Tics en educación: Una innovación disruptiva,” *Aportes - Educación BID*, 2010.
- [70] L. Cuban, *Teachers and machines: The classroom use of technology since 1920*. Teachers College Press, 1986.
- [71] R. Kozma, “Learning with media, 61,,” *Review of Educational Research*, no. 61, p. 179–212, 1991.
- [72] C. Kulik and J. Kulik, “Effectiveness of computer-based instruction: An updated analysis.” *Computers in Human Behavior*, no. 7, p. 75–94, 1991.
- [73] J. C. Gulek and H. Demirtas, “Learning with technology: The impact of laptop use on student achievement.” *The Journal of Technology, Learning, and Assessment*, no. 3(2), 2005. [Online]. Available: <http://www.jtla.org>
- [74] M. Warschauer, *Laptops and Literacy*. Columbia, 2006.
- [75] A. Balanskat, D. Bannister, B. Hertz, E. Sigillò, and R. Vuorikari, “Overview and analysis of 1:1 learning initiatives in europe,” European Commission, Tech. Rep., 2013.
- [76] M. Warschauer and M. Ames, “Can one laptop per child save the world’s poor?” *Journal of International Affairs*, vol. 64, no. 1, p. 33, 2010.
- [77] A. Battro and C. de la Paz, “Sustainable education: Uruguay’s Plan Ceibal,” *Sustainable Humanity, Sustainable Nature: Our Responsibility*, no. Extra Series 41, 2014.
- [78] Cristóbal Cobo Romani y John Moravec, *Aprendizaje Invisible. Hacia una nueva ecología de la educación*. Col·lecció Transmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius / Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona. Barcelona, 2011, ch. 4. Herramientas y metodologías para estudiar el futuro de la educación.
- [79] J. R. Cortezo, “Introducción a la Prospectiva: Metodologías, Fases y Explotación de Resultados,” *Economía Industrial*, vol. VI, no. 342, 2001.
- [80] L. Georghiou, J. Cassingena, M. Keenan, I. Miles, and R. Popper, Eds., *The Handbook of Technology Foresight*. Edward Elgar, Cheltenham, 2008.
- [81] S. Meinert, *Scenario Building*. Alemania: ETUI, 2014.
- [82] H. Kosow and R. Gabner, “Methods of future and scenario analysis: overview, assessment, and selection criteria.” [Online]. Available: <http://www.die-gdi.de/en/studies/article/methods-of-future-and-scenario-analysis-overview-assessment-and-selection-criteria/>
- [83] G. Davis, “Unknown title,” 2016.

- [84] H. Kahn and A. Wiener, *The Year 2000*. MacMillan, New York, 1967.
- [85] M. Godet, J. F. Coates, A. Gerber, and K. Radford, *Creating futures*. Paris; London; Genéve: Economica, 2006.
- [86] S. e. a. Greeuw, “Cloudy crystal balls: An assessment of recent European and global scenario studies and models - European Environment Agency.” [Online]. Available: [http://www.eea.europa.eu/publications/Environmental\\_issues\\_series\\_17](http://www.eea.europa.eu/publications/Environmental_issues_series_17)
- [87] H. A. Linstone and M. Turoff, Eds., *The Delphi Method: Techniques and Applications*, 2002 (1975).
- [88] J. Glenn and T. Gordon, *Futures Research Methodology: Version 3.0*. The Millennium Project, 2009.
- [89] R. A. Green, “The delphi technique in educational research,” *SAGE Open*, vol. 4, no. 2, 2014.
- [90] O. Helmer, “The use of the delphi technique in problems of educational innovations,” The RAND Corporation, Santa Monica, CA, Tech. Rep., 1966.
- [91] D. Stewart and P. Shamdasani, “Focus groups: Theory & practice, vol. 20: Newbury park, ca: Sage.” *Applied social research methods series.*, 1980.
- [92] L. Chipchase, S. Schabrun, L. Cohen, P. Hodges, M. Ridding, J. Rothwell, J. Taylor, and U. Ziemann, “A checklist for assessing the methodological quality of studies using transcranial magnetic stimulation to study the motor system: An international consensus study,” *Clinical Neurophysiology*, vol. 123, no. 9, pp. 1698–1704, sep 2012. [Online]. Available: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1388245712003355>
- [93] D. M. Doran, G. R. Baker, C. Szabo, J. Mcshane, and J. Carryer, “Identification of serious and reportable events in home care: a Delphi survey to develop consensus,” *International Journal for Quality in Health Care*, vol. 26, no. 2, pp. 136–143, apr 2014. [Online]. Available: <http://intqhc.oxfordjournals.org/content/26/2/136>
- [94] J. A. Somerville, “Critical factors affecting the meaningful assessment of student learning outcomes: A Delphi study of the opinions of community college personnel.” Ph.D. dissertation, Oregon State University, 2007.
- [95] L. Johnson, S. Adams Becker, D. G. Gago, E., and S. Martín, “Nmc perspectivas tecnológicas: Educación superior en américa latina 2013-2018. un análisis regional del informe horizon del nmc,” The New Media Consortium, Austin, Texas, Tech. Rep., 2013.
- [96] J. Moravec, “A new paradigm of knowledge production in minnesota higher education: A delphi study,” Ph.D. dissertation, University of Minesota, 2007.
- [97] T. S. Rappaport *et al.*, *Wireless communications: principles and practice*. prentice hall PTR New Jersey, 1996, vol. 2.
- [98] ITU, *World Telecommunication/ICT Indicators database 2014 (18th edition)*. ITU, 2014.

- [99] Internet.org, “State of connectivity: A report on global internet access,” Internet.org, Tech. Rep., 2014.
- [100] Internet Society, “Global internet report: Open and sustainable access for all,” Internet Society, Tech. Rep., 2014.
- [101] CISCO, “Cisco visual networking index: Forecast and methodology,” CISCO, Tech. Rep., 2014.
- [102] Commissariat général à la stratégie et à la prospective, “La dynamique d’internet: Prospective 2030,” Premier Ministre, Tech. Rep., 2013.
- [103] A. G. Alex Galis, Ed., *Future internet assembly 2013: validated results and new horizons*, 2013.
- [104] D. Giusto, A. Iera, G. Morabito, and L. Atzori, Eds., *The Internet of Things*. Springer, 2014.
- [105] M. Eslahi, M. Naseri, H. Hashim, N. Tahir, and E. Saad, “Byod: Current state and security challenges,” in *Computer Applications and Industrial Electronics (ISCAIE), 2014 IEEE Symposium on*, April 2014, pp. 189–192.
- [106] V. Rajaraman, “Cloud computing,” *Resonance*, 2014.
- [107] B. Rimal, E. Choi, and I. Lumb, “A taxonomy and survey of cloud computing systems,” in *INC, IMS and IDC, 2009. NCM '09. Fifth International Joint Conference on*, Aug 2009, pp. 44–51.
- [108] H. Hu, Y. Wen, T.-S. Chua, and X. Li, “Toward scalable systems for big data analytics: A technology tutorial,” *Access, IEEE*, vol. 2, pp. 652–687, 2014.
- [109] G. Moore, “Cramming more components onto integrated circuits electronics, pp. 114–117, april 19, 1965.” *IEEE Electronics*, 1965.
- [110] J. Grompone, “Internet en cifras,” Tech. Rep., 2000.
- [111] K. Coffman and A. Odlyzko, *INTERNET GROWTH: IS THERE A ”MOORE’S LAW”FOR DATA TRAFFIC?*, 2002, ch. 3.
- [112] Sandvine, “Global Internet Phenomena Report 1H 2014,” Sandvine, Tech. Rep., 2014.
- [113] Y. Zhuang, J. Cappos, T. S. Rappaport, and R. McGeer, “Future internet bandwidth trends: An investigation on current and future disruptive technologies,” Polytechnic Institute of NYU, Tech. Rep., 2013.
- [114] V. P. Mhatre, K. Papagiannaki, and F. Baccelli, “Interference mitigation through power control in high density 802.11 wlans,” *IEEE Infocom*, 2007.
- [115] CISCO, “Cisco High density Experience,” CISCO, Tech. Rep., 2014.

- [116] Ruckus, “Deploying high density wifi,” Ruckus, Tech. Rep., 2012.
- [117] G. Capdehourat, G. Marín, and A. Rodríguez, “Plan ceibal’s wireless network for the implementation of the 1:1 educational model,” *Latinoamerican Networking Conference*, 2014.
- [118] L. Stenhouse, *Investigación y desarrollo del currículum*. Ediciones Morata, 2003.
- [119] M. S. Raskin, “The delphi study in field instruction revisited: Expert consensus on issues and research priorities,” *Journal of Social Work Education*, vol. 30, no. 1, pp. 75–89, 1994. [Online]. Available: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10437797.1994.10672215>
- [120] M. K. Rayens and E. J. Hahn, “Building Consensus Using the Policy Delphi Method,” *Policy, Politics, & Nursing Practice*, vol. 1, no. 4, pp. 308–315, nov 2000. [Online]. Available: <http://ppn.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/15271544000100409>
- [121] C.-C. Hsu and B. A. Sandford, “Minimizing non-response in the delphi process: How to respond to non-response,” *Practical Assessment, Research & Evaluation*, vol. 12, no. 17, pp. 62–78, 2007.
- [122] K. Krippendorff and L. Wolfson, *Metodología de análisis de contenido: teoría y práctica*, ser. Paidós Comunicación. Paidós, 1990. [Online]. Available: <https://books.google.es/books?id=LLxY6i9P5S0C>
- [123] M. Fullan and S. Stiegelbauer, “The new meaning of educational change,” *2nd ed. New York: Teachers College Press*, 1991.
- [124] D. W. Graham, “Heraclitus,” in *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, fall 2015 ed., E. N. Zalta, Ed., 2015.
- [125] N. Sclater, “A taxonomy of the ethical and legal issues of learning analytics v0.1 | Effective Learning Analytics.” [Online]. Available: <http://analytics.jiscinvolve.org/wp/2015/01/30/a-taxonomy-of-the-ethical-and-legal-issues-of-learning-analytics-v0-1/>
- [126] CISCO, “Cisco visual networking index: Global mobile data traffic forecast update, 2014–2019,” CISCO, Tech. Rep., 2015.
- [127] K. Heldman, *PMP: Project Management Professional Study Guide*. John Wiley & Sons, feb 2006.

# A. Anexos

## A.1. Objetivos de Plan Ceibal

### A.1.1. Objetivos

Los objetivos del Plan son<sup>1</sup>:

#### Objetivos generales

- Contribuir a la mejora de la calidad educativa mediante la integración de tecnología al aula, al centro escolar, y al núcleo familiar.
- Promover la igualdad de oportunidades para todos los alumnos de Educación Primaria, dotando de una computadora portátil a cada niño y cada maestro.
- Desarrollar una cultura colaborativa en cuatro líneas: niño-niño, niño-maestro, maestro-maestro, y niño-familia-escuela.
- Promover la literacidad y criticidad electrónica en la comunidad pedagógica, atendiendo a principios éticos.

#### Objetivos específicos

- Promover el uso integrado del computador portátil como apoyo a las propuestas pedagógicas del aula y del centro escolar.
- Lograr que la formación y actualización de los docentes, tanto en el área técnica como en la pedagógica, posibiliten el uso educativo de los nuevos recursos.
- Producir recursos educativos con apoyo en la tecnología disponible.
- Propiciar la implicación y apropiación de la innovación por parte de los docentes.
- Generar sistemas de apoyo y asistencia técnico pedagógica específica, destinada a las experiencias escolares y asegurando su adecuado desarrollo.
- Involucrar a los padres en el acompañamiento y promoción de un uso adecuado y responsable de la tecnología, para el beneficio del niño y la familia.

---

<sup>1</sup>fuelle: <http://ceibal.edu.uy> [acceso 31 de mayo de 2016]

- Promover la participación de todos los involucrados en la producción de información relevante para la toma de decisiones.

## A.2. Agenda Uruguay Digital

Las líneas estratégicas de la agenda digital son:

- Equidad e Inclusión Social
- Participación Ciudadana
- Transformación del Estado
- Impulso a la Educación
- Innovación y Generación del Conocimiento
- Integración Territorial
- Inserción Internacional

La política que rige dicha estrategia concibe a PLAN CEIBAL como un derecho básico para la población del País en el marco de un proceso de transformaciones en los distintos sectores: gubernamental, productivos y de servicios.

## A.3. Innovación

### A.3.1. Tipos de Innovación

Según el manual de OSLO los tipos de innovación son:

**Definición 10. *Innovación de Producto:*** *Se corresponde con la introducción de un bien o de un servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto al uso al que se destina. Esta definición incluye la mejora significativa de las características técnicas, de los componentes y los materiales, de la informática integrada, de las facilidades de uso y de otras características funcionales.*

**Definición 11. *Innovación de Proceso:*** *Es la introducción de un nuevo o significativamente mejorado proceso de producción o de distribución. Ello implica cambios significativos en las técnicas, los materiales y/o los programas informáticos.*

**Definición 12. *Innovación Comercial:*** *Es la aplicación de un nuevo método de comercialización que implique cambios significativos del diseño o el envasado de un producto, su posicionamiento, su promoción o su tarificación.*

**Definición 13. *Innovación Organizacional:*** *Es la introducción de un nuevo método organizativo en las prácticas, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa.*

### A.3.2. Tipos de Innovación Según Schumpeter

Se observa que Schumpeter tiene una concepción holística de la innovación, y define un proceso de innovación en tres etapas interconectadas: invención, innovación y difusión.

Según Schumpeter la invención se genera en la esfera científico-técnica, es un producto o un proceso asociado a un descubrimiento propiamente dicho. Luego viene la socialización o comercialización de la invención es el paso decisivo para que se convierta en una innovación. La ciencia debe incorporarse a productos, procesos y/o métodos organizativos para poder difundirse en el tejido social; siendo el empresario innovador quien hace de nexo entre ciencia y mercado. Es el que, en busca de ganancias independientes al crecimiento de los factores de la producción, está dispuesto a arriesgarse a incorporar una innovación. Esto le permitiría acceder a beneficios (un lugar monopolístico en el mercado, excedente organizacional, u otros) que harán que otros empresarios se sumen y así se animará la competencia entre empresas. Una vez difundida la innovación, el ciclo vuelve a empezar, el empresario buscará nuevas innovaciones para aumentar su beneficio y prestigio personal.

El autor establece cinco tipos de innovación,

- La creación de nuevos productos o nuevas variantes a productos existentes
- El desarrollo de nuevos métodos de producción o comercialización
- El ingreso o apertura de nuevos mercados
- La obtención de nuevas fuentes de materias primas o insumos
- La modificación de la estructura de mercado (típicamente, la creación de un monopolio)

### A.3.3. Modelo de Innovación abierta

En el gráfico A-1 se esquematiza la definición de modelo de innovación abierta.

- Se da la misma importancia al conocimiento externo a la organización que al interno
- El objetivo central del modelo de negocios es convertir las actividades de I+D en valor comercial
- Medición de errores tipo 1 y tipo 2 (falsos positivos y negativos) (en relación al modelo de negocios) al evaluar proyectos de I+D
- El deliberado flujo saliente de conocimiento y tecnología
- El escenario de abundante conocimiento subyacente
- El rol proactivo y matizado de la gestión de la propiedad intelectual
- La aparición de intermediarios en la innovación
- Nuevas métricas para evaluar las capacidades de innovación y su performance

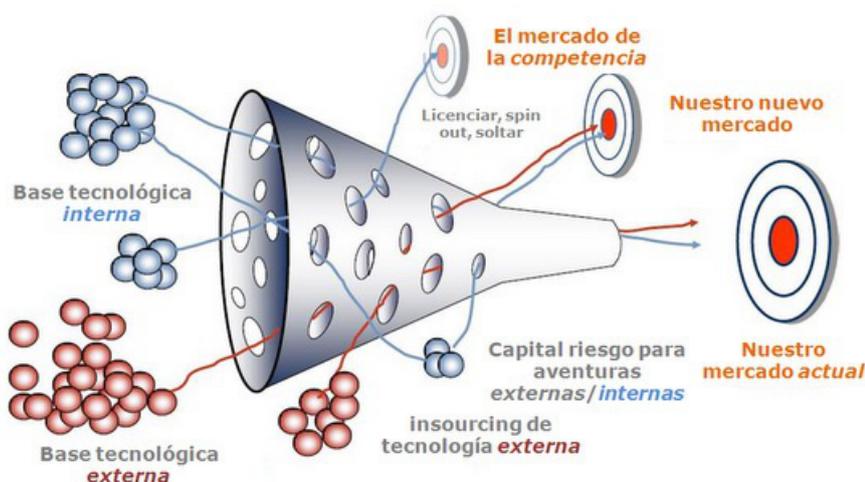


Figura A-1.. EL MODELO DE INNOVACIÓN ABIERTA DE CHESBROUGH ET AL

Es decir, la innovación hace uso extensivo del cuerpo de conocimiento académico existente en tanto que ofrece una perspectiva diferente de ese conocimiento al pasarlo por el tamiz del mercado, sea cual fuere.

## A.4. Método Delfi Moderno

Según Moravec un proceso delfico actualmente cuenta con los siguientes pasos [78]:

1. Establecer una o varias preguntas para la investigación
2. Encontrar e invitar a los expertos que conformarán el grupo
3. Repartir cuestionarios y recopilar datos
4. Identificar categorías de opiniones en el cuestionario
5. Elaborar un segundo cuestionario y repartirlo a los expertos. Pedir a los participantes con opiniones más extremas (no a los participantes medios) que vuelvan a evaluar sus respuestas y que argumenten por qué sus comentarios son tan divergentes del resto
6. Elaborar un tercer cuestionario, repartirlo a todos los expertos para que lo evalúen y para que argumenten las reflexiones más extremas extraídas de las respuestas del segundo cuestionario. Una vez más, preguntar cuáles son las razones de las respuestas atípicas
7. Repetir el paso 6 tantas veces como sea necesario hasta lograr el consenso del grupo en cada uno de los elementos evaluados
8. Analizar y comunicar los resultados

## A.5. Paneles de Expertos

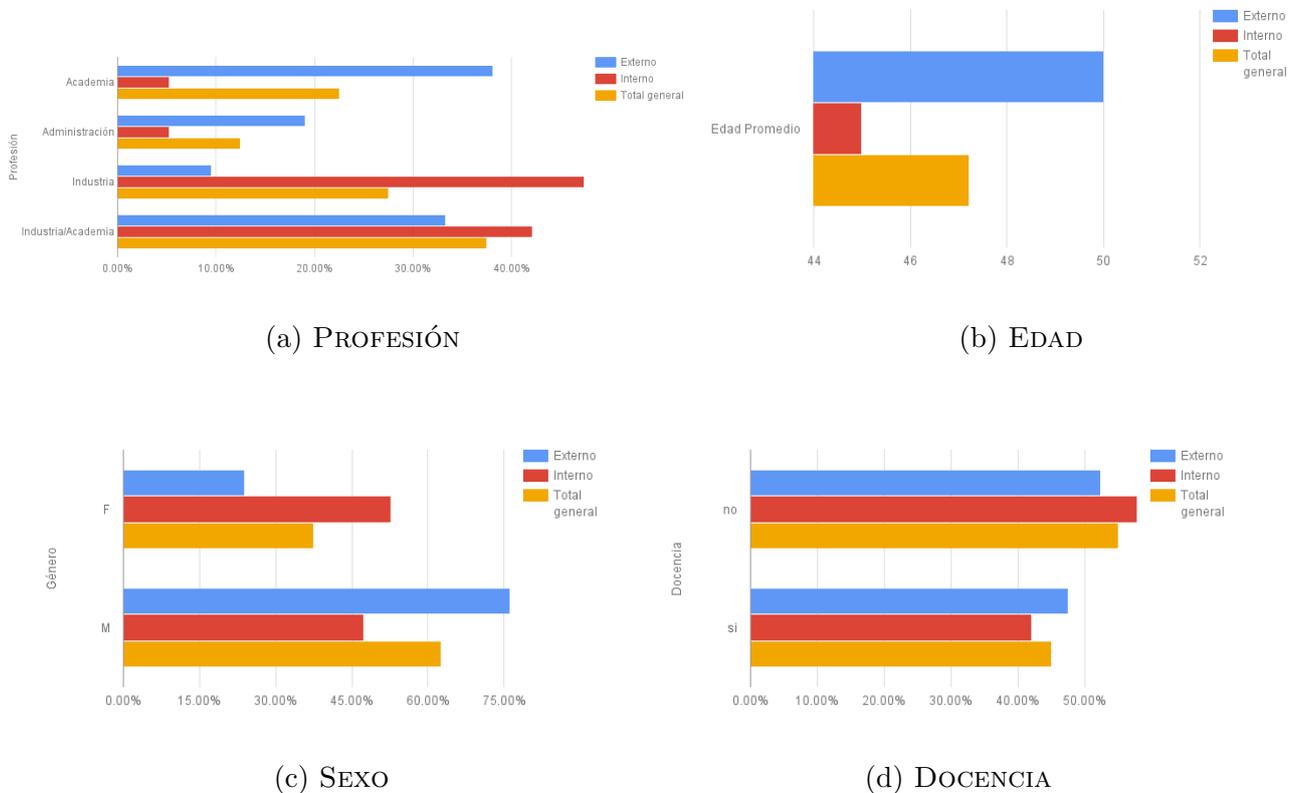
### A.5.1. Externo

<i>Nombre y Apellido</i>
Alejandro Maiche
Ana Rivoir
Antonio M. Battro
Carlos Petrella
Celsa Puente
Claudio Rama
Cristóbal Cobo
Daniel Kofman
Eugenio Severin
Fernando da Rosa Morena
Fernando Santamaría
Gonzalo Mateos
Guillermo Spiller
John Moravec
Laura Motta
Leticia Britos Cavagnaro
Luis Garibaldi
Luis Osin
Marcelo Bagnulo
Pablo Brenner
Pablo Sprechmann
Rafael Mandressi
Raquel Aguilar

**Tabla A-1..** PANEL EXTERNO.

### A.5.2. Interno

<i>Nombre y Apellido</i>
Cecilia de la Paz
Cecilia Poittevin
Claudia Brovetto
Daniel Castelo
Fernando Brum
Fiorella Haim
Gastón Arismendi



**Figura A-2.. DEMOGRAFÍA DE LOS PANELES DE EXPERTOS**

Gonzalo Perez
Graciela Rabajoli
Hernán Susunday
Irene González
Magela Fuzatti
María Edith Moraes Vázquez
Mariana Montaldo
Martín Rebour
Martina Bailón
Mauro Carballo
Miguel Brechner

**Tabla A-2.. PANEL INTERNO.**

### **A.5.3. Demografía comparativa de paneles**

### **A.5.4. Cartas de invitación a conformar el Panel Externo**

Para la conformación del panel de expertos externos se envió correo electrónico individualmente a cada candidato con la siguiente invitación.

- Invitación en español  
<https://docs.google.com/document/d/1ouPf2b-YTaTCeASPmzLNs87G5HPRHDMGoJX5vWexgMk/pub>
- Invitación en inglés  
[https://docs.google.com/document/d/1HWbLP7YpM0pNPIP48gX-\\_ghREF1-PaT0jWRxf\\_rpoiQ/pub](https://docs.google.com/document/d/1HWbLP7YpM0pNPIP48gX-_ghREF1-PaT0jWRxf_rpoiQ/pub)

## A.6. Nuevas Tecnologías

### A.6.1. Resultado Intermedio Ronda 1

Una vez que se computa el puntaje que cada ítem alcanza y se clasifica entre las que tienen consenso y las que no se obtiene la matriz que se observa en **A-3**. Las cuatro categorías de nuevas tecnologías son:

1. **Prioritarias:** son las 20 tecnologías que han obtenido mayor puntaje y consenso estadístico de respuestas.
2. **Emergentes 1:** son las tecnologías que han obtenido alto puntaje en promedio pero sin lograr consenso estadístico (2).
3. **Emergente 2:** son las tecnologías que han obtenido bajo puntaje promedio pero a su vez no hay consenso estadístico (8).
4. **No prioritarias:** son las tecnologías que obtuvieron bajo puntaje promedio y hubo consenso estadístico (9).

De la noción de familia se observa que todas las familias incorporan al menos un ítem al top 20 de prioritarias con consenso mientras que las no prioritarias se concentran en las familias de “Estrategias Digitales” (1), “Aprendizaje” (2) y de Consumidor Final (3). Esta clasificación se observa en **A-4**.

Las tecnologías que caen en los cuadros “Emergente1” y “Emergente2” no logran coherencia entre los resultados de puntaje obtenido y consenso, por lo que se entiende se debería profundizar en su estudio y quedan al margen de la siguiente ronda, lo mismo que las “No Prioritarias”.

Familia	Nombre (Definición)
Tecnologías de Aprendizaje	Aprendizaje Móvil
Tecnologías de Aprendizaje	Estímulos/Microcréditos
Tecnologías de Aprendizaje	Analíticas de Aprendizaje
Tecnologías de Aprendizaje	MOOCs
Tecnologías de Aprendizaje	Aprendizaje Adaptivo
Tecnologías de Aprendizaje	Licenciamiento Abierto
Tecnologías de Aprendizaje	Laboratorios virtuales y remotos
Tecnologías de Aprendizaje	Aprendizaje en Línea
Tecnologías de Consumidor Final	Juegos y gamificación
Tecnologías de Consumidor Final	Video 3D
Tecnologías de Consumidor Final	Autocuantificación
Tecnologías de Consumidor Final	Tecnología Usable
Tecnologías de Consumidor Final	Drones
Tecnologías Habilitantes	Computación afectiva
Tecnologías Habilitantes	Asistentes Virtuales
Tecnologías Habilitantes	Energía inalámbrica

Tecnologías Habilitantes	Traducción voz a voz
Tecnologías Habilitantes	Electrovibración
Tecnologías Habilitantes	Pantallas flexibles
Tecnologías Habilitantes	Aprendizaje de Máquinas
Tecnologías Habilitantes	Banda Ancha Móvil
Tecnologías Habilitantes	Comunicación de campo Cercano (RFID)
Tecnologías Habilitantes	Baterías de nueva generación
Tecnologías Habilitantes	Hardware Abierto
Tecnologías Habilitantes	Interfaces de Usuario Naturales
Tecnologías de Internet	Computación en la nube
Tecnologías de Internet	Internet de las Cosas (IoT)
Tecnologías de Internet	Aplicaciones Semánticas
Estrategias Digitales	Inteligencia de Localización
Estrategias Digitales	Tecnologías de Preservación
Estrategias Digitales	Clase Invertida
Estrategias Digitales	Traer tu propio dispositivo (BYOD)
Medios Sociales	Identidad en línea
Medios Sociales	Redes Sociales
Medios Sociales	Crowdsourcing
Tecnologías de Visualización	Realidad Aumentada
Tecnologías de Visualización	Representaciones Volumétricas y Holográficas
Tecnologías de Visualización	Análisis Visual de Datos
Tecnologías de Visualización	Visualización de Información

**Tabla A-3..** NUEVAS TECNOLOGÍAS INTRODUCIDAS EN EL ESTUDIO DÉLFICO ORDENADAS POR FAMILIA TECNOLÓGICA, SEGÚN NMC HORIZON PROJECT 2020 [11].

La definición en la que se basó la tesis de esta lista de tecnologías se observa en la web del Proyecto K-12 Horizon <sup>2</sup>

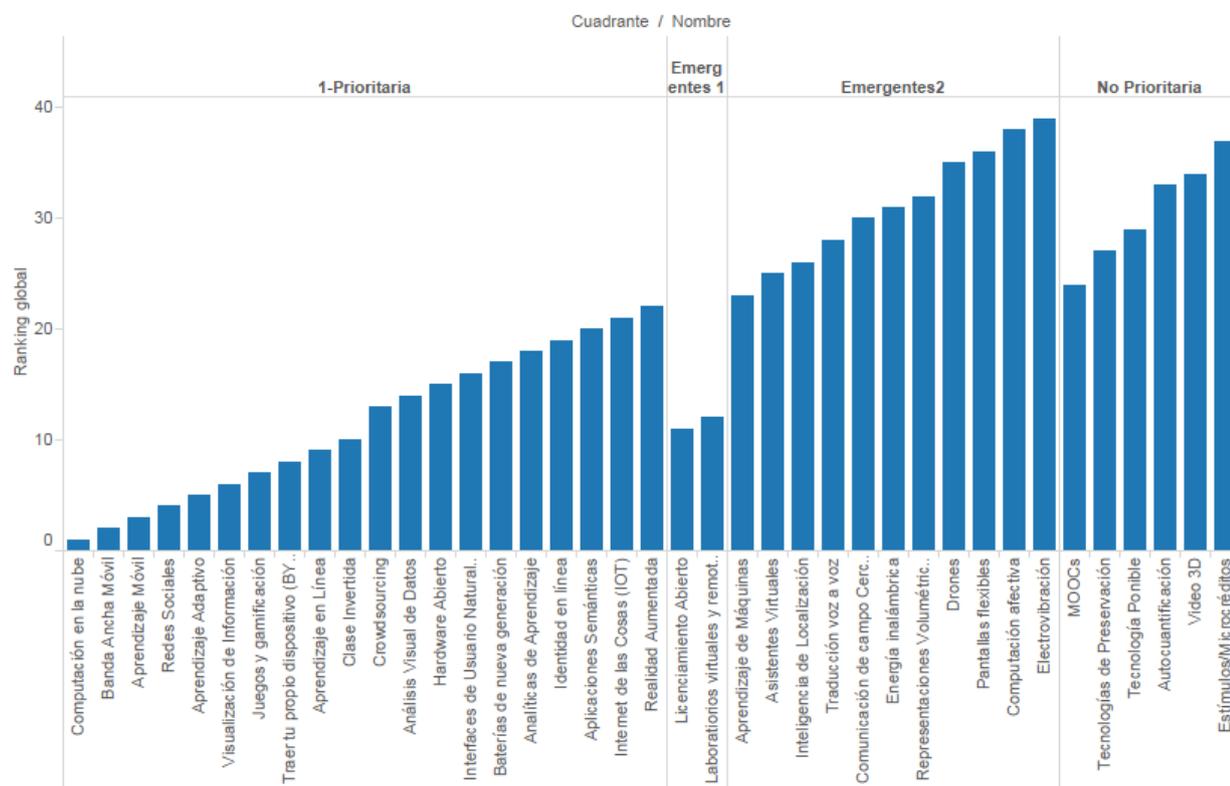
Son complementarios y expanden algunas de las definiciones los siguientes materiales:

- Trend Report 2014-2015. Technology Compass for Education. Kennisnet. Sitio web (recuperado 16 de mayo de 2016): <https://www.kennisnet.nl/publicaties/trendrapport/>
- Edu Trends Radar 2015. Tecnológico de Monterrey. Sitio web (recuperado 16 de mayo de 2016): <http://www.observatorioedu.com/edutrendsradar2015/>
- Innovating Pedagogy Reports. Open University. Sitio web (recuperado 16 de mayo de 2016): <http://www.open.ac.uk/blogs/innovating/>

## A.7. Desafíos de Implementación

<sup>2</sup>Sitio Web: <http://k12.wiki.nmc.org/Horizon+Topics> [acceso 31 de mayo de 2016]

## Cuadrantes



Suma de Ranking global para cada Nombre desglosado por Cuadrante. La vista se filtra en suma de Ranking global, lo que conserva solo los valores no Nulos.

**Figura A-3..** CLASIFICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA PRIMERA RONDA, SEGÚN PUNTAJE GLOBAL Y CONSENSO

### *Desafío de Implementación*

- Integrar las nuevas tecnologías en el proceso de cambio educativo
- Evaluar la incorporación de nuevas tecnologías en el aula
- Hacer que las nuevas tecnologías sean invisibles
- Empoderar al docente en su práctica educativa
- Aprovechar la generación de datos a gran escala en los sistemas informáticos
- Fortalecer Infraestructura tecnológica de los locales educativos
- Balancear nuestras vidas conectadas y desconectadas
- Repensar el rol de los maestros y profesores
- Desarrollar Pensamiento Complejo y Comunicación
- Crear oportunidades de aprendizaje auténticas
- Integrar aprendizaje personalizado
- Mantener la Educación Relevante
- Aumentar fluidez digital de docentes
- Gestionar obsolescencia del conocimiento

Mejorar reconocimiento a tareas de enseñanza
Escalar innovaciones en enseñanza
Mejorar literacidad de medios para los estudiantes
Generar un registro de actuación de los estudiantes integrado
Renovar el foco en la privacidad

**Tabla A-4.** DESAFÍOS DE IMPLEMENTACIÓN INTRODUCIDOS EN EL ESTUDIO DÉLFICO.

Las principales fuentes en las que se basó este listado inicial de *Desafíos de Implementación* son:

- K-12 Horizon Reports 2014 and 2015, NMC. Sitio web (recuperado 16 de mayo de 2016): <http://k12.wiki.nmc.org/Challenges>
- Manifiesto 15, Aprendizaje en evolución. Sitio web (recuperado 16 de mayo de 2016) <http://www.manifiesto15.org/>
- Trend Report 2014-2015. Technology Compass for Education. Kennisnet. Sitio web (recuperado 16 de mayo de 2016): <https://www.kennisnet.nl/publicaties/trendrapport/>
- Edu Trends Radar 2015. Tecnológico de Monterrey. Sitio web (recuperado 16 de mayo de 2016): <http://www.observatorioedu.com/edutrendsradar2015/>

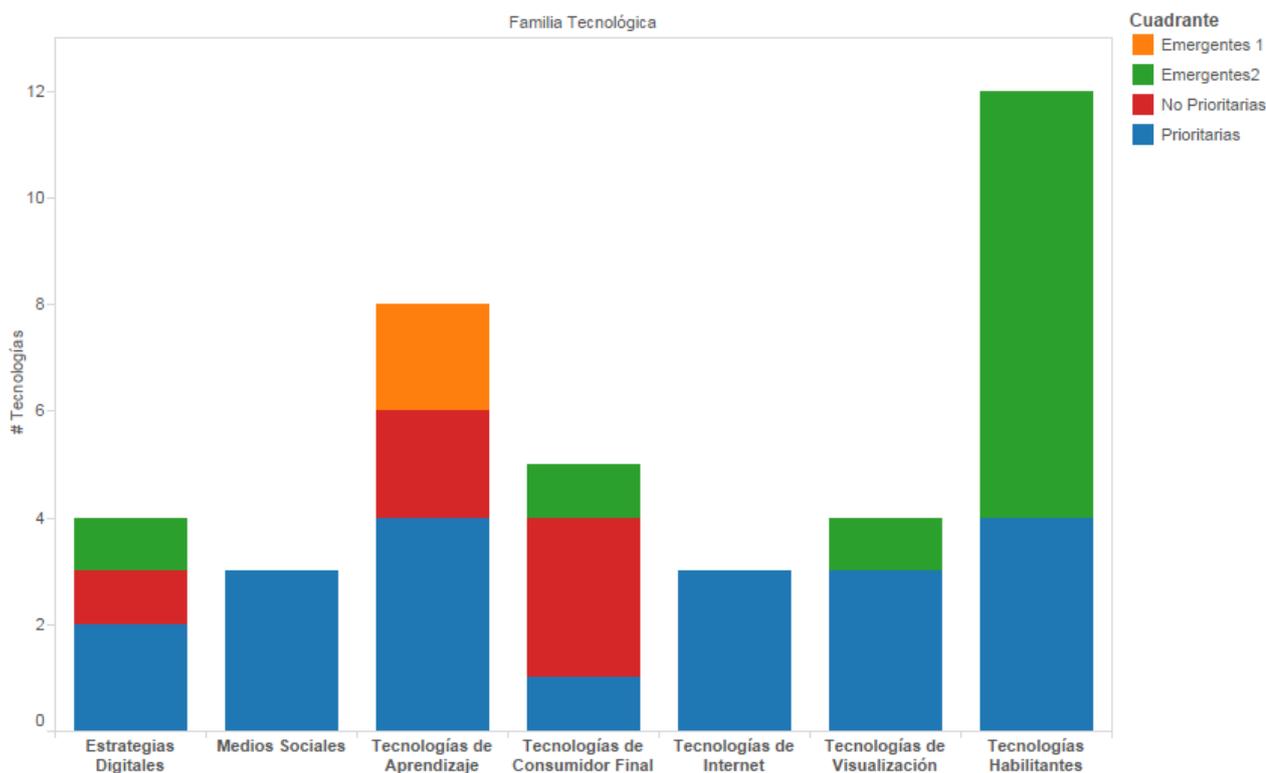


Figura A-4.. CLASIFICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA PRIMERA RONDA, SEGÚN FAMILIA

## A.8. Cuestionarios

Aquí se presentan los enlaces a los siguientes documentos en línea: Cuestionarios 1 y 2 e Instructivos 1 y 2.

### A.8.1. Ronda 1

- Cuestionario 1 - Español  
[https://drive.google.com/file/d/1ytx9AVRr2paaXiqH3S\\_icryeL1ZkvymF0ujSLX7no0WvJmnPjqJivrYW/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1ytx9AVRr2paaXiqH3S_icryeL1ZkvymF0ujSLX7no0WvJmnPjqJivrYW/view?usp=sharing)
- Cuestionario 1 - Inglés  
<https://drive.google.com/file/d/1ILHP1tFzQzZB6XI-6NiMPgCJbHQw007gm179a5MB16IQrRZxPOTfpoVU/view?usp=sharing>
- Instructivo 1 - Español  
[https://docs.google.com/document/d/1Hhg4TNHzn6-3KT9IRX0xb\\_1wasb7NeLhxm9mXqQWTgs/pub](https://docs.google.com/document/d/1Hhg4TNHzn6-3KT9IRX0xb_1wasb7NeLhxm9mXqQWTgs/pub)
- Instructivo 1 - Inglés  
[https://docs.google.com/document/d/1TQkNr6q\\_0-R35mWsxBQ9WdQtlyiyWAuwVF0J-CT12Xg/](https://docs.google.com/document/d/1TQkNr6q_0-R35mWsxBQ9WdQtlyiyWAuwVF0J-CT12Xg/)

pub

[acceso 31 de mayo de 2016]

### A.8.2. Ronda 2

- Cuestionario 2 Panel Externo  
[https://drive.google.com/open?id=1HgVMe6WoezB0Jy95IZ2\\_C4o1ilnyEYokYtYi8ksZET8C8hENNGmnizqm3](https://drive.google.com/open?id=1HgVMe6WoezB0Jy95IZ2_C4o1ilnyEYokYtYi8ksZET8C8hENNGmnizqm3)
- Cuestionario 2 Panel Interno  
[https://drive.google.com/file/d/1eJccLdLHyJ6YVMfwVyFQ1w4sYoxnkgULtGx\\_uWw1-9segqMMY\\_x3Je3XxY8i1fUtCWzZEB8UL0gbJyYP/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1eJccLdLHyJ6YVMfwVyFQ1w4sYoxnkgULtGx_uWw1-9segqMMY_x3Je3XxY8i1fUtCWzZEB8UL0gbJyYP/view?usp=sharing)
- Instructivo 2 Panel Externo  
<https://docs.google.com/document/d/1kPBcbv6m61ahTh71fYUJ2LqcABhqafBFxp1WibfPS8c/pub>
- Instructivo 2 Panel Interno  
[https://docs.google.com/document/d/1P5PANRe\\_1k34kFoOXby1ECFInKR1KAJ3A2kcUDE90-U/pub](https://docs.google.com/document/d/1P5PANRe_1k34kFoOXby1ECFInKR1KAJ3A2kcUDE90-U/pub)

[acceso 31 de mayo de 2016]

## A.9. Red Ceibal e Internet

### A.9.1. Internet mundialmente según ITU-T

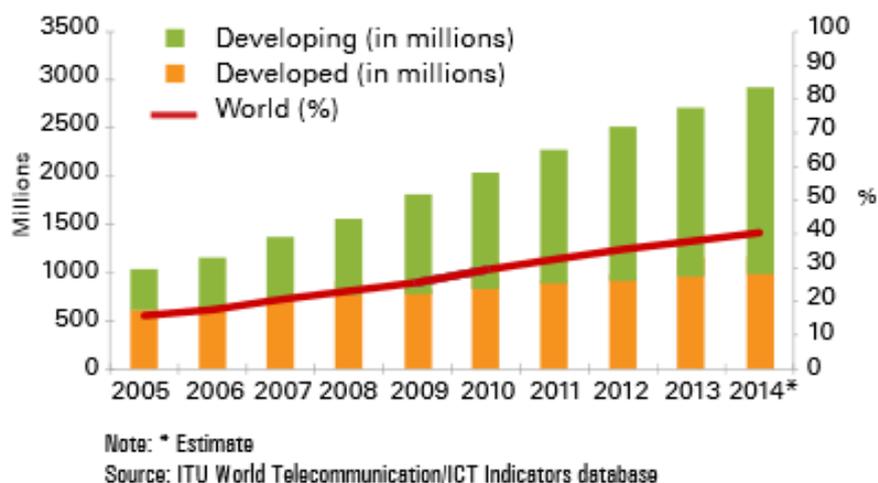


Figura A-5.. EVOLUCIÓN DEL TOTAL Y PORCENTAJE DE PERSONAS QUE ACCEDEN A INTERNET EN EL MUNDO.

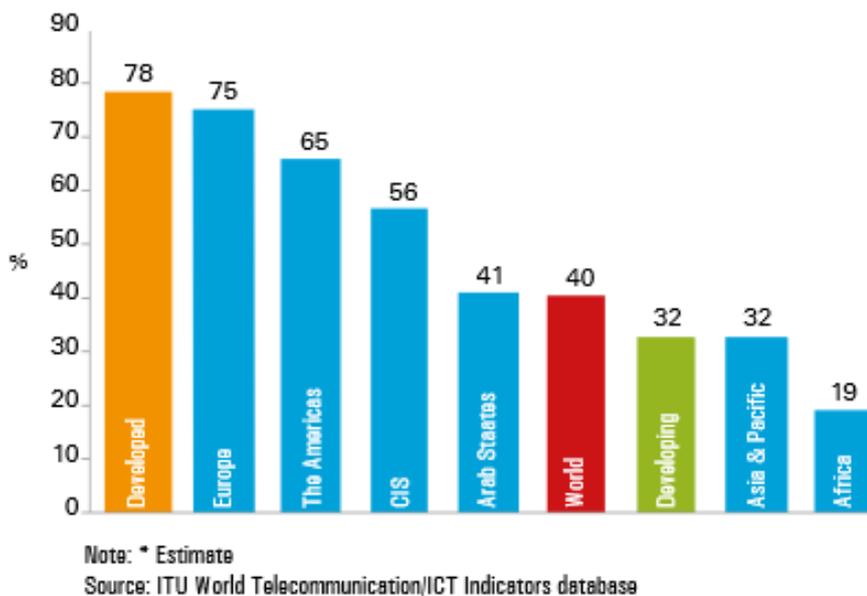
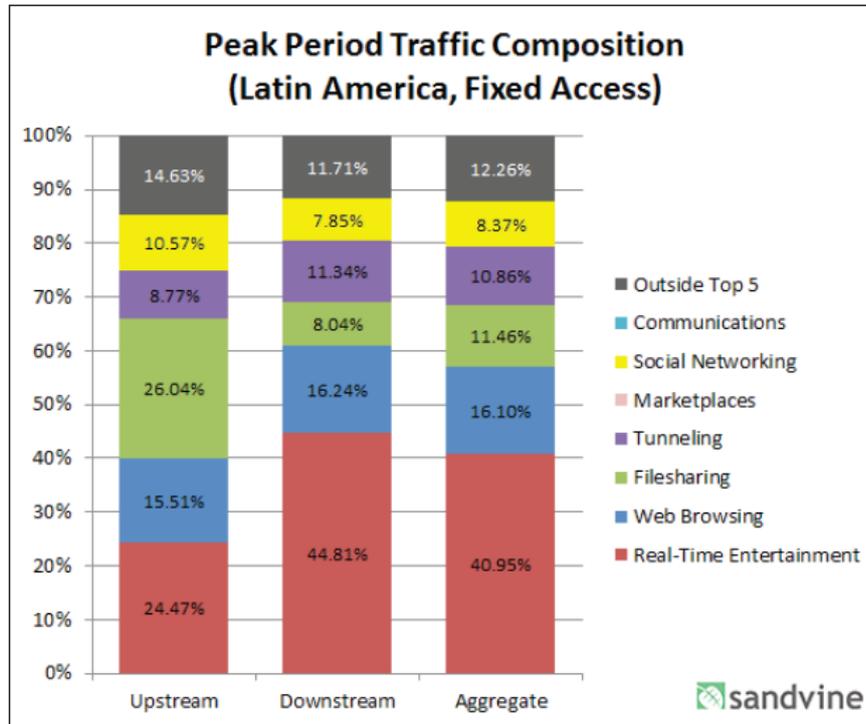


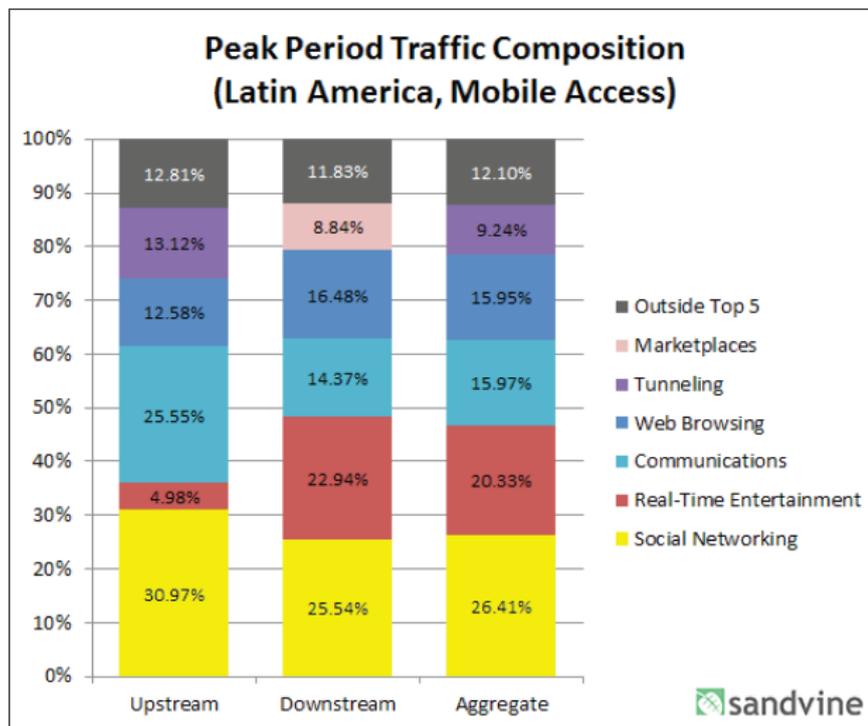
Figura A-6.. ACCESO A INTERNET POR REGIONES

### A.9.2. Drivers del Crecimiento de Internet mundialmente



**Figura A-7..** COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO DE CONEXIONES FIJAS EN PERÍODO PICO EN LATINOAMÉRICA SEGÚN SANDVINE, 2014

En **A-7** se observa cómo se distribuye el tráfico por categoría para las conexiones fijas. En **A-8** se observa cómo se distribuye el tráfico por categoría para las conexiones móviles.

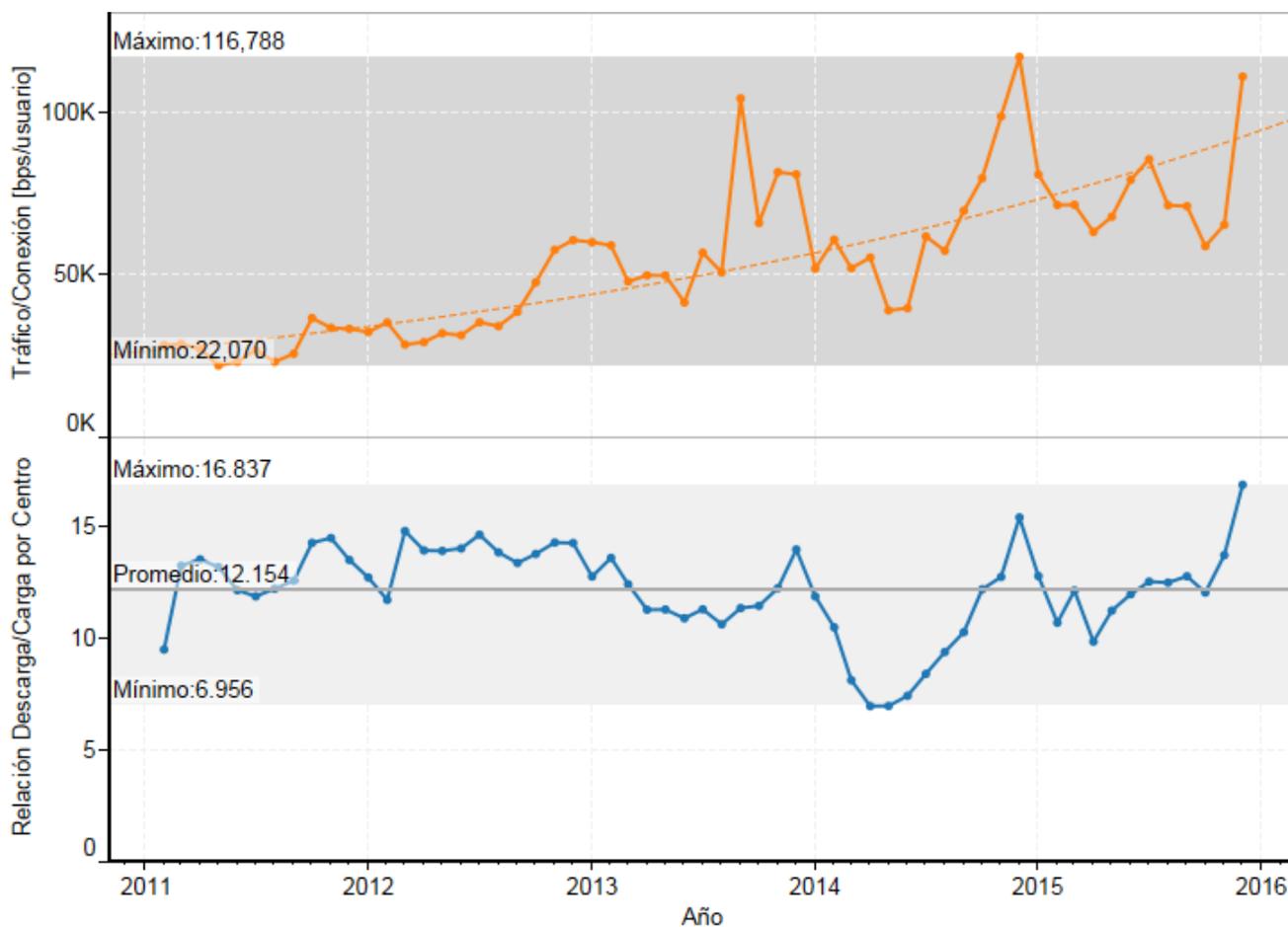


**Figura A-8..** COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO DE CONEXIONES MÓVILES EN PERÍODO PICO EN LATINOAMÉRICA SEGÚN SANDIVNE, 2014

### A.9.3. Línea de Tiempo ISOC

En la figura A-9 se observa la línea de tiempo realizada por ISOC para visualizar la evolución de Internet.





#### Nombre de medidas

- Relación Descarga/Carga Primaria
- Relación Tráfico/Conexión Primaria

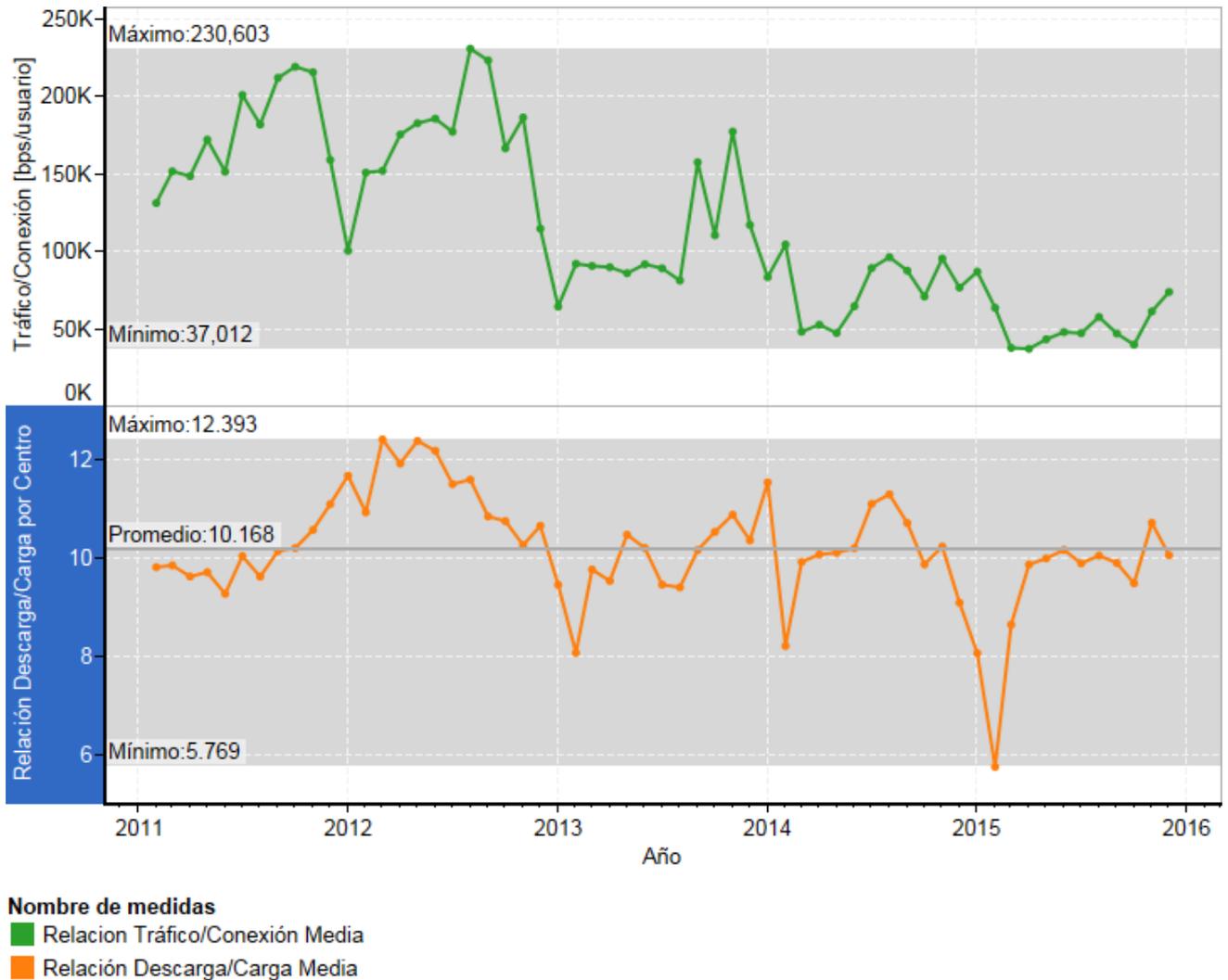
**Figura A-10.. SERIE ANUAL DE RELACIÓN TRÁFICO DESCARGA POR CONEXIÓN PROMEDIO Y TRÁFICO DE DESCARGA POR TRÁFICO DE CARGA EN CENTROS EDUCATIVOS URBANOS DE PRIMARIA. PERÍODO 2011-2015.**

### A.10.1. Relación Pico/Promedio y Descarga/Carga Primaria

En esta sección se mostrará la relación que guardan las medidas de pico con las de promedio con dos objetivos: conocer el dato de por sí y poder seguir trabajando luego con una de las dos medidas, en este caso la medida de promedio.

Se observa en **A-12** que tanto para la Carga como para la Descarga de la red, la relación Pico/Promedio obtiene un máximo en el mes de marzo. Para la Descarga toma el valor de 2.36 y para la Carga el valor de 2.21. Los mínimos están dados para la Descarga en 1.93 en el mes de Diciembre y para la Carga en 1.88 en el mes de Enero.

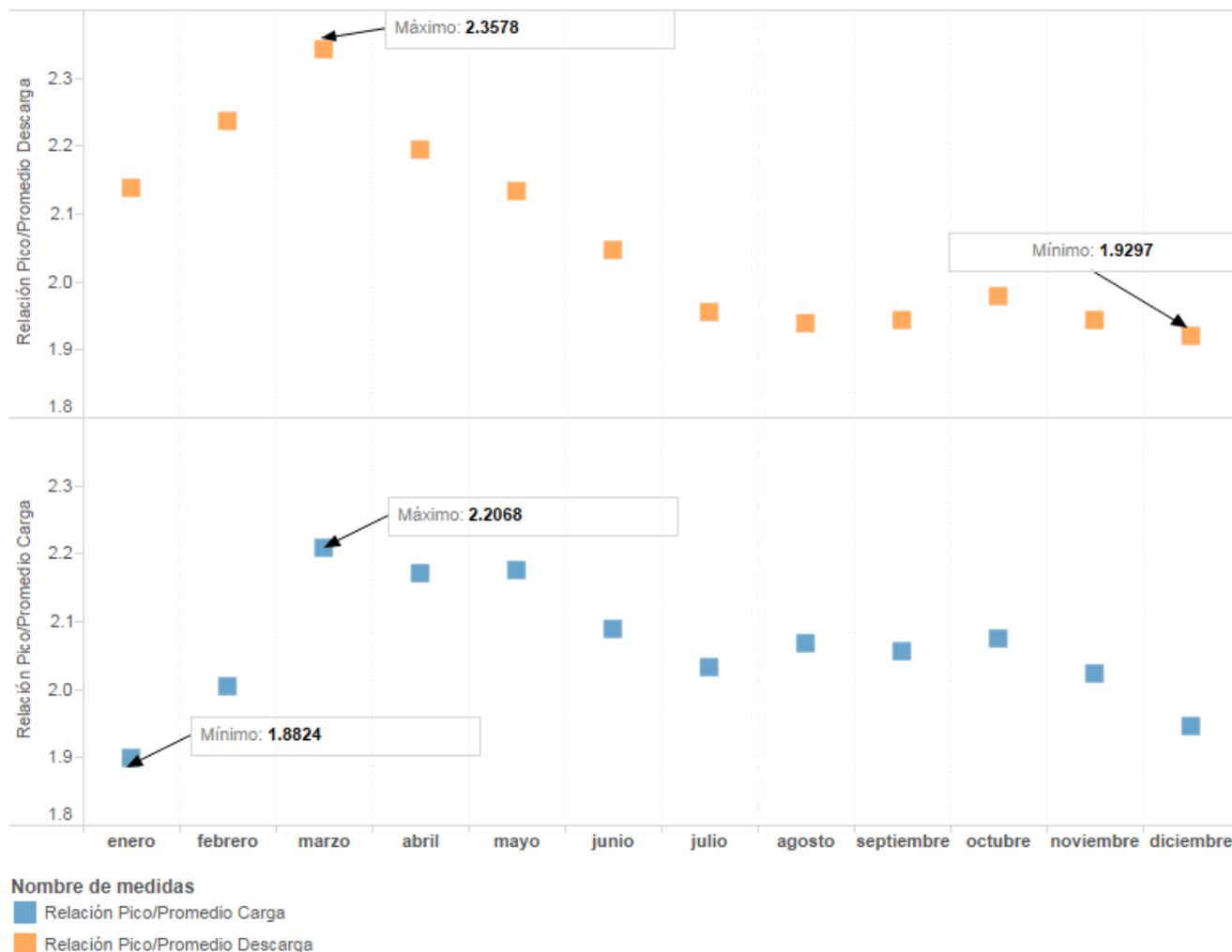
Por lo anterior podemos decir que tanto para la Carga como para la Descarga la relación Pi-



**Figura A-11.. SERIE ANUAL DE RELACIÓN TRÁFICO DESCARGA POR CONEXIÓN PROMEDIO Y TRÁFICO DE DESCARGA POR TRÁFICO DE CARGA EN CENTROS EDUCATIVOS URBANOS DE ENSEÑANZA MEDIA. PERÍODO 2011-2015.**

co/Promedio está acotada en un intervalo que va de entre 1.8 y 2.4 veces. Los máximos de esta relación se dan en marzo (coincidente con el comienzo de clases) y los mínimos se dan en los meses de diciembre y enero (coincidente con el receso de verano).

*En términos prácticos asumiremos una relación 2 a 1 entre el Pico y el Promedio de Cargas y Descargas en las medidas de Primaria, es decir del doble. A su vez, a partir de ahora se reportará los valores promedio de tráfico en vez de ambos.*



**Figura A-12.. EVOLUCIÓN PROMEDIO DE LA RELACIÓN ENTRE EL PICO Y EL PROMEDIO DE TRÁFICO EN ESCUELAS MES A MES.**

### A.10.2. Relación Pico/Promedio y Descarga/Carga Media

En la figura A-13 se puede observar que tanto para la Carga como para la Descarga de la red, la relación Pico/Promedio obtiene un máximo en el mes de marzo, coincidiendo con el comienzo de clases luego del largo receso de verano. Luego, esta relación va disminuyendo en promedio a lo largo de los meses hasta que en los últimos dos meses del año revierte esa tendencia y vuelve a crecer fuerte en Diciembre. La relación para la Descarga varía entre un mínimo de 2.2 y un máximo de 2.8. La relación para la Carga varía entre un mínimo de 1.7 y un máximo de 2.1. El mínimo de la relación en Descarga se da en el mes de octubre mientras que el mínimo de la relación para la carga se da en el mes de Enero.

Por lo anterior podemos decir que tanto para la Carga como para la Descarga la relación Pico/Promedio está acotada en un intervalo que va de entre 1.8 y 2.8 veces.

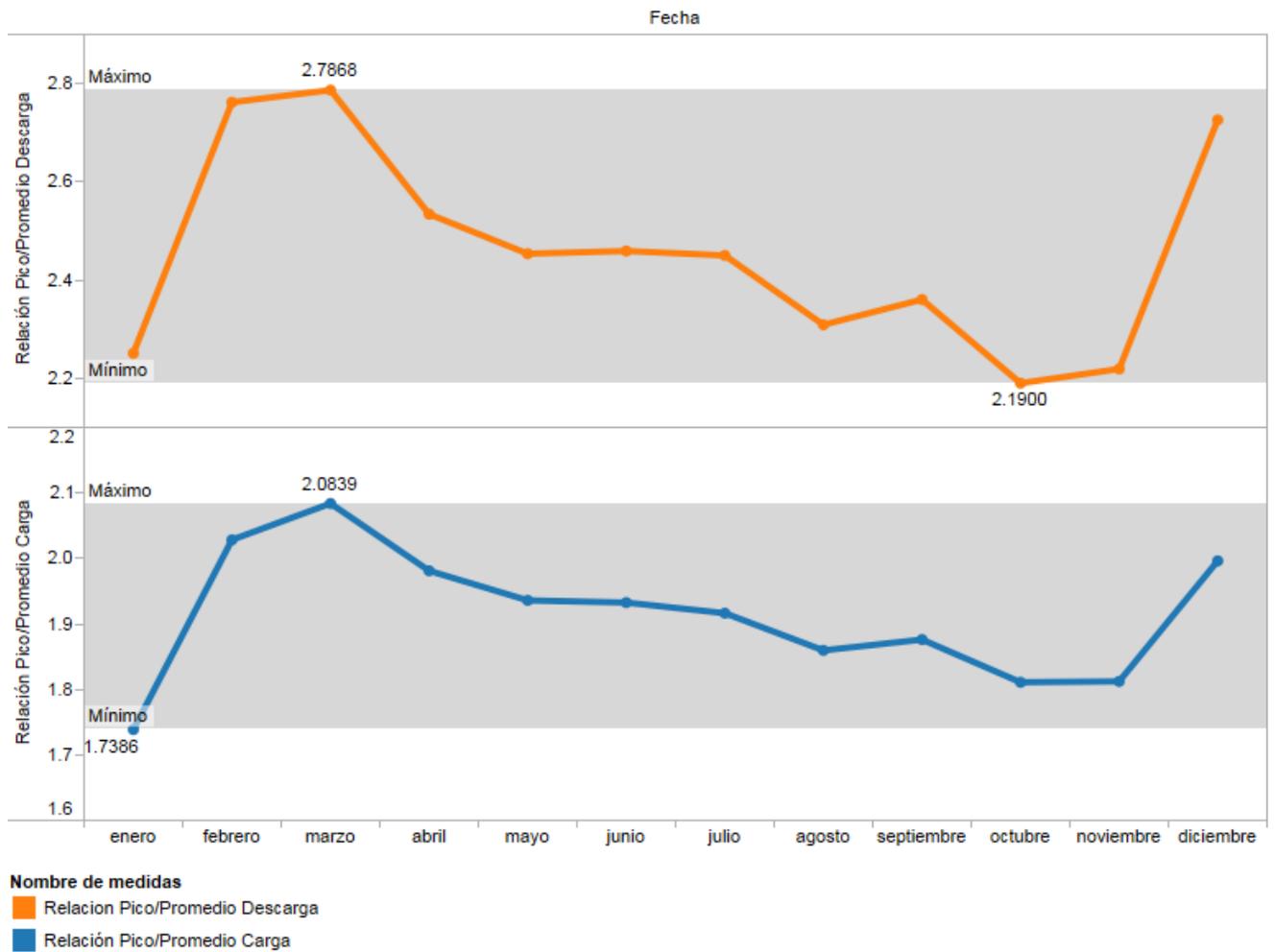


Figura A-13.. EVOLUCIÓN PROMEDIO DE LA RELACIÓN ENTRE EL PICO Y EL PROMEDIO DE TRÁFICO EN ENSEÑANZA MEDIA MES A MES PARA UN AÑO TÍPICO.

### A.10.3. Tabla de Capacidad vs Demanda de Descarga y Carga

### A.10.4. Comparación Tráfico y Conexiones Primaria y Media

Año	Sem.	Cap. Desc.(Mbps)	Descarga(Mbps)	Cap. Carga(Mbps)	Carga(Mbps)
2011	1	3.15	0.36	0.56	0.02
	2	3.97	0.60	0.85	0.04
2012	1	4.35	0.59	0.98	0.04
	2	5.16	0.89	1.27	0.06
2013	1	5.94	0.94	1.55	0.08
	2	6.72	1.51	1.83	0.12
2014	1	8.35	1.27	2.40	0.05
	2	9.93	2.33	2.96	0.20
2015	1	10.3	3.00	3.09	0.29
	2	10.5	4.11	3.16	0.35

**Tabla A-5.. CAPACIDAD DE CARGA Y DESCARGA Y CONSUMO DE CARGA Y DESCARGA GLOBAL. PROMEDIO DE PICOS DIARIOS POR LOCAL POR SEMESTRE**

## A.11. Tendencias de Internet según CISCO VNI 2013-2018

### Tráfico Global:

- El tráfico global anual de internet superará el umbral de 1 zettabyte (1000 exabytes) para 2016 <sup>3</sup>, llegando a los 91.3 exabytes al mes. En 2018 alcanzará los 1.6 Zettabytes anuales, es decir, 131.6 Exabytes por mes.
- El tráfico global de internet se incrementó en un factor de 5 en el período 2007-2012 y triplicará en el período 2013-2018. El tráfico global de internet crecerá a un promedio de 21 % interanual en el período 2013-2018.
- La hora más cargada de internet en el día está creciendo más rápido que el tráfico promedio de internet. La hora más cargada de internet crecerá en un factor de 3.4 % mientras que el tráfico promedio de internet se incrementará en un factor de 2.8 %. Esto equivale a 335 millones de personas viendo streaming de video en alta resolución.
- Las redes de distribución de contenido (CDN en inglés) <sup>4</sup> serán responsable de la mitad del tráfico de internet en el año 2018 partiendo de un 36 % en 2013.
- Para 2018 cerca del 57 % del tráfico se originará en dispositivos que no son PC (tablets, smartphones, tv's, máquina a máquina) partiendo de un 33 % en 2013.

<sup>3</sup>1 Exabyte equivale a 1000 Petabytes, 1 Petabyte equivale a 1000 Terabytes, 1 Terabyte equivale a 1000 Gigabytes, 1 Gigabyte equivale a poco más del tamaño de una película grabada en calidad estándar.

<sup>4</sup>Las CDN son redes de servidores distribuidas que brindan servicios de carga y descarga de distintos tipos de contenidos.

<b>Descarga/Usuario (bps)</b>	2011	2012	2013	2014	2015
Media	39,185	115,123	160,715	227,463	502,335
Primaria	78,509	183,999	321,438	451,462	909,814
<i>Media/Primaria (%)</i>	50	63	50	50	55
<b>Carga/Usuario (bps)</b>					
Media	3,837	10,344	15,862	23,001	54,905
Primaria	6,001	13,357	29,995	53,375	90,694
<i>Media/Primaria (%)</i>	0.64	0.77	0.53	0.43	0.61
<b>Promedio Conexiones por Antena</b>					
Media	103	167	294	303	656
Primaria	117	181	212	264	378
<i>Media/Primaria (%)</i>	87	92	139	114	173
<b>Relación Tráfico/Conexión (bps)</b>					
Media	514,131	424,657	227,991	120,695	63,007
Primaria	181,666	226,818	236,853	170,314	158,066
<i>Media/Primaria (%)</i>	283	187	96	71	40

**Tabla A-6..** EVOLUCIÓN DEL PROMEDIO DE TRÁFICO DE DESCARGA Y CONEXIONES SIMULTÁNEAS POR LOCAL Y POR ANTENA Y COMPARACIÓN ENTRE EDUCACIÓN PRIMARIA Y MEDIA, CENTROS URBANOS DE TODO EL PAÍS. SERIE 2011-2015.

- Para 2018 el tráfico inalámbrico y móvil serán de un 61 % superando ampliamente el tráfico cableado, de 39 %.
- El tráfico global de internet de 2018 equivaldrá a 64 veces el volumen de internet de 2005. Globalmente, Internet alcanzará 14 gigabytes (GB) per capita en 2018 de los 5 GB per capita en 2013.
- El número de dispositivos conectados a redes ip será el doble de la población mundial en 2018.
- Las velocidades de banda ancha se triplicarán prácticamente en 2018. La banda ancha fija alcanzará en promedio los 42 Mbps comparados con los 16 Mbps de 2013.

### Tendencias de Video

- El tráfico de video de internet (video a demanda, TV por internet) será el 79 %, partiendo de un 66 % en 2013, sin incluir el intercambio de video a través de peer-to-peer. Incluyendo este tipo de tráfico de video el porcentaje se situará entre el 80 % y el 90 % del tráfico mundial.
- El tráfico de TV por internet se cuatuplicará en el período 2013-2018 pasando de un 11 % en 2013 a un 14 en 2018 del tráfico global.
- El tráfico de video a demanda de usuarios finales se duplicará en 2018 representando un 67 % de todo el tráfico de internet versus un 53 % de 2013.

### **Tráfico móvil**

Se incorpora datos obtenidos en la actualización de tráfico móvil del VNI para el período 2014-2019 [126].

- El número de dispositivos móviles conectados a internet superaron la población mundial en 2014.
- En 2014 el tráfico global móvil se incrementó en 69 %.
- El tráfico global móvil se habrá incrementado en un factor de 11 entre 2013- y 2018.
- El tráfico global móvil habrá crecido tres veces más rápido que el tráfico ip fijo durante 2013-2018. Pasará de representar un 3 % del tráfico global en 2013 a un 12 % del tráfico total en 2018.

### **Tendencias regionales**

- El tráfico crece más rápido en Medio Oriente y Africa seguido de la zona de Asia en el Pacífico.
- El crecimiento anual de Medio Oriente y Africa será de un 38 % entre 2013 y 2018.
- El crecimiento anual en América Latina será del 21 %.
- El crecimiento anual en Norte América será del 20 %.
- El crecimiento anual en Europa Occidental será de 18 %.
- El crecimiento anual en Europa Oriental será de 23 %.

## A.12. Arquitectura de Red Ceibal

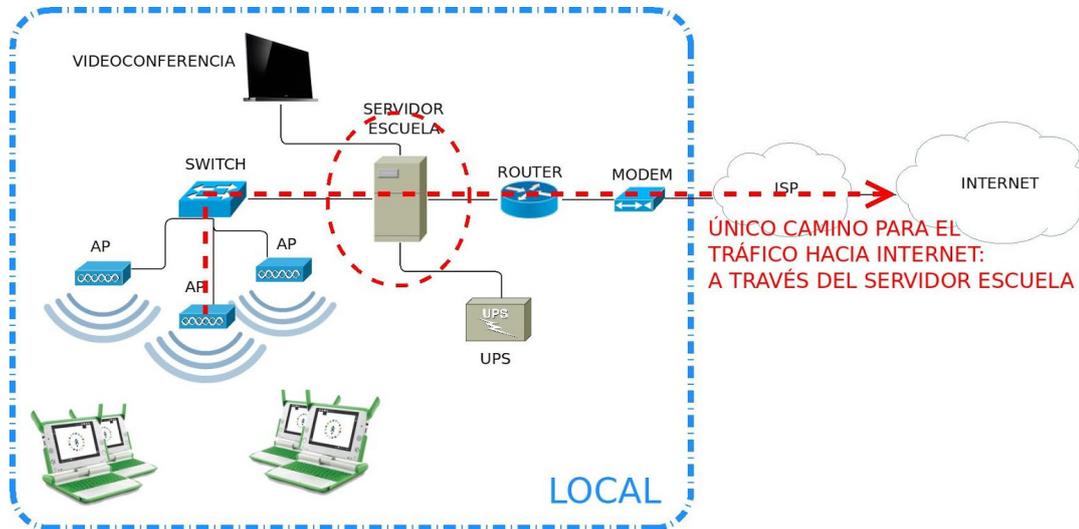


Figura A-14.. ARQUITECTURA DE RED CEIBAL ORIGINAL

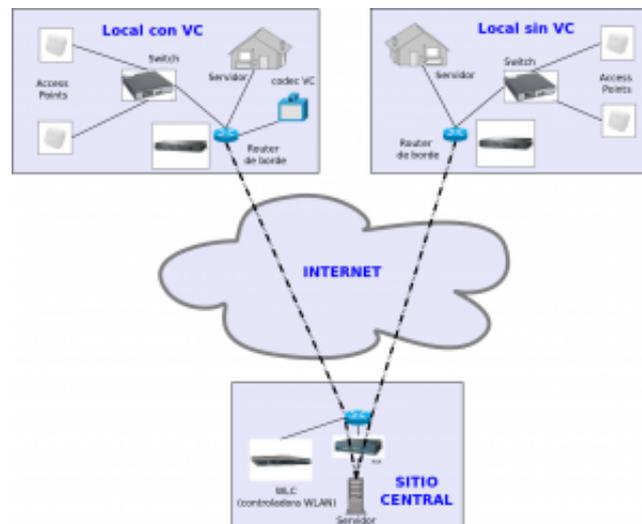


Figura A-15.. ARQUITECTURA DE RED CEIBAL ACTUAL DENOMINADA *Alta Performance*

## A.13. Formulación Original del Plan de Trabajo

Para establecer el plan de trabajo se ha utilizado herramientas de Gestión de Proyectos basadas en la metodología PMP [127].

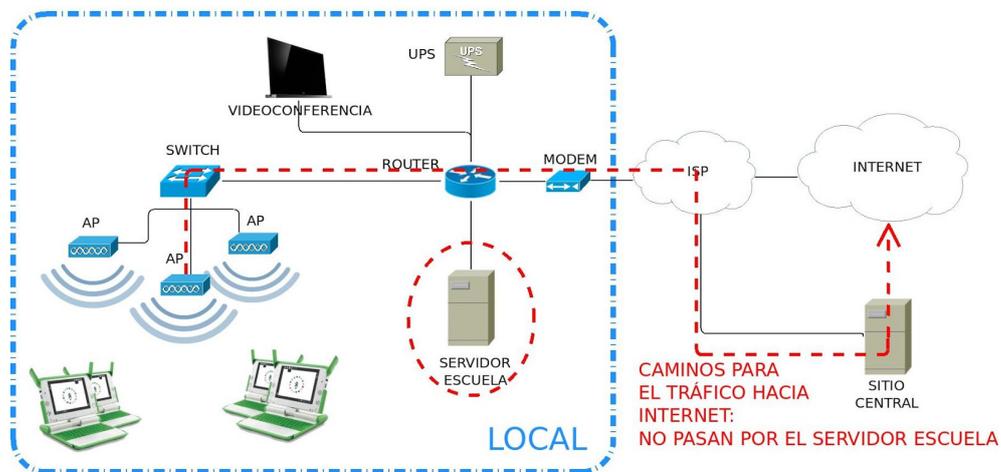


Figura A-16.. ARQUITECTURA DE RED CEIBAL DENOMINADA *Alta Disponibilidad*

### A.13.1. EDT

Lo primero que se hizo fue el análisis de paquetes de tareas utilizando la herramienta gráfica EDT (Estructura de Desglose de Trabajo) conocida también por su sigla en inglés WBS (Work Breakdown structure) A-17.

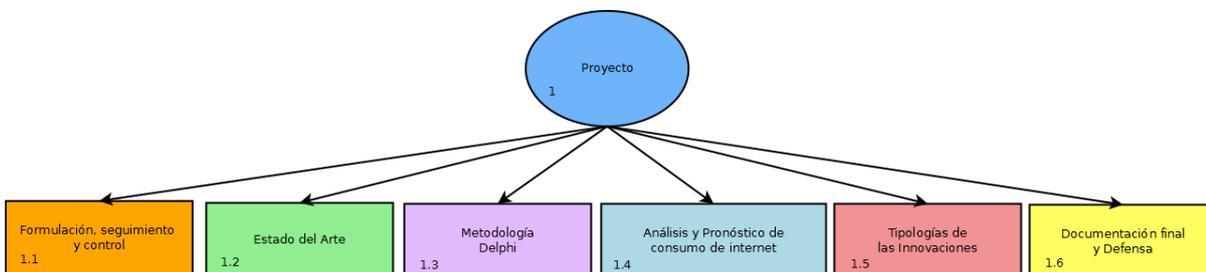


Figura A-17.. PAQUETES DE TRABAJO EN LA EDT

Cada uno de los bloques o rectángulos de la EDT es una tarea principal que tiene un entregable asociado. Así, los paquetes de tareas 1.1 y 1.2 conforman el entregable asociado a la Pretesis. Los paquetes 1.3, 1.4 y 1.5 conforman los entregables asociados a los tres objetivos específicos del proyecto de investigación y el paquete de trabajo 1.6 es el entregable asociado a la documentación de la investigación y defensa de la tesis.

Una vez que se conoce globalmente qué es lo que hay que hacer para alcanzar el objetivo del proyecto comienza el análisis de más bajo nivel del cómo. Para cada paquete de trabajo del EDT se hace un análisis similar de tareas que lo conforman.

### A.13.2. Cronograma

Ya con el EDT conformado se establece una lógica de tiempos y precedencias para las distintas tareas de alto y bajo nivel.

Todo este análisis se coloca en un diagrama de Gantt el cual permitirá establecer la línea de base del proyecto y seguir sus posibles desviaciones.

En la siguiente figura se visualiza un resumen del Diagrama de Gantt para las tareas principales y una línea esquemática del tiempo con las fechas e hitos principales.

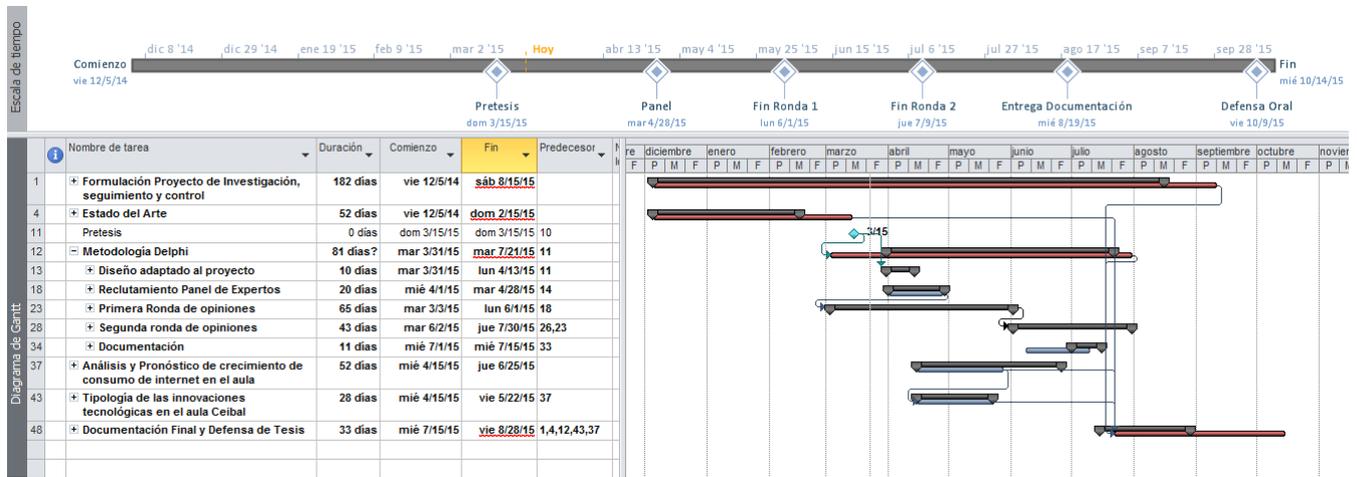


Figura A-18.. DIAGRAMA DE GANTT

### A.13.3. Camino Crítico

Para el presente proyecto el camino crítico, es decir aquel que determina las tareas de mayor duración para poder completar el proyecto está dado por el paquete de tareas asociado a la Metodología Delphi. Dada esta realidad, en la sección de análisis de riesgos se definirá mecanismos para gestionar los riesgos asociados al cumplimiento de las tareas de forma de minimizar riesgos de no cumplimiento de las mismas.

### A.13.4. Supuestos y Restricciones Originales

A continuación se listan los principales supuestos del proyecto:

## Supuestos

### ■ Pretesis

1. La pretesis es aprobada en plazo y el tutor se define a tiempo
2. El estado del arte es alcanzable a través de internet y demás repositorios y buscadores públicos) y las bibliotecas nacionales

### ■ Metodología Delphi

1. Se consiguen los expertos en tiempo y forma tanto para implementación de metodología Delphi como los referentes de Proyectos para la clasificación en tipologías de innovación
2. Los expertos cumplen en tiempo y forma con la participación en las rondas
3. La curva de aprendizaje de la metodología Delphi no retrasa el diseño e implementación de la misma
4. Los plazos son adecuados para el diseño e implementación de la metodología Delphi

### ■ Análisis de ancho de Banda:

1. Los datos de los servidores están disponibles para los últimos cuatro años
2. El trabajo con colaboradores de Plan Ceibal se podrá llevar a cabo en tiempo y forma

## Restricciones

### ■ Temporales:

- Duración máxima del proyecto de 10 meses.
- Dedicación mínima semanal: 10 horas.
- Dedicación máxima semanal 20 horas.

### ■ Presupuestales: No se cuenta con presupuesto para compra de bibliografía u otros materiales documentales que puedan llegar a precisarse

### ■ Recursos Humanos: El proyecto se ejecutará íntegramente por su autor, con el apoyo que corresponda en la discusión metodológica y en la revisión documental por parte del tutor de la tesis, así como el apoyo puntual en las tareas de campo que requieran diseño de muestras y colecta de datos en los sistemas informáticos de Plan Ceibal.

### ■ Propiedad Intelectual: La documentación del proyecto y de la Tesis serán de libre acceso, distribución y copia, debiendo citar la autoría de las obras de la forma que se establezca en el documento final de Tesis.

## A.13.5. Análisis de Riesgos

A continuación se muestra el resultado del análisis de los riesgos del proyecto. Aquellos cuyo status sea activo serán los que se monitorearán para minimizarlos y eventualmente tomar acciones correctivas si ocurren. Los que tienen status inactivo son aquellos cuyos costos se asumen y eventualmente

se tomarán medidas correctivas.

Riesgo	Status	Probabilidad	Impacto	Ocurrencia del impacto	Efecto en el proyecto	Acciones para reducir el Riesgo	Acciones si ocurre
No conseguir panel de expertos en tiempo y forma	ACTIVO	Muy probable	Extremo	0.7	Retrasar el proyecto	1- Conseguir lista tentativa a tiempo con suplentes. 2- Respaldo de Plan Ceibal para conseguir respuestas.	Redefinir tamaño del Panel en función del grado de expertise de quienes aceptan y de lo aceptable por la metodología
El compromiso de participantes del panel decae o existen factores imprevistos que truncan la participación de algunos participantes.	ACTIVO	Probable	Alto	0.35	No completar la metodología	1- Establecer reglas y plazos claros de aplicación de la metodología 2- Dar feedback preciso sobre el avance de la metodología y sobre los resultados intermedios.	Considerar un número de panelistas suficiente que permita la "deserción" de algunos participantes por desmotivación u otros factores.
Costo de curva de aprendizaje para implementar metodología Delphi adaptada	ACTIVO	Moderado	Extremo	0.3	El servicio previsto no se puede entregar de forma óptima.	1- Acudir a referentes y expertos que han hecho uso de la metodología para obtener atajos en el aprendizaje y en la adaptación.	Rediseñar simplificando metodología
Atraso global en las distintas tareas	ACTIVO	Probable	Alto	0.35	No cumplimiento de fechas	1-Incorporar buffer global del proyecto 2- Incorporar rutinas semanales de seguimiento de tareas y plazos.	Utilizar buffer global
Datos de servidores no disponibles	INACTIVO	Poco probable	Alto	0.07	No cumplir con objetivo específico 2	1- Asegurarse la redundancia de datos en la colecta de los mismos.	Replanificar alcance
Apoyo de áreas operativas de Ceibal para diseño de muestras y recolección de datos.	INACTIVO	Poco probable	Medio	0.05	No cumplir con objetivo específico 2	1- Comprometer desde el comienzo a los responsables de las áreas involucradas	Replantear el tema con las personas involucradas
Se precisa adquirir bibliografía u otro material documental abonando dinero	INACTIVO	Probable	Bajo	0.05	Es incompleta la revisión bibliográfica	1- Asegurarse de que los materiales estén accesibles en manejadores bibliográficos de acceso público (Timbó) o en las bibliotecas nacionales.	Solicitar adquisición a Plan Ceibal
No aprobación de Pretesis a tiempo	INACTIVO	Poco probable	Bajo	0.01	Retraso comienzo implementación	1- Trabajar en la formulación durante Enero.	Consumir buffer global.

Figura A-19.. MATRIZ DE RIESGOS