



EL ÍNDICE EME

Un modo de evaluar robots y computadoras
para educación infantil

Martín Ignacio Torres



Editorial CEA ▶ Colección Tesis



cea-sociales
centro de estudios
avanzados



Universidad
Nacional
de Córdoba

El Índice EME: un modo de evaluar robots y computadoras para educación infantil

Martín Ignacio Torres



Universidad
Nacional
de Córdoba

Colección Tesis

El Índice EME: un modo de evaluar robots y computadoras para educación infantil

Maestría en Tecnología, Políticas y Culturas

Martín Ignacio Torres

Universidad Nacional de Córdoba

Rector: Mgter. Jhon Boretto

Decana de Facultad de Ciencias Sociales: Mgter. María Inés Peralta

Editorial del Centro de Estudios Avanzados

Centro de Estudios Avanzados, Facultad de Ciencias Sociales,
Av. Vélez Sarsfield 153, 5000, Córdoba, Argentina

Director: Marcelo Casarin

Coordinación Ejecutiva: Alicia Servetto

Coordinación Editorial: Mariú Biain

Comité Académico de la Editorial

Magdalena Doyle

Vanessa Garbero

Bruno Ribotta

Darío Sandrone

Coordinadora Académica del CEA-FCS: Alejandra Martin

Coordinadora de Investigación del CEA-FCS: Marcela Rosales

Asesora externa: María Teresa Dalmasso

Cuidado de edición: Mariú Biain

Diagramación de Colección: Lorena Díaz

Diagramación de este libro: Silvia Pérez

Responsable de contenido web: Diego Solís

© Centro de Estudios Avanzados, 2023

Torres, Martín Ignacio

El Índice EME: un modo de evaluar robots y computadoras para educación infantil / Martín Ignacio Torres. - 1a ed. - Córdoba: Centro de Estudios Avanzados, 2023.

Libro digital, PDF - (Tesis)

Archivo Digital: descarga

ISBN 978-987-48708-6-5

1. Inteligencia Artificial. 2. Educación Inicial. 3. Computación. I. Título.

CDD 372.2102



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5. Argentina

Reconocimientos

A Darío Sandrone, por un acompañamiento profundo y una gentileza que exceden largamente este trabajo.

A Carlos Marpegán, por su escucha atenta y sus enseñanzas sobre la Educación Tecnológica.

A Gaby, compañera de vida, de lucha y de sueños, por todo el apoyo y, en particular, por ofrecerle a mi torpe entendimiento un poco de la magia de la educación inicial.

A Serena y Milo, por soportar no pocas postergaciones y redefiniciones –incluso en este momento de finalizar el trabajo– sin dejar jamás de ofrecer abrazos, sonrisas... y fútbol.

A Fausto y Tita, por el respaldo infinito.

A Loló, Muschy, Poli y Helena, por la perenne confianza.

A Matías Bordone Carranza, por abrirme la puerta al mundo del Software Libre y vincularme a los aportes de Librebase y también a Lucas, Cristian Rojo, Ricardo Medel y Emanuel Berdichevsky de cyber-cirujas a quienes extiendo mi reconocimiento.

A Valentín Basel, por permitirme descubrir el hardware libre.

A Juan Carrique, por su robótica empoderadora.

A Gabriela Vacchiani, micelia de origen, por los intercambios que vinieron y por los que vendrán.

A Jorge Lorenzo, por permitirme pensar lo pedagógico-técnico en equipo.

A Sebastián Torrez, por la ayuda inestimable para proyectar posibles continuidades de investigación.

A Mercedes Mayol Lasalle, por acercarme a World Omep y al ‘partido de los niños’.

A Carola Rodríguez, por sus enseñanzas y su diálogo incondicional.

A Anahí Ré, Agustín Berti, Javier Blanco y todo el equipo de la Maestría en Tecnología, Políticas y Culturas, por permitirme ser parte de un proyecto extraordinario.

A Lucas Tello, José Bene y Horacio Felauto por resignificar mi amor por la técnica y por las charlas en el taller de la escuela.

A mis compas de los distintos seminarios de la Especialización en Tecnologías Digitales y Educación, por las buenas vibras.

Al cable submarino y a internet, al tendido eléctrico, al módem y al router, a la portátil (con su cargador), al SO Linux Mint, al Drive, al cuartito de la compu, a las dos o tres sillas, el tablón y la mesa de uso continuo, a los PDF, a los libros y a la biblioteca que los aloja, al celular y a las redes sociales, a los buscadores de internet, al hipertexto, al software y al hardware libres, al auto y a la bici, el inflador, los parches, la llave combinada y el casco para el combate cotidiano, al roble del patio que me ayuda a pensar, al mate, a la escuela técnica y a la universidad pública.

Y a través de todas y cada una de estas presencias, a esa vasta red que, con unos nodos más abiertos y otros forzados fatalmente en sus diseños, me permitió apoyarme y enredarme para llevar adelante un viaje que me ha marcado para siempre.

*(...) Mientras el niño más haya visto, escuchado y vivido;
mientras más conozca, asimile y mayor cantidad de elementos
de la realidad tenga en su experiencia, más importante y productiva,
será la actividad de su imaginación, en otras condiciones.*
Lev S. Vygotsky (*Imaginación e invención en la edad infantil*, 2012)

Índice

| | |
|---|----|
| Introducción | 13 |
| Capítulo 1. Tres momentos históricos en la utilización de computadoras en los sistemas educativos. Una breve reconstrucción | 19 |
| 1.1. Décadas de 1960-1970: el inicio | 21 |
| 1.1.1. <i>Contexto</i> | 21 |
| 1.1.2. <i>Papert y el Logo</i> | 22 |
| 1.1.3. <i>“Logos-interrupto”: algunas explicaciones</i> | 26 |
| 1.2. Finales de los 80: el auge de las TIC | 29 |
| 1.2.1. <i>Contexto</i> | 30 |
| 1.2.2. <i>Unesco y la esperanza TIC</i> | 31 |
| 1.2.3. <i>La iniciativa One Laptop Per Child (OLPC)</i> | 35 |
| 1.3. 2010 en adelante: TIC y pensamiento computacional | 37 |
| 1.3.1. <i>Contexto</i> | 38 |
| 1.3.2. <i>Implementaciones</i> | 39 |
| 1.4. A modo de cierre | 40 |
| Capítulo 2. Definiciones teórico-conceptuales relevantes durante los tres momentos de implementación de computadoras en los sistemas educativos | 41 |
| 2.1. Papert, la computadora y el construccionismo | 41 |
| 2.1.1. <i>Piaget, construccionismo y culturas computacionales</i> | 42 |
| 2.1.2. <i>Matemafobia, matemalandia y matética</i> | 47 |
| 2.1.3. <i>Microcosmos</i> | 51 |
| 2.1.4. <i>Referencia a la inteligencia artificial</i> | 52 |
| 2.2. TIC, escuela y sociedad del conocimiento | 54 |
| 2.2.1. <i>Los planteos del Congreso de Unesco - París 1989</i> | 55 |
| 2.2.2. <i>II Congreso de Educación e Informática de Unesco - Moscú, 1996</i> | 57 |
| 2.2.3. <i>Los pilares de OLPC</i> | 60 |
| | 11 |

| | |
|--|-----|
| 2.3. Cuarta Revolución Industrial y pensamiento computacional | 62 |
| 2.3.1. <i>Wing y el pensamiento computacional</i> | 63 |
| 2.3.2. <i>Ciencias de la computación, robótica e inteligencia artificial según Unesco</i> | 65 |
| 2.4. A modo de cierre | 69 |
| Capítulo 3. Aportes de la sociología de la tecnología, la filosofía de la técnica y el software libre | 77 |
| 3.1. Hardware y software, características relevantes | 78 |
| 3.1.1. <i>Robots</i> | 79 |
| 3.1.2. <i>Entornos de programación</i> | 81 |
| 3.1.3. <i>Tabletas</i> | 82 |
| 3.1.4. <i>Resumen</i> | 83 |
| 3.2. Bajo las lentes de la sociología de la tecnología, la filosofía de la técnica y el software libre | 85 |
| 3.2.1. <i>Paralaje determinista y heterocromía pedagógico-técnica</i> | 86 |
| 3.2.2. <i>Alargascencia, universalidad y comprensibilidad</i> | 91 |
| 3.3. Índice EME: un aporte a la valoración del diseño | 96 |
| 3.4. A modo de cierre | 101 |
| Capítulo 4. Análisis de la experiencia en Argentina | 105 |
| 4.1. Informática y educación en el país: momentos e hitos | 106 |
| 4.1.1. <i>Seminario subregional Buenos Aires, 1988</i> | 106 |
| 4.1.2. <i>Década de 1990, TIC y ofimática</i> | 112 |
| 4.1.3. <i>El nuevo siglo: portal Educ.ar y Orientaciones del IIPE</i> | 117 |
| 4.1.4. <i>Conectar Igualdad, Primaria digital y Program.AR</i> | 123 |
| 4.2. El Plan Aprender Conectados | 134 |
| Observaciones I | 136 |
| Observaciones II | 141 |
| 4.3. Nivel Inicial en Argentina: particularidades (breve puntualización) | 143 |
| Observaciones | 145 |
| 4.4. A modo de cierre | 146 |
| Consideraciones finales | 151 |
| Bibliografía | 157 |

Introducción¹

(...) Porque no es sólo operando y mirando una computadora que entiendo la razón de la computadora.
Paulo Freire a Seymour Papert (1995)².

Con este apartado se da comienzo a esta investigación, en la que se plasma el proceso de indagación respecto a los presupuestos teóricos –explícitos o subyacentes– sobre el diseño de hardware y software propuesto y distribuido en las escuelas públicas de educación inicial para la enseñanza de programación y robótica, y en los condicionamientos que este aspecto puede implicar para el logro de los objetivos de formación integral, en los que se enmarcan las iniciativas en curso a nivel global y local.

El interés sobre la temática descansa en la promoción de la integración de las comunidades educativas a la cultura digital y la sociedad del futuro, adquiriendo conocimientos y para una valoración crítica de las tecnologías de la información y la comunicación. Asimismo, ha crecido el reconocimiento sobre la importancia de que dicho proceso se inicie en edades tempranas, por lo que las actuales iniciativas desplegadas en diversas partes del mundo, al tiempo que en nuestro país, expanden sus alcances a los jardines de infantes. En nuestro país, esta política se materializó a nivel nacional con el lanzamiento del Plan Aprender Conectados (PAC).

Sin embargo, en estas propuestas de enseñanza no se aprecia un análisis crítico del hardware y el software que se propone insertar. Tal

¹ Para su publicación, la tesis debió recortarse en sus apéndices. Para verlos en su versión completa, puede visitar el siguiente enlace <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>

² Encuentro patrocinado por Pontificia Universidade Católica, la Universidad Católica de São Paulo y el programa de televisión Afternoon Journal.

inconsistencia no contribuye a generar condiciones de aprendizaje significativas, que permitan superar perspectivas instrumentalistas y cimentar procesos de cambio cultural en clave emancipatoria. Por ello, la hipótesis de este trabajo señala que la carencia de un análisis crítico del hardware y software distribuido en las iniciativas de otros países, así como por el programa Aprender Conectados, al menos para la primera infancia, limita los procesos reales de apropiación crítica de conocimientos, prácticas y usos de programación y robótica por parte de docentes y estudiantes, así como de las comunidades en que interactúan las escuelas de educación inicial.

En términos generales, este proyecto apuesta a desarrollar un aparato conceptual a través del cual se puedan valorar adecuadamente los modos de articulación del hardware y software utilizados en proyectos de enseñanza de programación y robótica para la primera infancia de Argentina, con vista a una apropiación crítica de conocimientos y usos de esas tecnologías por parte de docentes y estudiantes.

Más específicamente, se pone el foco en identificar las conceptualizaciones específicas sobre hardware y software que hacen parte de los distintos documentos y publicaciones internacionales que orientaron las diferentes iniciativas educativas. Desde sus inicios con el constructivismo de Papert, pasando por Unesco y la iniciativa OLPC hasta la actualidad, con Wing y el pensamiento computacional. Cada una de ellas fue contrastada con los aportes de la sociología de la tecnología, la filosofía de la técnica y el software libre. Esta operación se orientó a establecer nuevos conceptos y/o categorías que contribuyan a un análisis más completo de estas tecnologías, para la estructuración de proyectos de apropiación crítica de conocimientos y usos de hardware y software para enseñanza y aprendizaje de robótica y programación en la educación inicial. Los hallazgos emergentes de este proceso se pusieron en juego en la revisión de la experiencia argentina, buscando continuidades, particularidades, vacíos e inconsistencias. La amplitud y heterogeneidad de los campos implicados tuvo su correlato en la concurrencia de una importante cantidad de información, parte de la cual se ha compilado en los apéndices que acompañan esta obra buscando despejar el texto principal al tiempo que habilitar posibles ampliaciones en su lectura.

Lamentablemente, la pandemia de Covid-19 impidió la puesta en marcha de la implementación concreta de algunas iniciativas para la primera infancia desarrolladas en conjunto con OMEP (Organización

Mundial de Educación Preescolar), con la cual se espera retomar los trabajos comunes próximamente.

Las características interdisciplinarias del estudio, así como de sus objetivos específicos, demandaron un abordaje conjunto y no puramente secuencial. Para ello, se combinaron la sistematización teórica y conceptual de bibliografía a partir de núcleos problemáticos; la lectura y análisis crítico de la bibliografía estipulada y de la que fue emergiendo del propio proceso de búsqueda y reflexión; y un análisis teórico-conceptual y contrastivo de toda la información sistematizada y organizada, a fin de poner a prueba categorías y la propia hipótesis de trabajo. Todo el trayecto permitió vislumbrar inconsistencias y vacancias, al tiempo que construir conceptos y posibles propuestas para su atención/superación.

Se define una organización en cuatro capítulos y un apartado de Consideraciones finales, complementada con una serie de Apéndices anexos en los que se colocó información ampliatoria y complementaria recabada a lo largo de la investigación, los que, como dijimos en la primera nota al pie, por su extensión debieron quitarse a los fines de la publicación, pero pueden consultarse en el link que figura en dicha nota.

El Capítulo 1 define la existencia de tres momentos en la utilización de computadoras en los sistemas educativos y ofrece una breve reconstrucción histórica de los mismos. Allí se recorre el Logo y los inicios de la programación en las escuelas primarias, posteriormente abandonada y reemplazada por el paradigma TIC expandido y consolidado por el auge de internet y, finalmente, el tercer momento que, sin abandonar el enfoque TIC, retoma la enseñanza de la programación y la robótica en las escuelas, incluyendo propuestas para edades tempranas. En cada caso, se describe la vinculación al contexto socio-histórico-cultural y pedagógico, así como a los desarrollos de las tecnologías en general y las informáticas en particular, tanto a nivel de los programas como de los equipos y redes de conexión.

El Capítulo 2 aborda las definiciones teórico-conceptuales relevantes durante los tres momentos definidos en el anterior. Desde el construccionismo de Papert hasta el pensamiento computacional de Wing, pasando por las contribuciones Unesco sobre TIC y educación, ciencias de la computación, robótica e inteligencia artificial y las de la iniciativa OLPC.

El Capítulo 3 constituye un núcleo central de la investigación y presenta los aportes de la sociología de la tecnología, la filosofía de la técnica

y el software libre. En él se ponen en juego los aportes de Feenberg, Simondon, Quintanilla, Sandrone y Lawler y Bijker y Pinch, así como las definiciones principales del movimiento de software libre, sus cuatro libertades y la expresión de las mismas en el diseño de hardware libre. Como resultado de este análisis interdisciplinario, se elaboran y proponen dos conceptos para el análisis de software y hardware de uso en educación de la primera infancia (paralaje determinista y heterocromía pedagógico-técnica) y uno para la evaluación de estos artefactos ciberfísicos (Índice EME), que apunta a una respuesta más adecuada e integral a la hora de diseñar propuestas de enseñanza sobre y con estas tecnologías.

Finalmente, el Capítulo 4 se enfoca en el análisis de la experiencia realizada en Argentina. El recorrido se inicia con el Seminario Subregional de Buenos Aires (1988). Continúa recuperando iniciativas de la década de 1990 (Prodymes II, Redes) y abordando, ya en el presente siglo, la creación del portal Educ.ar y las orientaciones del IIPE (2006). Posteriormente, se detiene en el Programa Conectar Igualdad (PCI, 2010) y las iniciativas Primaria Digital (2012) y Program.AR (2013). Finalmente, toma el Plan Aprender Conectados (PAC, 2018). No son las únicas propuestas y, como se indica al comienzo de este estudio, estamos viviendo el momento de expansión de las mismas. Complementariamente, se puntualizan particularidades del Nivel Inicial en Argentina, para distinguir posibles particularidades relevantes a la hora de diseñar e implementar estas propuestas en nuestro sistema educativo.

Desde el punto de vista metodológico, tomando en cuenta la existencia de una enorme producción académica sobre la temática (aunque no específicamente vinculada a la primera infancia), se ha definido la revisión y estudio de aquellas publicaciones consideradas referenciales para la caracterización, orientación e implementación de los diferentes momentos. Ello se expresa en la selección de Papert, Unesco, la iniciativa OLPC y Wing. A lo largo de la investigación, la recurrente vinculación a estas referencias en iniciativas, estudios y publicaciones posteriores ha confirmado la validez de dicha selección.

Se ha intentado, de esta manera, atender las tres cuestiones indicadas al inicio, sin atentar contra la estructura de la investigación ni, lo que es más importante, sus definiciones, hallazgos, aportes e interrogantes.

Resta agregar que ha significado una experiencia personal inédita y profundamente movilizante, con abundantes contribuciones y apren-

dizajes, que refuerzan el interés por este campo de estudio. A todas las comunidades, personas y organizaciones interesadas en esta temática, se pone a disposición este trabajo, con la esperanza de que pueda significar un aporte, que pueda enriquecerse con futuros intercambios y experimentaciones colectivas.

Capítulo 1. Tres momentos históricos en la utilización de computadoras en los sistemas educativos.

Una breve reconstrucción

El presente capítulo intenta una reconstrucción histórica sobre la implementación de computadoras en las escuelas. La investigación da cuenta de que es posible diferenciar en tres grandes momentos estas iniciativas. En cada caso, con estrecha vinculación al contexto socio-histórico-cultural y pedagógico, así como a los desarrollos de las tecnologías en general y las informáticas en particular, tanto a nivel de los programas como de los equipos y redes de conexión. Del vasto campo que esto supone, se pondrá énfasis en aquellas iniciativas que apuntan a la utilización de computadoras para la enseñanza a estudiantes de edades tempranas. Cada apartado estará estructurado a partir de esa vinculación (contexto-desarrollo-iniciativas educativas), complementándose con apéndices que contienen información obtenida en la investigación y considerada útil para profundizar algunos tópicos aquí tratados.

En términos generales, es posible definir una computadora como una máquina capaz de realizar ciertas operaciones (cómputos) a partir de información recibida y de una serie de instrucciones dadas. La búsqueda de mecanismos con los que realizar cálculos de manera automática viene acompañando a la humanidad desde hace siglos. En un sentido amplio, es posible considerar al Mecanismo de Anticitera¹, con más de 2200 años de antigüedad, como la primera computadora conocida. Más cerca en el tiempo, primero los telares de Jacquard y luego las máquinas del matemático Charles Babbage, junto a los aportes de la genial Ada Lovelace² dieron cuenta de la posibilidad de pro-

¹ Artículo “On the Trail of an Ancient Mystery”, publicado en el *New York Times* en noviembre de 2014.

² La traducción del manuscrito de Luigi Menabrea sobre la máquina analítica de Babbage

gramar máquinas para que modifiquen su comportamiento según un programa.

La posibilidad de aplicación de la llamada “Álgebra de Boole”³ o “lógica booleana” para analizar y diseñar circuitos eléctricos biestables (que puedan estar “encendidos” o “apagados”), demostrada por Shannon a fines de los años 30⁴, cambió la historia de los circuitos digitales. Se podrían diseñar de manera que permitieran realizar operaciones matemáticas. En ese contexto, se empiezan a desarrollar las tecnologías informáticas modernas.

Relés, válvulas y luego microprocesadores, definieron las tres generaciones de computadoras. El desarrollo de equipos fue acompañado en el campo lógico, con los primeros lenguajes de programación⁵.

A partir de ese momento, las computadoras expanden su utilización desde los campus universitarios y laboratorios científicos, para comenzar a utilizarse en la enseñanza escolar básica.

Esquemáticamente, se puede afirmar que este proceso pasó por tres grandes momentos hasta la fecha:

- *El inicio*, a finales de la década de 1960, comienzos de la de 1970, con la informática como objeto de estudio y explorando las posibilidades para potenciar aprendizajes que permitirían la programación de computadoras para diferentes actividades creativas y de resolución de problemas.

- Un *segundo momento*, a finales de los 1980, con la mirada puesta en la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), enfocado en la computadora y sus potencialidades para buscar, procesar y gestionar información.

realizada por Lovelace terminó siendo una obra mayor al propio documento original. Hoy son consideradas el primer algoritmo publicado en la historia.

³ Llamado así en honor al matemático inglés del siglo XIX George Boole, que propuso la utilización del álgebra para la explicación de proposiciones lógicas. La primera publicación de estas definiciones se hizo en el artículo *The Mathematical Analysis of Logic*, de 1847.

⁴ Cuando Claude Elwood Shannon, ingeniero eléctrico, matemático y criptógrafo de EE.UU, trabajaba en 1937 intentando simplificar centralitas telefónicas de relés, se dio cuenta de que estos podían usarse para hacer cálculos. Un año más tarde, en su tesis doctoral demostró que se podía utilizar el álgebra de Boole para analizar y sintetizar la conmutación en circuitos digitales. Más tarde se lo conoció como “el padre de la Teoría de la Información” por su teoría propuesta en 1948.

⁵ Para profundizar, consultar el apartado específico Apéndice A en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>

- Un *tercer momento*, más reciente, que se puede ubicar a comienzos de la segunda década del presente siglo, en el que se mantiene la preocupación por aprovechar el potencial de las TIC para educación, al tiempo que se retoman con gran énfasis la programación y la robótica como contenidos curriculares desde los primeros años de escolarización.

1.1. Décadas de 1960-1970: el inicio

En muchas escuelas de la actualidad, la frase ‘instrucción asistida por computadora’ significa hacer que la computadora enseñe al niño. Podría decirse que se utiliza la computadora para programar al niño. En mi concepción, el niño programa la computadora, y al hacerlo adquiere un sentido de dominio sobre un elemento de la tecnología más moderna y poderosa y a la vez establece un íntimo contacto con algunas de las ideas más profundas de la ciencia, las matemáticas y el arte de construcción de modelos intelectuales.
Seymour Papert, *Desafío a la mente*, 1981.

1.1.1. Contexto

El recorrido del apartado anterior nos llevó hasta mediados de la década de 1960. Son tiempos de disputa global entre Estados Unidos y la Unión Soviética y sus respectivas áreas de influencia, más conocida como Guerra Fría. También, y relacionado con lo anterior, de grandes movimientos sociales de protesta contra el orden social vigente como la Segunda Ola Feminista, el Mayo Francés, la Primavera de Praga, el movimiento pacifista contra la Guerra de Vietnam y el movimiento por los derechos civiles encabezado por Martin Luther King, el de la desmanicomialización, entre otros. En las universidades crece la influencia de la intelectualidad crítica, con referentes como Simone de Beauvoir, Sartre, Althusser, Derrida, Foucault, Hobsbawm, Chomsky, por nombrar algunos. Esto viene acompañado de expresiones artísticas muy importantes, como el crecimiento del rock and roll y más adelante el punk; con el final de las restricciones y las nuevas creaciones cinematográficas o la promoción del “teatro del absurdo”.

La búsqueda de nuevas pautas de vida también se expresa en el resurgimiento de la práctica del yoga, las preocupaciones por el cuidado ambiental, el uso de ropa con diseño “psicodélico” y pantalones “jean” para las mujeres, el cambio en el largo del cabello y la barba, por decir

algunas. A nivel de las comunicaciones, se manifiesta un crecimiento de la TV como espacio de distribución de información, así como en el entretenimiento y hay un amplio desarrollo de la publicidad televisiva. En la radio la FM, por la transmisión de la música genera gran atracción entre jóvenes.

Parte de esta disputa global señalada anteriormente es la llamada “carrera espacial”. Se había iniciado en 1961 con Yuri Gagarin (URSS) como primer ser humano en orbitar el planeta, y tiene un hito –puesto en dudas en algunas ocasiones– en la llegada del Apolo XI (EE.UU.) a la luna en 1969. Ese mismo año, se pone en marcha un desarrollo tecnológico que tendría gran importancia más adelante: la creación de Arpanet, la red informática de uso militar que antecedió a internet.

Finalmente, cabe destacar que, a nivel de la pedagogía, se experimenta un fortalecimiento en la influencia de la llamada “Pedagogía de la Nueva Escuela”, iniciada por Dewey a finales del siglo XIX, pero con un notable reverdecer en el impulso de la llamada “reforma educativa”. Algunas referencias del momento son Baudelot, Establet, Giroux, McLaren, Freire. Aunque había diversos matices y propuestas, se definía la educación tradicional como autoritaria y memorística, reproductora del orden opresivo vigente. Frente a ello, se pugnaba por una relación diferente entre docentes y estudiantes, así como por un aprendizaje en el que cada estudiante debía construir su propio conocimiento (constructivismo).

Estos componentes del contexto se consideraron relevantes, como marco al momento en que se comienza a pensar en las potencialidades de las computadoras para la enseñanza.

1.1.2. Papert y el Logo

Entre los paradigmas de programación, hay uno de ellos que se refiere a aquellos lenguajes diseñados para atender un problema específico: el Logo, creado por Papert.

Seymour Papert fue un matemático de origen sudafricano, que tuvo el privilegio de trabajar con Piaget (su enfoque teórico tiene gran influencia del psicólogo constructivista) a finales de los 50 y posteriormente fue invitado a sumarse al Massachusetts Institute of Technology (MIT) de Estados Unidos. Allí, fue cofundador del Laboratorio de Inteligencia Artificial y se relacionó con Wallace Feurzeig, director de la empresa Bolt, Beranek y Newman, de destacado papel en la creación

de tecnologías como el correo electrónico y los primeros routers⁶. Ellos, junto a la especialista en el lenguaje Lisp, Cynthia Solomon, crearon Logo a finales de los 60⁷. Fue el primer lenguaje pensado con fines didácticos, el primer intento conocido de llevar la programación a niños/as pequeños/as. “Logo” no es un acrónimo. Su nombre deriva del griego y puede traducirse como la palabra razonada, argumentada. La idea proviene de Feurzeig, quien quería distinguir su lenguaje de programación de otros basados en números sin gráficos ni lógica.

Este objetivo impregnó todo el diseño del lenguaje, el cual se llevó a cabo con características como:

- **Modularidad:** refiere a la separación del programa en varias partes (módulos) que pueden compilarse de manera independiente, aunque permiten conexiones con los demás módulos.

Extensividad: es la cualidad que permite a un hipertexto⁸ ir de lo secuencial a lo reticular, de la línea a la red con ramificaciones no jerárquicas ni lineales, sino asociativas y multilineales. De esta forma, el hipertexto se redimensiona cada vez que cualquier otro autor de otro hipertexto, introduce un enlace cuyo anclaje o punto de destino es nuestro propio hipertexto.

- **Interactividad:** se refiere a software que acepta y responde a las aportaciones de las personas, por ejemplo, datos o comandos. El software interactivo incluye los programas más populares, como los procesadores de texto o las aplicaciones de hojas de cálculo. En comparación, los programas no interactivos operan sin contacto humano; ejemplos de esto incluyen compiladores y aplicaciones de procesamiento por lotes.

- **Flexibilidad:** la medida en que es susceptible de ser cambiado.

El entorno más conocido de Logo era una tortuga, un robot (Imagen 1) controlado desde la estación de trabajo del usuario que está diseñado para llevar a cabo las funciones de dibujo asignadas mediante un pequeño juego de bolígrafos retráctiles colocado dentro o unido al cuerpo del robot. En aquel momento no había ni siquiera monitores

⁶ Router (enrutador) es el dispositivo que administra el tráfico, es decir la ruta, de paquetes de datos entre las computadoras de una red informática.

⁷ La primera versión del lenguaje se habría desarrollado en 1967 en un laboratorio del MIT, según la Logo Foundation.

⁸ El hipertexto es un texto que contiene enlaces a otros textos. El término fue acuñado por Ted Nelson alrededor de 1965. La forma más habitual de hipertexto en informática es la de hipervínculos o referencias cruzadas automáticas que van a otros documentos.

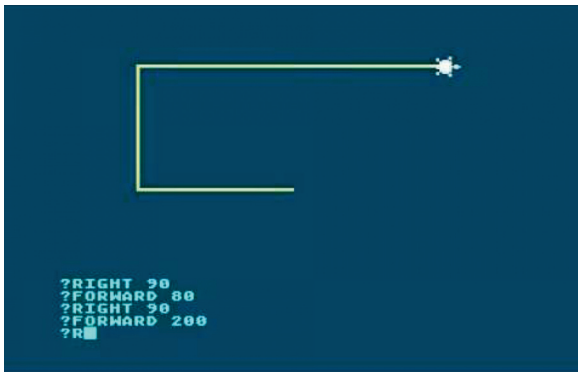
para mostrar la información, por lo que era difícil relacionar los comandos con figuras geométricas. Con la aparición de los monitores, Papert agregó gráficos de tortugas al lenguaje Logo a fines de la década de 1960 para respaldar la versión del robot primigenio (Imagen 2) y se pudo utilizar directamente en las computadoras personales. Tradicionalmente se ha mostrado como un triángulo o un ícono de tortuga (aunque puede representarse con cualquier ícono).

Imagen 1. Los inicios de Logo



Fuente: <https://www.macitynet.it/addio-seymour-papert-papa-del-logo-pioniere-della-tecnologia-nelleducazione/>

Imagen 2. Interface gráfica de Logo



Fuente: https://maximaonline.com.ar/Nota-48197-50_aniversario_de_logo_el_primer_lenguaje_de_programacin_para_nios

Logo tiene una sintaxis muy sencilla basada en cuatro comandos, que representan las direcciones: “*forward, back, turnleft, turnright*”. Estos comandos van acompañados de un valor que no deja de ser el módulo de distancia recorrido. Si por ejemplo se escribe “*forward100*” significa que la tortuga irá hacia adelante cien unidades. A esta base se le deben añadir comandos como “*repeat*” donde se especificaba entre corchetes la cantidad de veces que debía repetirse un movimiento, por ej. –repeat 9 [turnleft 40 forward 100]–, para que la tortuga dibuje un eneágono.

A medida que fue avanzando el lenguaje, las formas iban siendo más complejas. También se incorporaron otros comandos, como los *HT* y *ST* que significan “*Hide Turtle/Show Turtle*” para ocultar/mostrar la tortuga, y “*Pen Up/Pen Down*” para poder mover la tortuga de un lado a otro sin que esta “dibuje” ninguna línea e incluso aumentar el grosor de la línea o mover las líneas.

La simplicidad fue la causa central de la expansión del Logo como lenguaje para niños. Sin embargo, en nuestra región, también influyó que existieran compiladores en español, como Logo Writer⁹.

Desde la década del 70 se fueron realizando experiencias en escuelas cercanas al MIT y también en algunos países como Tasmania, Edimburgo y Australia. Estas experiencias fueron documentadas por el instituto en una colección de publicaciones llamada Logo Memos (1971-1981), que incluye 61 documentos en los que se acercaban propuestas mediante las cuales niños/as podían componer canciones, controlar robots, hacer dibujos, etc.

Como se afirmó anteriormente, el lenguaje estaba pensado para el aprendizaje. Inicialmente más enfocado al aprendizaje matemático, se consideraba que sus funcionalidades podían integrarse para el trabajo de diversos contenidos de los currículos de enseñanza. Al respecto, se puede considerar un estudio de Douglas H. Clements y Julie S. Meredith (1992) de la State University of New York at Buffalo que revisa los alcances y limitaciones de Logo para diversos contenidos escolares¹⁰.

En 1980 publicó su libro *Mindstorms. Children’s, Computers and powerful ideas*, que tuvo su primera versión en español (*Desafío a la mente*) en 1981. Sus ideas significaron un cambio muy grande y generaron un

⁹ *Logo Writer* (1985) incluía la capacidad de procesamiento de textos, así como nuevas variedades de tortugas (spriter).

¹⁰ Ver apartado específico en Apéndice A en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>

enorme entusiasmo. Esto se expresó en el desarrollo de Logo para más de 10 idiomas y para diversas máquinas con videojuegos y placas de sonido, como Commodore y Atari. Esta última, puso el Atari Cambridge Research Center bajo la dirección de Cynthia Solomon, compañera de Papert en el proyecto Logo.

Estos avances se reflejan en las conferencias Logo 84, 85 y 86 que se hicieron en el MIT y en el desarrollo de proyectos educativos en otros países.

Para esa época se creó la Logo Computer System Inc que funcionó en Nueva York hasta el inicio de la Logo Foundation, en 1991. Desde allí se potenciaría el desarrollo de nuevos proyectos y versiones del lenguaje¹¹.

El entusiasmo por estas ideas y las potencialidades que presentaba Logo se manifestó en una expansión de las experiencias en las escuelas. En la década de 1980 hubo una prueba piloto patrocinada por el MIT y Texas Instrument donde se distribuyeron hasta 50 ordenadores en escuelas de Dallas y Texas. Al mismo tiempo, seis escuelas públicas de Nueva York también recibieron ordenadores para enseñar Logo.

En 1988 Costa Rica inició el Programa Informática Educativa para estudiantes y docentes de escuelas primarias, coordinado por la Fundación Omar Dengo, el Ministerio de Educación Pública e IBM América Latina. Realizó un proyecto similar para las secundarias. En la década del 90 llegó a reunirse un Congreso latinoamericano de Logo, cada dos años en un país diferente.

En Japón, Logo tuvo una creciente aceptación en las escuelas del país. donde el LogoWriter original, luego el LogoWriter2 mejorado, y luego LogoWriter Win fueron las versiones más populares.

En Inglaterra, Logo era una parte obligatoria del plan de estudios. Esto garantizaba que Logo fuera ampliamente –aunque no necesariamente bien– utilizado.

1.1.3. “Logos-interrupto”: algunas explicaciones

Las ideas de Papert y el Logo fueron y son hasta la fecha una referencia ineludible en cualquier análisis sobre la inserción de computadoras en la enseñanza escolar. Sin embargo, el impulso inicial no duró mucho y

¹¹ Atari Logo (1983); Apple Logo para Apple II Plus y Apple Logo Writer para Apple IIe (1980); Commodore Logo lanzado con el subtítulo “Un lenguaje para aprender”, por Commodore Electronics. La versión Commodore 64 (1983); la versión Plus/4 (1984); Logo Writer (1985), Logo Logo (1986); Logo TC Logo (2000).

para el inicio de la década del 90 las experiencias iniciadas casi no se sostenían en los sistemas educativos.

Aunque, dada la gran importancia que tuvo esta primera experiencia hay diversos análisis, podríamos agrupar las explicaciones en tres limitaciones: las relacionadas con las propiedades especiales para estimular procesos cognitivos en niñas/os, las vinculadas a lo pedagógico y las que tienen que ver con la compatibilidad del lenguaje con los nuevos desarrollos informáticos.

En cuanto al primer grupo, y aunque después fueron relativizados por experimentaciones con las versiones posteriores del Logo, se encuentran los estudios de Pea y Kurtland (1983, 1984) enfocados a la enseñanza de programación en el *Center of Children and Technology Bank Street College of Education* de Nueva York. Partiendo de rechazar las dos perspectivas dominantes sobre la enseñanza de la programación en aquellos años, la conductista, restringida e instrumental, y la que se le oponía y afirmaba que los niños adquirirán poderosas habilidades cognitivas para la planificación, la resolución de problemas y la reflexión sobre el carácter de los procesos realizados para resolver esos problemas. Dentro de esta se encuentran los planteos pedagógicos de Papert respecto a las potencialidades de Logo en la enseñanza.

Sus estudios plantearon la necesidad de definir claramente cuáles son los procesos cognitivos que se pretende desarrollar, para luego recoger evidencia empírica sobre lo que ha pasado en quienes aprenden a programar. Por otro lado, proponen dividir al menos en cuatro niveles a las personas según el tipo de actividades que realizarán en torno a la programación: 1) usuario de programas; 2) generador de código; 3) generador de programas, y 4) desarrollador de software. Y plantean que cada uno de ellos permitirá la transferencia de diferentes habilidades cognitivas a quienes aprendan a programar.

En otro estudio, específico de Logo, Pea y Kurtland (1985) afirman taxativamente que el entorno ofrecido por Logo no garantiza por sí solo la adquisición de habilidades cognitivas ni de planificación (1985: 12).

Yendo a los otros dos tipos de limitaciones, se puede considerar valioso el aporte de Rodríguez (1990) y Pantoja (1997). Aunque abordan la implementación de Logo en el sistema educativo de España, señalan errores de sobrevaloración por parte de Papert en su planteo respecto a las propiedades especiales del lenguaje de programación para incentivar procesos de pensamiento en cada niña/o.

Ambos coinciden en señalar limitaciones del sistema educativo español, como las indefiniciones de los Planes de Informática del país y la falta de mención al tiempo que se necesita para utilizar las máquinas en profundidad. Pantoja agrega los desaciertos en la formación del profesorado en Logo.

Respecto al hardware y software, Rodríguez señala la aparición del sistema operativo estándar MS-DOS¹² como un proceso que determinó la utilización de máquinas (principalmente IBM) pensadas para la gestión empresarial, con muchas aplicaciones pero orientadas al tratamiento de datos numéricos y con escaso software en español. Contrasta con experiencias en EE.UU. e Inglaterra en que se mantuvo el uso de hardware más simple, pero pensado con fines didácticos, y los resultados con Logo fueron mejores.

Pantoja considera el reemplazo de MS-DOS por Windows¹³ y, en ese contexto, lo atrasado del Logo y sus versiones (que solo corría en máquinas que dejaban de usarse, algunas sin disco duro) frente a las herramientas comerciales que experimentaban continuas mejoras. Incluso, afirma, las versiones nuevas como WinLogo habían llegado demasiado tarde como para impedir el abandono de las experiencias escolares.

Tal como decimos al inicio de este apartado, hay diversos análisis. Sin embargo en una publicación más reciente, Michel Resnick (2012), integrante del equipo de trabajo de Papert y continuador de su trabajo en la actualidad, presenta una síntesis de lo que aconteció en ese momento y su descripción coincide con los hallazgos anteriormente presentados:

¹² MS-DOS (siglas de MicroSoft Disk Operating System, Sistema operativo de disco de Microsoft) fue el miembro más popularmente conocido de la familia de sistemas operativos DOS de Microsoft, y el principal sistema para computadoras personales compatible con IBM PC en la década de 1980 y mediados de años 1990, hasta que fue sustituida gradualmente por sistemas operativos que ofrecían una interfaz gráfica de usuario, en particular por varias generaciones de Microsoft Windows.

¹³ Windows es el nombre de una familia de distribuciones de software para PC, teléfonos inteligentes, servidores y sistemas empujados, desarrollados y vendidos por Microsoft y disponibles para múltiples arquitecturas, tales como x86, x86-64 y ARM. Desde un punto de vista técnico, no son sistemas operativos, sino que contienen uno (tradicionalmente MS DOS, o el más actual cuyo núcleo es Windows NT) junto con una amplia variedad de software; no obstante, es usual (aunque no necesariamente correcto) denominar al conjunto como sistema operativo en lugar de distribución. Microsoft lo introdujo en 1985 y con él superó a Mac OS, lanzado el año anterior, alcanzando el dominio del mercado de computadoras personales.

¿Qué pasó con el sueño de Papert? Cuando las computadoras personales estuvieron disponibles a finales de la década de 1970 y principios de la de 1980, hubo un entusiasmo inicial por enseñar a los niños a programar. Miles de escuelas enseñaron a millones de estudiantes a escribir programas en el lenguaje de programación Logo de Papert. Pero el entusiasmo inicial no duró. Muchos profesores y estudiantes tuvieron dificultades para aprender a programar en Logo, ya que el lenguaje tenía mucha sintaxis y puntuación no intuitivas. Para peor, Logo se introdujo a menudo mediante actividades que no resultaban interesantes para profesores ni estudiantes. Muchas aulas enseñaron a Logo como un fin en sí mismo, más que como un nuevo medio para que los estudiantes se expresen y exploren lo que Papert llamó “ideas poderosas”. En poco tiempo, la mayoría de las escuelas cambiaron a otros usos de las computadoras. Comenzaron a ver las computadoras como herramientas para entregar y acceder a la información, no para diseñar y crear, como Papert había imaginado (2012: 2).

De las explicaciones ofrecidas tras el abandono de Logo parece importante poner de relieve dos cuestiones:

1. Lo pedagógico, que pone acento en la importancia de considerar el rol docente en el aula y, en función de esto, su formación en conocimientos específicos sobre la programación y en las posibilidades de utilizarla en actividades de enseñanza que trascienden lo instrumental.

2. El creciente desarrollo de programas comerciales de uso general.

La complejidad de alcanzar lo primero, frente a la simplificación y dinamismo que ofrecía lo segundo, contribuyeron a privilegiar una visión de las computadoras que enfatiza en sus posibilidades de buscar, procesar, compartir información.

En este marco se inicia el segundo momento.

1.2. Finales de los 80: el auge de las TIC

(...) para evitar la alienación ante este nuevo instrumento, se trata de hacer que los jóvenes adquieran un modelo mental de informática que permita utilizarla y dominarla más allá de su futura evolución técnica. Dicho modelo no puede separar el instrumento —y el núcleo duro de las actividades de aprendizaje parece centrarse en torno a la programación— de las aplicaciones, con la dificultad que entraña hacer entender cabalmente el carácter “universal” de la informática: el empleo de los soportes lógicos generales, hojas de cálculo, tratamiento de texto, programas de elaboración de gráficos, de gestión de bases de datos, etc.

Claude Pair, El Congreso Unesco de París de 1989. Informe de síntesis.

Desde una valoración amplia, la categoría o concepto de Tecnologías de la Información y la Comunicación (en adelante, TIC) incluye a todas las que, a lo largo de la historia humana, han servido para almacenar, recuperar, manipular, transmitir o recibir información. La escritura, el telégrafo, la radio, la televisión, el cine, el teléfono, caben perfectamente en ella. También se podría pensar en las expresiones de los diversos campos del arte. Incluso en el lenguaje hablado.

Sin embargo, aunque se trata de un concepto en evolución, la utilización más corriente es la que vincula este concepto a los sistemas de intercomunicación en los que se integran las redes de telecomunicaciones con las computadoras y sus programas. Por ello, en este trabajo, cada vez que hablemos de TIC (en algunos casos se puede encontrar NTIC, donde N indica “nuevas”) nos referiremos exclusivamente a aquellas que realicen esas operaciones mediante sistemas electrónicos que procesan señales digitales. Es decir, computadoras (de escritorio, portátiles, tabletas), robots, drones, teléfonos y televisores “inteligentes”, entre otras. Esta decisión se fundamenta en que es ese el significado con que figura en las publicaciones que analizaremos en nuestro estudio.

1.2.1. Contexto

En el final de la década de 1980 y el inicio de la de 1990 el contexto presentaba matices bastante diferentes de los que vimos en el momento anterior. La caída del Muro de Berlín en mayo de 1989 marca el fin de la Guerra Fría. Cae la URSS y, junto con la balcanización de la zona, se inicia un proceso de desintegración de Yugoslavia.

Semejantes cambios geopolíticos configuran un escenario internacional con Estados Unidos como único centro del poder mundial. Desde esa ubicación, la gestión de George W. Bush inicia la Guerra del Golfo en 1991. En 1995, el viejo continente lanza el Tratado de Maastricht que, sobre la base de un fuerte recorte de derechos sociales del llamado “Estado de Bienestar”, da origen a la Unión Europea. Son tiempos del llamado Consenso de Washington y la perspectiva neoliberal con sus recetas de privatizaciones de los servicios públicos, desregulación de sectores de la economía, achicamiento de la inversión social para reducir el déficit fiscal.

A tono con el nuevo momento, aunque siguió habiendo expresiones de resistencia en diversos ámbitos de la vida social, hay un clima de

época signado por discursos y sentidos dominantes que ensalzan el individualismo y la meritocracia, el éxito y el modelo empresario como paradigma de la organización y administración social, así como de los proyectos de vida. Una de las expresiones que retratan la época es el trabajo de Fukuyama *El fin de la historia*¹⁴.

Los desarrollos tecnológicos tienen varios hitos¹⁵, entre los que se destaca a los fines de este estudio el auge de internet, esa red de computadoras que había nacido en los 80 cuando su antecesora Arpanet sale de la órbita militar.

En cuanto a la educación, el nuevo contexto global tiene su expresión en el impulso de la llamada “reforma educativa” de los 90. La Unesco¹⁶ cobra un gran protagonismo en el diseño de políticas educativas y, tras la Conferencia Mundial sobre Educación para Todos realizada en 1990 en Jomtien-Tailandia, los organismos internacionales de crédito, como el Banco Mundial, FMI, BID adquieren una gravitación inédita en la planificación y financiamiento de programas e iniciativas para los sistemas educativos. El énfasis en la existencia de un volumen de información disponible de dimensiones nunca vistas, así como el desarrollo en las capacidades de comunicación, constituyen uno de los pilares de las definiciones alrededor de las cuales se propone el objetivo de avanzar en la educación básica a nivel mundial.

1.2.2. Unesco y la esperanza TIC

Dada la notable influencia de Unesco en las políticas educativas, en este apartado nos enfocaremos en aquellas publicaciones oficiales que den cuenta de sus propuestas y definiciones para la utilización de las computadoras en la enseñanza.

¹⁴ *El fin de la Historia y el último hombre (The End of History and the Last Man)* es un libro de Francis Fukuyama de 1992. En él expone la tesis de que la Historia, como lucha de ideologías, ha terminado y lo que ha quedado es un mundo final basado en la democracia liberal que se ha impuesto tras el fin de la Guerra Fría. El trabajo ha sido muy criticado.

¹⁵ Para profundizar, consultar apartado específico en Apéndice B en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>.

¹⁶ Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Unesco por sus siglas en inglés. Existe desde finales de la Segunda Guerra Mundial y en la actualidad cuenta con casi 200 estados miembros y algunos asociados, además de trabajar con una red de ONG expandida por todo el mundo.

Según la documentación encontrada, se considera adecuado iniciar el estudio en el Congreso Internacional de la Educación y la Informática, impulsado durante los primeros meses de 1989 por esta organización en París. Bajo el lema “Educación e Informática: hacia una cooperación internacional reforzada”, este importante evento abordó la aplicación de las computadoras en las escuelas. En la *Revista Perspectivas* (1990), se publicó un apartado llamado *Cuaderno. Educación e informática: algunas piezas del Congreso Unesco 1989*. Allí, junto a algunos aportes de especialistas invitados, se publica una Declaración surgida del mismo que se titula “Nuevas Tecnologías de la información en educación”.

En el espacio dedicado a las conclusiones del evento (*Perspectivas*, 1990: 249) luego de describir el escenario que permitió vislumbrar el intercambio, se da paso a las recomendaciones respecto a los planes de implementación de las TIC en los sistemas educativos de los países¹⁷.

En pleno impulso de la orientación definida en 1989, entre octubre y noviembre de 1995 se llevó a cabo en París la 28° Conferencia General de la Unesco. En el Capítulo VII Resoluciones Generales, de las Actas de la Conferencia General (1996) la primera de ellas se titula “Nuevas tecnologías de la información y la comunicación” y plantea la necesidad de que Unesco, al mismo tiempo que fomenta su utilización para el desarrollo, estudie los problemas sociales generados por estas tecnologías, tanto a nivel individual como social. Por ello, explícitamente indica la necesidad de reflexionar sobre las consecuencias del desarrollo de estas tecnologías, así como de orientar la misión de la Unesco a la promoción de un desarrollo armonioso de estas tecnologías con respeto al pluralismo lingüístico y cultural, así como el derecho a la vida privada. Finalmente se impulsa el uso de las TIC para la educación a distancia y las bibliotecas virtuales.

Como parte de esta política global, luego de la realización del segundo Congreso Internacional sobre Educación e Informática: Políticas Educativas y Nuevas Tecnologías (Moscú, 1996), un año después se avanza en la creación de un organismo propio para el estudio y la promoción de la utilización de TIC en educación en coordinación con el gobierno de la Federación de Rusia. Así, mediante la 152ª Reunión del Comité Ejecutivo de Unesco se decide la creación del “Instituto de la Unesco para la utilización de las tecnologías de la información en la

¹⁷ Para profundizar, consultar apartado específico en Apéndice B en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>.

educación”, con sede en Moscú, cuyos objetivos estarían dirigidos a “promover la cooperación internacional centrada en la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación y en la utilización de la informática en el campo de la educación”. Para ello se propone la elaboración de políticas y estrategias orientadas a elaborar políticas relativas al uso de TIC en educación y fomentar las investigaciones sobre la temática, en particular en educación a distancia.

Es posible observar en estas definiciones la reedición de las preocupaciones sobre los problemas generados por estas tecnologías y la necesidad de debatir sobre las dinámicas con que se están desarrollando. Asimismo, en las consideraciones del texto, y posteriormente en los objetivos del Instituto, se observa que esta definición político-organizativa, junto con mantener el “paradigma TIC” también viene acompañada de la priorización de los programas de educación a distancia.

Ya en el inicio del siglo XXI, mediante la Resolución 56/183 (21 de diciembre de 2001) de la Asamblea General de las Naciones Unidas se aprobó la celebración de la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información¹⁸. Para llevar adelante este evento, el organismo dispuso que se hiciera en dos fases. La primera se celebró en Ginebra del 10 al 12 de diciembre de 2003, y la segunda tuvo lugar en Túnez del 16 al 18 de noviembre de 2005. El evento estuvo a cargo de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Para alcanzar el objetivo propuesto se debía superar el mayor obstáculo: la *brecha digital*. Este concepto existe desde la década de 1980 y se utiliza para analizar el nivel de acceso a dispositivos e infraestructura de TIC (1^{er} nivel) y el tipo de información con que se cuenta a partir del uso de esas tecnologías (2^o nivel).

Estas definiciones constituyen un marco para las iniciativas de Unesco, que en 2004 celebró un convenio con Microsoft “para ayudar a reducir disparidades digitales”¹⁹, según se informa en el Boletín del Unisist (2004).

Lo hasta aquí analizado permite distinguir aristas claves en la intervención de Unesco respecto al uso de computadoras en las escuelas al inicio de este siglo. Se hacen visibles la incorporación en la agenda de la

¹⁸ Para más información, consultar apartado específico en Apéndice B en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>

¹⁹ Para más información, consultar apartado específico en Apéndice B en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>

preocupación por los problemas que vienen generando estas tecnologías, así como la creciente importancia de internet. Junto con esto, se observan sensibles modificaciones respecto a las recomendaciones de París-1989. De las sugerencias de sistemas más abiertos (tipo Unix, el antecesor de Linux) a la promoción de todos los tipos de software para que se pueda elegir según se necesite; de una informática para todos a un estado “tecnológicamente neutro”; de la propuesta de que Unesco no se defina por ningún diseño ni empresa en particular a un convenio estratégico global con Microsoft; y del papel definitorio asignado a la educación en la relación con la industria al impulso de programas de capacitación e iniciativas a la medida de los fabricantes.

En ese contexto se lleva a cabo, a fines de abril de 2010, la Conferencia Internacional de Brasilia, cuyo lema fue “El impacto de las TIC en educación”. El evento organizado por la Oficina Regional de Educación para América Latina y El Caribe (Orealc/Unesco Santiago), la Representación de la Unesco en Brasil y la Secretaría de Educación a Distancia del Ministerio de Educación brasileño, publicó un material de Unesco (2010) en que se reflejan los intercambios y definiciones²⁰.

Como marco de las deliberaciones, importa destacar la valoración del contexto hecho por la propia conferencia y sintetizado en tres puntos. A saber:

- Hay transformaciones tecnológicas que modifican radicalmente las relaciones humanas. Nuestras sociedades están viviendo transformaciones sólo comparables a los saltos que vivimos con la invención de la escritura o de la imprenta. El acceso y producción de conocimiento pasan a ser los motores del desarrollo.
- Las nuevas generaciones son ya nativas digitales y muestran inéditas formas de comunicarse, de entretenerse y de socializar. Por contraste, las escuelas y sus prácticas siguen ancladas en el siglo XIX.
- En consecuencia, las preguntas por la inclusión de las TIC en las escuelas no remiten a la mayor o menor eficacia que hasta aquí éstas han mostrado como herramientas para aprender; sino en cómo, de qué manera se logra que la revolución digital y sus efectos en términos de productividad, se incorporen al trabajo de las aulas y las escuelas (2010: 33).

²⁰ Para más información, ver apartado específico en Apéndice B en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>.

A lo relevado hasta aquí cabe agregar algunas definiciones asumidas por Unesco en la primera década del siglo XXI: a) que la llamada “revolución tecnológica” ha producido transformaciones históricas de enorme envergadura y que el acceso y producción del conocimiento son motores del desarrollo²¹, poniendo énfasis en la necesidad de adquirir conocimientos acordes a las nuevas necesidades del mercado laboral²²; b) que las nuevas generaciones deben ser considerados “nativos digitales”, es decir con grandes habilidades y prácticas sobre el uso de estas tecnologías; c) que la formación docente debe superar el sentido “aprender sobre TIC” y ser considerada en sus diversos aspectos (gestión, construcción y redes de información, aplicación en el aula) definiendo propuestas para cada uno de ellos; d) que, como ya hiciera con Microsoft, Unesco conformará alianzas con las corporaciones grandes de la industria informática para encarar la implementación de TIC en educación, incluyendo la formación docente.

1.2.3. *La iniciativa One Laptop Per Child (OLPC)*

Aunque tuvo menor impulso a nivel global, a mediados de la primera década del siglo XXI también tuvo lugar el lanzamiento de una novedosa propuesta de enseñanza con computadoras: la iniciativa One Laptop Per Child – Una Computadora portátil Por Niño (OLPC).

Ideada por Nicholas Negroponte y presentada en 2006 durante el Foro Económico Mundial de Davos (Suiza)²³, la iniciativa propone la distribución de computadoras portátiles de bajo costo para que puedan ser utilizadas para el aprendizaje en cualquier parte del mundo. En la

²¹ Esto puede verse claramente en documentos como la Declaración y Marco de Acción de Incheón (2015) y en la Declaración de Qingdao (2015).

²² La primera versión del documento sobre Estándares docentes enfatiza en “la relación entre la utilización de las TIC, la reforma educativa y el crecimiento económico” (p. 5). En el inicio, la versión 2.0 de las Competencias TIC para profesores, define como Marco del proyecto “vincular las TIC con educación y economía” (p. 6). La última, reafirma esta orientación, definiendo como primer principio básico la integración a la Sociedad del Conocimiento, aprovechando el intercambio de información a través de las TIC para mejorar la economía y potenciar el desarrollo (p. 16).

²³ La Asamblea Anual del Foro se realiza en un complejo turístico de los Alpes suizos, con la participación de directivos de las 1.000 empresas miembro del Foro, dirigentes políticos, representantes de academias, ONG, líderes religiosos y los medios de comunicación. Sitio <https://www.weforum.org/>

página oficial de la iniciativa <https://laptop.org> se ofrece información sobre el proyecto. A los fines de este trabajo, recuperamos algunas de las definiciones allí existentes.

La primera se refiere a los cinco principios o núcleos fundamentales del proyecto. Ellos son:

1. Los niños pueden llevar la computadora portátil a su casa. Esto permite libertad para acceder a información tanto para ellos como para las familias.

2. Se pone el foco en la educación de niños pequeños, entre 6 y 12 años. Ya que el desarrollo de capacidades creativas tiene mayor potencial en los primeros años, además de fomentar su concurrencia y permanencia en la escuela y el interés por el aprendizaje.

3. Todos los niños reciben una portátil: esto genera un sentimiento de pertenencia y orgullo para con sus computadoras.

4. Conectividad. Porque hay mucho que aprender a través de internet y esto permite la interacción con el mundo más allá de los límites cercanos.

5. Software libre y abierto. Porque permite acceder y modificar el código de sus programas, adaptándolos a sus necesidades y estilos.

El hardware y software de OLPC acompaña los puntos planteados anteriormente, a partir de características particulares en su diseño y funcionalidades²⁴. No todas ellas han sido replicadas a la hora de diseñar e implementar programas denominados “1 a 1” u “OLPC”.

Hay cuatro posibles enfoques: 1) *barrio*, que muestra el conjunto de portátiles conectadas en los distintos grupos y tipos de tareas; 2) *grupo de amigos*, que ofrece la vista del grupo más cercano de portátiles; 3) *inicio*, con las opciones de actividades, y 4) *actividad*, en la que se muestra la actividad en la que está trabajando el/la niño/a en particular.

Respecto a las políticas y definiciones visitadas en las publicaciones de Unesco, es posible observar tres diferencias y dos similitudes. La primera diferencia se expresa en las particularidades del diseño, apostando a un hardware simple y de bajo costo y consumo, así como a software libre. La segunda, en la inexistencia de apartados vinculados a docentes, su formación, su papel en el proceso. La potencia de la iniciativa está íntegramente puesta en la computadora, su diseño y sus aplicaciones. La tercera, de relevancia para este trabajo, refiere a la indicación de di-

²⁴ Para más información, consultar apartado específico en Apéndice B en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>.

rigir la iniciativa a la educación de la primera infancia, por el mayor potencial de los procesos allí generados.

Por otra parte, la primera similitud se relaciona con la visión que orienta esta iniciativa que vincula la educación con la posibilidad de acceder y utilizar las computadoras como fuentes de acceso a la información y el conocimiento. La segunda, que junto a todo el menú de opciones que ofrecen las computadoras y sus aplicaciones para acceder, crear, procesar y compartir información, se integran nuevas variantes de lenguajes de programación.

Esta última es un indicio de la configuración que presenta el tercer momento (actual) en la utilización de computadoras en la enseñanza que, en lugar de un reemplazo de paradigma sobre las computadoras en la educación, propone una nueva integración.

1.3. 2010 en adelante: TIC y pensamiento computacional

El pensamiento computacional son los procesos de pensamiento involucrados en la formulación de problemas y sus soluciones, de modo que las soluciones se representen en una forma que pueda ser llevada a cabo de manera efectiva por un agente de procesamiento de información.
Jeannette Wing, *Pensamiento computacional: ¿qué y por qué?*, 2010.

Al igual que en el caso anterior, la fecha elegida para la marca temporal es estimada, ya que se trata de procesos que se suceden de manera relativamente coincidente, pero no de manera exacta.

En este caso, es posible indicar que durante la primera mitad de la década pasada se comienzan a desarrollar iniciativas que, sin renunciar a la utilización de las computadoras para lo que se venía haciendo, definen la enseñanza de programación y robótica en las escuelas. Y que muchas de ellas están pensadas para llevarse a cabo a partir de los primeros años de escolarización, es decir niños que aún no ingresaron o apenas comienzan la escuela primaria.

Este momento está en pleno desarrollo por lo que, por un lado, mientras se realiza este trabajo irán desarrollándose nuevas iniciativas en diversos países (incluida nuestra región), y, por otro, la información y los estudios son más limitados.

1.3.1. Contexto

La crisis de la economía global de 2008 es una marca importante en el contexto. Sus efectos se comparan con la Gran Depresión de 1930 y genera grandes problemas en los países más poderosos del planeta. Estados Unidos sufre la quiebra de entidades financieras y bancos, la Unión Europea vive procesos de quiebre en sus estados miembros, como es el caso del Reino Unido. Hay un auge del movimiento social, cuyas expresiones globales más fuertes son el ambientalismo y el feminismo. El primero como respuesta a los niveles inéditos de destrucción del planeta, así como de las emisiones de CO₂ por parte de las industrias. El segundo, inicia la llamada Cuarta Ola, con la denuncia del orden patriarcal expresado en todos los espacios de la vida social.

Esto impulsa una reconfiguración económica que se apoyará en los desarrollos tecnológicos, expandiendo la intervención de los sistemas algorítmicos a prácticamente todos los espacios de la vida individual y social²⁵.

A nivel educativo, deben considerarse una cuestión teórica y una del hardware y otra del software. La primera (sobre la que profundizaremos en el siguiente capítulo) ha sido la extendida difusión del concepto de pensamiento computacional, definido por Jeannette Wing (2006). La convicción –que bien se puede asimilar a la pappertiana– respecto a las potencialidades que presentan las modelizaciones utilizadas en las actividades computacionales para la adquisición de habilidades y competencias claves para el desenvolvimiento personal y social, ha generado un movimiento internacional que va expandiendo su influencia en todos los continentes. La segunda, vinculada al software, es el florecimiento de la robótica educativa. Si bien sus inicios se remontan a la tortuga de Papert en los 60-70 y luego al uso de Logo con robots de Lego, en el inicio del siglo XXI hay variados desarrollos de dispositivos pequeños y de fácil manipulación por parte de niños/as y jóvenes²⁶ que se ofrecen actualmente tanto en instituciones educativas como en academias privadas. Finalmente, por el lado del software, además de una verdadera explosión de aplicaciones y videojuegos, se desarrollan

²⁵ Para profundizar, consultar apartado específico en Apéndice C en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>

²⁶ Para más información, ver apartado específico en Apéndice C en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>.

nuevos lenguajes de programación –tanto de texto como de bloques– que se presentan más accesibles para las personas sin necesidad de gran experiencia previa. Estos desarrollos incluyen aplicaciones para niños y niñas en la primera infancia²⁷, con versiones de interfaz gráfica que permite programar aún sin leer lenguaje escrito.

1.3.2. Implementaciones

Todo lo anterior tiene una influencia notable sobre la agenda educativa y da forma a un contexto internacional en favor de incorporar la enseñanza del pensamiento computacional, la programación y la robótica en los contenidos curriculares, comenzando desde los primeros años de escolarización.

Esto se expresa en diversas iniciativas de carácter nacional²⁸, algunas de ellas con la inclusión de la educación para la primera infancia.

Las mismas han seguido dos modalidades: a) se conciben mediante reformas curriculares para la implementación global en los sistemas educativos, adecuando contenidos a los distintos niveles; b) se encarga a organizaciones privadas (en general, fundaciones) la realización de las iniciativas a nivel regional o local.

Asimismo, es posible distinguir algunos puntos comunes entre ellas:

- El hardware y software propuesto es el disponible en el mercado y presentado en los listados, no encontrándose referencias a producciones nacionales o desarrollos del propio campo educativo.
- Las precauciones respecto al uso de las tecnologías se enfocan en el cuidado de los datos y la privacidad, no se encuentran referencias vinculadas al diseño de dispositivos ni soportes lógicos.

También algunas diferencias:

- La educación para la primera infancia (a menudo nominada “pre-escolar”) tiene variadas orientaciones. En algunos casos, específicas; en otros, enlazadas a los primeros años de la primaria. Otras iniciativas no la incluyen.

- Algunas iniciativas apuestan a actividades extraescolares como talleres.

²⁷ Para profundizar, puede consultarse el apartado específico del Apéndice C en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>.

²⁸ Para más información, consultar apartado específico en Apéndice D en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>.

- Hay un énfasis diferenciado en cuanto a la importancia de adquirir estos conocimientos para garantizar una plena participación en la sociedad que se viene o para contribuir al desarrollo económico del país.
- Las propuestas de formación docente no siempre forman parte de la iniciativa.

1.4. A modo de cierre

Este capítulo ha intentado ofrecer una breve reconstrucción histórica acerca del tema que se investiga y una caracterización de sus diferentes momentos a lo largo de 50 años. Naturalmente, al tratarse de procesos globales será posible encontrar algunas expresiones de continuidad de un momento más allá de los recortes temporales aquí propuestos. En todo caso, se trató de trazar una cronología aproximada que dé cuenta de los movimientos de carácter internacional que fueron orientando las políticas e iniciativas para la implementación de propuestas de enseñanza con computadoras en las escuelas.

A lo largo del recorrido histórico, se pudo observar que las tendencias tecnológicas, políticas, culturales y, por supuesto, pedagógicas de los contextos han condicionado notablemente cada uno de los estadios estudiados. La expansión de estos desarrollos impactó en las agendas de políticas educativas, así como en la valoración de la enseñanza y el aprendizaje.

Por otra parte, sin negar la posibilidad de alternativas, importa considerar cierta tendencia a la homogeneización de hardware y software verificada conforme se avanza en los distintos momentos, encontrándose propuestas muy similares en diversos países. La mirada crítica sobre estas tecnologías está puesta esencialmente en los cuidados de los datos y la privacidad, sin que los diseños se pongan en tensión, salvo en el caso de la iniciativa OLPC. Los desarrollos locales no son considerados relevantes en las iniciativas.

En lo referido a la enseñanza, se observan dos perspectivas pero una sola orientación: las perspectivas van de la negación del papel docente en el primer momento, a la jerarquización en el segundo y en el tercero; la orientación es idéntica: enfocada en el uso, de corto tiempo y escasa.

Cada uno de estos tópicos tienen una base teórica o conceptual como base de sustentación. En el capítulo siguiente, se intenta describir los distintos aparatos conceptuales que se fueron construyendo en cada uno de los momentos identificados.

Capítulo 2. Definiciones teórico-conceptuales relevantes durante los tres momentos de implementación de computadoras en los sistemas educativos

La computadora es el Proteo de las máquinas. Su esencia es su universalidad, su poder de simular. Dado que es capaz de asumir un millar de formas y cumplir un millar de funciones, puede resultar atractiva para un millar de gustos. Este libro es el resultado de mis propios intentos, a lo largo de la última década, de convertir a las computadoras en instrumentos lo suficientemente flexibles para que muchos niños logren crear, cada uno para sí mismo, algo parecido a lo que los engranajes fueron para mí.
Papert, *Desafíos a la mente*, 1981.

Tal como se afirma en el capítulo anterior, los diferentes momentos caracterizados han sido acompañados por diversos conceptos y definiciones que desarrollaron quienes los encabezaron y/u orientaron en cada caso. En este sentido, para el primer momento, el presente capítulo presenta los planteamientos centrales contenidos en la propuesta de construccionismo difundida por Papert. Para el segundo, se enfoca en las contribuciones que sirvieron de base al I y II Congreso de Educación e Informática de Unesco a partir de los cuales delineó parte fundamental de sus propuestas para TIC y educación, así como en las sostenidas por parte de la iniciativa OLPC. Para el tercero, se recupera el concepto de pensamiento computacional de Wing, así como nuevas publicaciones de Unesco sobre ciencias de la computación, robótica e inteligencia artificial.

2.1. Papert, la computadora y el construccionismo

Como se indica en el capítulo anterior, el primer momento analizado estuvo particularmente vinculado al planteo teórico y práctico de Seymour Papert. En pleno apogeo de las propuestas que resaltan la pers-

pectiva constructivista del aprendizaje (vinculadas a la teoría del conocimiento desarrolladas por el epistemólogo Jean Piaget), Papert se suma a la ola crítica sobre las prácticas de enseñanza.

Su enfoque constituyó un modelo disruptivo frente a las miradas dominantes en educación.

Para ponerlo en pie, Papert ensaya una interpretación, que entiende superadora, de la teoría piagetiana y la vincula a las posibilidades –inéditas– que representan las computadoras en tanto máquinas con posibilidades de reproducir el funcionamiento de otras máquinas, realizar tareas y ejecutar instrucciones según le indiquen las personas que las utilizan. Asimismo, el planteo enfatiza en el papel de las culturas preexistentes al advenimiento de las computadoras, su reproducción en familias y escuelas y, por ello, el papel que tendrían en la promoción o bloqueo de los aprendizajes.

De conjunto, la propuesta apuesta construir unas condiciones de aprendizaje que se asemejan a los procesos preescolares vividos por las personas en los primeros años de vida. Vislumbra que, aprovechando a las computadoras, es posible generar procesos de construcción de conocimiento en el sentido piagetiano e incluso superar algunos supuestos de esa misma teoría y dar saltos impensados en el desarrollo de las mentes de los niños.

A continuación, se presentan los conceptos considerados significativos de la propuesta teórica de Seymour Papert.

2.1.1. *Piaget, construccionismo y culturas computacionales*

La teoría sobre la construcción del conocimiento elaborada por Piaget representa un marco ineludible para comprender y analizar la propuesta de Papert.

Por ello, en el inicio de *Desafío a la mente* (1981), presenta su propuesta como un ejercicio de aplicación de esa teoría¹, pero avanzando hacia lugares que, afirma Papert, el epistemólogo no desarrolló en sus estudios.

La teoría psicogenética sirvió de sustentación teórica para un modelo de aprendizaje denominado constructivismo, de enorme influencia

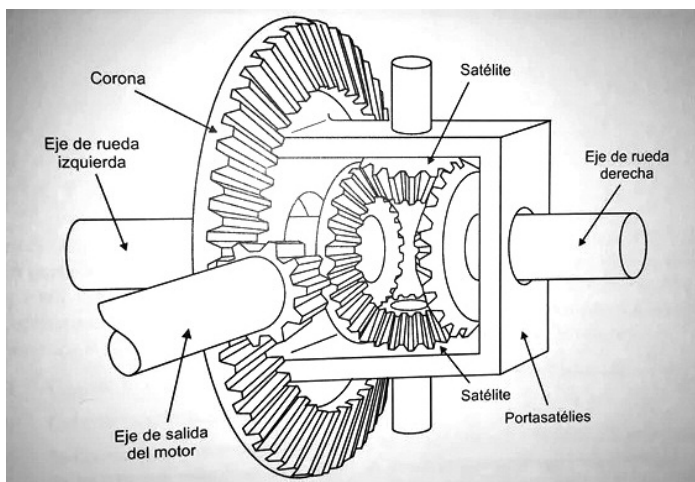
¹ Pueden verse los conceptos principales de la teoría piagetiana en el apartado específico en Apéndice E en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>.

en la pedagogía hasta la actualidad. Sin embargo, Papert propone su propio modelo y, haciendo un juego de palabras con la teoría de Piaget, lo llama *construccionismo*.

Su planteo parte de la concepción de que aquello que se aprende está vinculado a los modelos intelectuales que posea quien está aprendiendo. Es decir que esas estructuras mentales que se construirán con el nuevo aprendizaje lo harán a partir de otras estructuras preexistentes (modelos) a los cuales se asimilarán (en sentido piagetiano). Por ello, lo que se aprenda y cómo se aprenda está condicionado a los modelos con que se cuenta. Además, esos modelos mentales podrán asociarse a objetos con los cuales se interactúa. Como ejemplo, Papert relata una experiencia de su propia infancia con un mecanismo diferencial de engranajes (ideado para resolver el problema de independencia de movimiento de las ruedas de un vehículo al tener que doblar) que llamó poderosamente su atención, y a partir del cual pudo vincular conceptos más abstractos de matemática a las leyes que explican la relación de transmisión de movimientos entre una y otra rueda dentada del mecanismo. Tomando el ejemplo de su infancia, el autor propone incorporar la cuestión afectiva, que considera complementaria de la cognitiva que define la teoría de Piaget. De este modo, junto con la relación lógica y sensorio-motriz que se establece con los objetos del entorno, visualiza una dimensión afectiva que permite que determinadas vinculaciones con determinados objetos brinden la oportunidad de introducir ideas poderosas en la mente de niños y niñas. En su caso, el gran afecto que se generó por el mecanismo, contribuyó decisivamente para que pudiera interactuar con él y construir modelos intelectuales como los que hizo. Es decir, no cualquier objeto con cualquier niña o niño, sino aquellos con los que además de la relación cognitiva establezcan lazos afectivos.

Desde esta perspectiva, hace una apuesta a las potencialidades de las computadoras para la alfabetización, así como de la matemática (Imagen 3). Estas virtudes, son englobadas en dos ideas que recorren el libro: a) es posible diseñar computadoras con las que comunicarse sea una tarea más sencilla, que transforme el modo en que se aprende un lenguaje; b) aprender a comunicarse con una computadora puede afectar el modo en cómo se producen otros aprendizajes. Para Papert, es posible que las computadoras sean alfabético-parlantes y matemático-parlantes (1981: 18).

Imagen 3. Esquema de un engranaje diferencial



Fuente: <https://www.momentogp.com/analisis-tecnico-engranaje-diferencial/>

En cuanto al entorno, plantea un contrapunto con Piaget. Sostiene que no siempre es proveedor de materiales con los cuales construir conocimientos sino, por el contrario, en algunas oportunidades no los brinda o bloquea su uso por la difusión de restricciones que impiden una experiencia de aprendizaje significativa. La situación modélica para Papert es la que viven niños y niñas cuando aprenden a hablar y a desplazarse. La denomina “aprendizaje piagetiano” y en ella la exploración del mundo no está mediada por restricciones ni prejuicios, permitiendo que puedan aprender “sin enseñanza” impuesta.

Ubicado en esa perspectiva, Papert observa el aula como un ambiente artificial e ineficiente y apuesta a que la presencia de la computadora permitirá modificar el aprendizaje de tal manera que los contenidos que con tanto esfuerzo y costo se enseñan en las escuelas serán aprendidos con éxito y sin esfuerzo fuera de ellas. De tal manera, que las escuelas se verán enfrentadas al dilema de transformarse o debilitarse y ser reemplazadas (1981: 22). Aquellos niños que, por carencia de adultos con inclinaciones mentales propicias al aprendizaje matemático, llegan a la escuela con dificultades y las situaciones de aprendizaje condenadas de antemano a la que la escuela los somete, terminan por dar forma a un círculo vicioso

autoperpetuante, que genera aversión al aprendizaje matemático y tal vez al aprendizaje en general, según el autor.

Para ello, piensa en la generación de situaciones de aprendizaje en las que niños y niñas tengan más tiempo de contacto libre con las computadoras, con otro tipo de lenguajes e incluso otro tipo de computadoras respecto a lo usualmente planificado y realizado en las escuelas. Esto sería así, dado que la posibilidad de programar la computadora coloca al niño o niña en una situación radicalmente distinta, incluso respecto a la radio y la televisión que solo pueden proveer de explicaciones (aunque sean mejores o más entretenidas que las que brindan las familias y docentes). Con los ordenadores, son niños y niñas quienes emprenden el camino de avanzar rumbo a un objetivo personalmente definido, tornando su aprendizaje más activo y autodirigido. Papert apuesta a que la computadora pueda “concretizar” lo formal, abordando las barreras que Piaget observó en el pasaje del pensamiento infantil al adulto (1981: 35).

Estos razonamientos lo llevan más allá en sus matices con Piaget respecto al entorno cultural, en el que Papert observa más similitudes que diferencias entre lugares muy disímiles (ciudad de EE.UU. o aldea africana) respecto a las construcciones de conocimiento. El matemático considera que la riqueza de las culturas matemáticas respecto al concepto de pares, combinaciones y parejas, contrasta con la pobreza para los modelos que requieren de procesos sistemáticos. Y esa limitación, según el autor, permite explicar las dificultades para construir pensamiento abstracto y lógico para niños y niñas de cualquier lugar, más allá de los mecanismos neuronales que hayan construido. Para hacer esta afirmación, se apoya en sus experimentaciones con computadoras y propuestas de actividades para niños/as pequeños/as –por ejemplo armar el conjunto de pares posibles entre cuentas de colores– en las que las características de la programación y sus posibilidades de aislar el “error” y “depurar” (en informática usualmente denominados “bug” y “debug”, respectivamente) le permiten afirmar que la computadora tiene la propiedad de concretizar estos modelos de sistematización y favorecer el desarrollo del pensamiento lógico. Asimismo, Papert ve que estas posibilidades de la computadora se extenderían más allá de lo matemático, favoreciendo la construcción de nuevos modelos sobre el pensamiento del propio pensamiento por parte de quienes aprenden a programar. Esto se ejemplifica en el modelo sobre el propio aprendizaje que cada niño/a tiene y que expresa en dos posibilidades: “comprendí bien” o “comprendí

mal”. Al vincularse con la programación puede comprobar que el aprendizaje es un camino constante en el que se van resolviendo y superando diversos errores, es decir, que la comprensión se va ampliando y los errores forman parte de este proceso. Esto daría cuenta de las posibilidades de convertir a la computadora –tal como fueron para Papert los engranajes– en un “objeto con el cual pensar”. Por lo tanto, la adquisición de una cultura computacional en estos términos, permitiría producir una revolución en el aprendizaje de niños y niñas (1981: 38).

Frente a la creación del circuito integrado, el autor prevé una masificación de la presencia de computadoras en los hogares, por precios accesibles. Ubica su forma de ver la cuestión separada de otras dos visiones, a las que califica de “escéptica” y “crítica”. La primera no espera grandes modificaciones en la manera de aprender ni de pensar de las personas. Papert considera que esto proviene de evaluar lo que ha pasado con la utilización en las actividades escolares de ese momento, así como de una comprensión respecto del aprendizaje como resultado exclusivo de la enseñanza escolar. La segunda, aunque sí espera efectos, previene ante la posibilidad de que sean negativos como pérdida de comunicación humana y aumento de fragmentación social, entre otros. En este caso, Papert acepta las valoraciones sobre el poder de captación que tienen las computadoras, aunque plantea que es posible aprovecharlo con fines positivos, como los que orientan Logo. Para que estos procesos tengan lugar, hace falta generar un cambio, que tiene raíces políticas y se basará en elecciones sociales. Los estilos computacionales (como el de Logo o Basic) terminarán siendo impulsados y adquiridos por subculturas según un proceso complejo en el que intervendrán las fundaciones con recursos, las empresas, escuelas, profesionales que decidan dedicarse a este campo y niños y niñas que elijan qué hacer con las computadoras (1981: 45). En este sentido, Papert afirma que el lenguaje que se utilice para programar la computadora, por favorecer determinadas metáforas, imágenes y modos de pensar, teñirá la cultura computacional que se vaya forjando. Sin embargo, él observa tendencias conservadoras en el ámbito educativo que dificultan implementar ideas nuevas (incluso el propio proceso de invención), así como la selección de personas que se dedican a educación (inhibiendo a las creativas e innovadoras). Papert ve una solución al problema: las computadoras poblarán los hogares y esto devolverá a las personas el poder de decisión sobre su educación. Esta conversión de la educación a un hecho privado favorecerá la circu-

lación de nuevas y buenas ideas, que no deberán pasar el filtro de la burocracia del sistema educativo (1981: 53).

2.1.2. *Matemafobia, matemalandia y matemática*

Profundizando sobre la cultura de la época, Papert cita a Platón y su requisito de ser geómetra para atravesar su puerta como opuesta a lo que define como “escisión esquizofrénica entre humanidades y ciencia” (1981: 54). Una escisión que se profundiza a medida que más se dividen las culturas contemporáneas. Papert juega con los términos y los usa para nombrar tres conceptos con los que describir la situación, así como indicar su perspectiva para superarla. El primero de ellos es la *matemafobia*, que indica el miedo a la matemática pero, dada la vinculación etimológica de la primera parte del término con el concepto de aprendizaje (en griego μαθήματα – mathímata), el autor lo define como “temor de aprender”. A esta fobia se llegaría en la escolarización, ya que inicialmente los niños son aprendices y matemáticos entusiastas. Es la asimilación a la cultura adulta la que va inoculando una actitud negativa hacia el aprendizaje, reforzada a través de autoimágenes negativas sobre las posibilidades de aprender en general y aprender matemática en particular por parte de los individuos. De tal forma que las personas se autodefinen respecto de sus aprendizajes en función de sus habilidades (“bueno en lengua” o “malo en matemática”, por ejemplo). Si bien estas creencias tienen fuerte arraigo social, e incluso aparecen apoyadas por estudios científicos, Papert afirma que son consecuencia de un modelo epistemológico utilizado para evaluar a niños y niñas de una manera inapropiada que nos impide ver lo que efectivamente aprenden, por ejemplo de matemática, en su etapa de desarrollo cognitivo previa a la escolarización. Esto, por otra parte, lleva a desarrollar métodos erróneos para que la matemática se aprenda en la escuela, basados en la memorización, repetición y presentación aislada de la matemática respecto al resto de las cosas que existen en el mundo real. Papert la distingue de la Matemática, denominándola *matemática escolar* y la valora como una construcción social que, en cierto momento histórico, tuvo sentido. La compara con la disposición QWERTY² de los teclados, vinculada a di-

² Creado en 1868 por Christopher Sholes y vendido a Remington en 1873. Esta denominación de los teclados se debe a la sucesión de las primeras seis letras ubicadas en la fila superior.

facultades mecánicas de las máquinas utilizadas para escribir anteriormente, pero carente de sentido en la actualidad. Para el caso de la matemática escolar, la necesidad de que existan personas con la capacidad de hacer cálculos con rapidez y exactitud está vinculada a un momento histórico en que no existían calculadoras electrónicas. Papert define esta etapa como *pre-computacional*, en la que la parte de la matemática que se seleccionó para la matemática escolar estuvo condicionada por lo que era posible realizar en las aulas con la tecnología del lápiz y el papel (1981: 70). La realización de gráficos para el aprendizaje de geometría o la representación de ecuaciones tiene relación con este contexto.

El autor propone pensar un experimento llamado *Matemalandia*. Un lugar en el que la matemática es el lenguaje universal y sirve para describir las más diversas cuestiones, desde un dibujo de una flor hasta caminar con zancos o hacer malabares. Rumbo a ese horizonte trazado, se plantea la geometría de la Tortuga del lenguaje Logo diseñada para alcanzar la *apropiabilidad*. La matemática espacial y de las acciones repetitivas, de rápida llegada a niñas y niños, sería la raíz primaria de esta geometría. A su vez, esta geometría se sustenta en tres principios: *continuidad*, *poder* y *resonancia cultural*. El primero apunta a la continuidad entre los conocimientos personales y la matemática, es decir su no-disolución. El segundo, a que tenga la capacidad de brindar poder de realizar proyectos significativos a quien la aprende. El último, a darle sentido en un contexto social más amplio.

A diferencia de los elementos de la geometría euclidiana, como por ejemplo el punto, la tortuga tiene ubicación, pero también una orientación (mira hacia algún lugar, digamos, por caso, el sur). Esto permite que niños y niñas se identifiquen con ella y puedan utilizar el conocimiento que tienen sobre su propio cuerpo en el aprendizaje de geometría formal. Por otra parte, las tortugas son capaces de comprender instrucciones, siempre que sean dadas en un lenguaje que interpreten. De esta manera, para hacer un cuadrado se debe aprender un idioma, evocar o hacer el recorrido del cuadrado con el propio cuerpo y hacer cálculos para encontrar la manera correcta de indicar a la tortuga cómo moverse para dibujarlo. Con la experimentación se logrará encontrar patrones de repetición o posibles soluciones alternativas para un mismo proyecto (Imagen 4). Ejemplos como ese pueden repetirse con el triángulo e ir complejizando, por ejemplo, combinando un cuadrado y un triángulo para dibujar una “casita” o repitiendo una figura y dando una

instrucción de giro entre ellas. La necesaria y continua localización de errores y su posterior depuración en los programas para la tortuga hacen del proceso de aprendizaje algo distinto a lo que ocurre en la escuela. Se trataría de un aprendizaje sintónico, no disociado, vinculado al autoconocimiento de niños y niñas, por el cual la geometría de la tortuga, para Papert, es aprendible y permite el acceso a conocimientos matemáticos.

Imagen 4. Soluciones alternativas para dibujar un cuadrado

```
PARA CUADRADO
ADELANTE 100
DERECHA 90
ADELANTE 100
DERECHA 90
ADELANTE 100
DERECHA 90
ADELANTE 100
FIN

PARA CUADRADO
REPETIR 4
  ADELANTE 100
  DERECHA 90
FIN

PARA CUADRADO :TAMAÑO
REPETIR 4
  ADELANTE :TAMAÑO
  DERECHA 90
FIN
```

Fuente: *Desafío a la mente* (Papert, 1981: 77).

Pero hay otra gama de conocimientos, a los que llama *matéticos*, es decir vinculados al propio aprendizaje. El autor rechaza la distinción tajante entre conocimientos verbalizables y no-verbalizables y piensa en la utilización de los lenguajes computacionales para describir actividades para las que hasta ahora no hemos encontrado verbalizaciones. En el campo de la educación, señala Papert, no se ha trabajado para construir modelos de formalización que permitan describir, por ejemplo, las actividades físicas. Pero en el mundo de las computadoras, quienes diseñan los programas deben describir la secuencia de instrucciones de manera precisa para que puedan ser ejecutadas por la máquina, por lo que han realizado una importante experiencia en la búsqueda y creación de ese tipo de modelos. A tal punto lo piensa así, que supone que en lugar de

ciencia de las computadoras debería llamarse ciencia de las descripciones y lenguajes descriptivos (1981: 120). Una de sus características esenciales es la separación de un programa completo en partes (subrutinas) en lugar de hacer todo el programa de manera lineal (Imágenes 5). Para ello, también deberán encontrar aquellos procedimientos que se repiten (patrones) y el orden en que se producen durante la actividad que se desea describir. Esto simplifica el proceso y facilita la detección de errores así como su depuración. Y al adoptarse, contribuye a una nueva comprensión de niñas y niños sobre sus propias capacidades y el modo en que piensan.

Imágenes 5. Programa línea vs programa estructurado

Lenguajes para computadoras y para personas

PARA HOMBRE
 ADELANTE 300
 DERECHA 120
 ADELANTE 300
 DERECHA 180
 ADELANTE 300
 IZQUIERDA 120
 ADELANTE 300
 IZQUIERDA 120
 ADELANTE 300
 DERECHA 180
 ADELANTE 300
 DERECHA 120
 ADELANTE 300
 DERECHA 180
 ADELANTE 300
 IZQUIERDA 120
 ADELANTE 150
 IZQUIERDA 45
 ADELANTE 50
 DERECHA 90
 ADELANTE 50
 DERECHA 90
 ADELANTE 50
 DERECHA 90
 ADELANTE 50
 FIN

Figura 10b

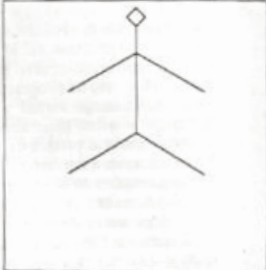


Figura 10a Objetivo

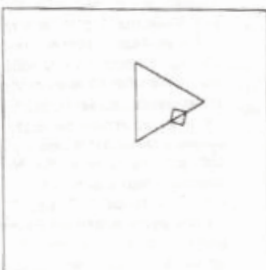


Figura 10c - Hombre defectuoso

Fuente: *Desafío a la mente* (Papert, 1981: 121-122).

2.1.3. *Microcosmos*

Como dijimos en el párrafo anterior, una de las posibilidades que alienta Papert para el aprendizaje con computadoras es la de fortalecer el conocimiento *matético*, relacionado con los modos del aprendizaje en general. Para él, es preciso respetar dos principios matéticos para modificar el proceso de aprendizaje. El primero: relacionar lo que debe aprenderse a algo que ya se conoce. El segundo: tomar lo nuevo y apropiarse, construir con ello (1981: 141).

Para avanzar en este sentido, toma como ejemplo el aprendizaje de la física newtoniana. Tal como lo hiciera con la geometría de Euclides, Papert insiste con la completa disociación de las leyes de Newton (permanencia en un estado de reposo o movimiento salvo acción de una fuerza; fuerza como producto de masa y aceleración del cuerpo; ante una acción se genera una reacción de igual magnitud en sentido contrario), y de los elementos (por e.j, las partículas) en la vida cotidiana, así como con la enorme dificultad para aislarlas y vincularlas a experiencias concretas, de algún modo que permita que sean comprendidas. Enmarcados en la misma cultura que genera la matemafobia, los programas escolares de física ponen un gran esfuerzo en el aprendizaje de prerrequisitos, tornando tedioso el tema y con la consecuente pérdida de interés por parte de muchas personas. Para modificar esta filosofía de la educación en física, Papert vuelve sobre las potencialidades de las computadoras e incorpora a la tortuga la capacidad de movimiento, convirtiéndola en lo que llama *dinatortugas*. Mediante los comandos “PONERVELOCIDAD” y “CAMBIARVELOCIDAD” (se escriben sin separación) podrán pasar de Tortugas geométricas a Tortuga de velocidad y Tortuga de Aceleración respectivamente. Estas adiciones permitirían generar unos entornos que denomina *microcosmos*, una versión de Matemalandia para el aprendizaje de la física. Así, en lugar de tratar de apropiarse de este conocimiento mediante la resolución de ecuaciones, este entorno pone a cada estudiante a jugar con objetos newtonianos, pudiendo experimentar con ellos la acción de los movimientos que Newton analizó y posteriormente describió con su sistema formal. En este microcosmos, cada estudiante podrá definir “sus” leyes para el movimiento y aplicarlas a la tortuga, comenzando un proceso de aprendizaje de la física similar al que se da cuando aprende a hablar a partir de balbucear o matemática a partir de ideas preconseracionistas. A partir de allí, estará en mejores condi-

ciones para, posteriormente, apropiarse de los conceptos anti-intuitivos de las leyes de Newton para el movimiento.

De esta manera, la creación de ambientes o *microcosmos* de aprendizaje donde la experimentación y las propias leyes y teorías de niños y niñas sean las que proporcionan los límites, sería el entorno adecuado para que las computadoras desplieguen su potencial y contribuyan a la germinación de una cultura menos disociada (1981: 156).

2.1.4. Referencia a la inteligencia artificial

En una referencia final a las influencias de Piaget y su teoría de la construcción del conocimiento, Papert se enfoca de una manera diferente, afirmando que el análisis sobre los estadios, centrado sobre lo que no pueden hacer los niños, es esencialmente conservador. Y plantea que los descubrimientos del epistemólogo pueden expandir las fronteras de la mente humana, solo que no habían podido dar todo de sí por no haber un medio de utilización, una tecnología que la computadora matemática ahora sí provee. Por ello, analiza la teoría piagetiana en el marco de la inteligencia artificial y, dado que este campo se dedica a la construcción de máquinas que puedan realizar funciones que se considerarían “inteligentes” en caso de ser realizadas por personas, la relación entre los modos en que se aprende y lo que se aprende (investigados por Piaget) con los sistemas descriptivos moldeados en el mundo computacional, más propios de la inteligencia artificial se podrán en juego.

Papert rescata las definiciones de la escuela matemática Bourbaki³, en las que afirman que toda la matemática se asienta en tres estructuras madre (la de orden, la topológica y la algebraica), cada una de ellas con su lógica y capacidad de ser aprendida independientemente de las otras. Esta escuela parte de este esquema para explicar estructuras más complejas como, por ejemplo, la naturaleza del número. A partir de esto, el autor reafirma el método de Piaget respecto a que no se puede abordar cómo se aprende sin estudiar qué se aprende, vinculando las estructuras

³ Nicolas Bourbaki es el nombre colectivo de un grupo de matemáticos franceses que, en los años 1930, se propusieron revisar los fundamentos de la matemática con una exigencia de rigor mucho mayor que la que entonces era moneda corriente en esta ciencia. Fundado el grupo en 1935, inició la publicación de sus monumentales *Elementos de matemática* de acuerdo con el nuevo canon de rigor y el método axiomático, pretendiendo cubrir las bases de toda la matemática.

que se construyen en la mente de cada niña/o con las características del objeto con que interactúa. Aunque, como hemos visto, Papert pondrá énfasis en lo externo: las estructuras que *podrían* (no las que se desarrollan) desarrollarse en esas mentes y la posibilidad de construir situaciones de aprendizaje coherentes con ellas. Por ello, compartiendo la perspectiva genética de la epistemología piagetiana y sus descubrimientos acerca de la relación entre las estructuras del conocimiento y las que la mente construye para aprehender, afirma que esa relación entre la persona y lo que aprende ha evolucionado y que es posible extenderla al estudio de las máquinas y el conocimiento que ellas encarnan. Y aquí se encuentra la vinculación con la inteligencia artificial.

En este campo, se trata de utilizar modelos computacionales para explicar la psicología humana, así como su propiedad de ser fuente de ideas que estimulan la inteligencia. La existencia de propiedades que rigen un fenómeno (como el vuelo) tanto en la naturaleza como en las máquinas es uno de los puntos de contacto para poder hacerlo. Dado que sí puede comprenderse y crearse un modelo descriptivo de esas propiedades, será posible emular el fenómeno. Por otra parte, la posibilidad de modularizar el conocimiento, comprendiéndolo como la interacción entre distintos componentes elementales a partir de los cuales se avanza a construcciones más complejas, es el otro. El ejemplo del paso de la etapa preconservacionista a la conservacionista de las cantidades alrededor de los seis años, sería una muestra de cómo ese proceso se produce en el interior de la mente y permite el paso a una lógica superior. Esta modularización se puede ver también en el programa para dibujar la figura humana, a partir de los módulos “VE” para extremidades, “CABEZA” y “LÍNEA”, para el cuerpo. Esos agentes, presentes en la experiencia real de niños y niñas, logran combinarse para dar paso a la figura humana, más compleja.

De esta manera, poniendo a niños y niñas al alcance de modelos computacionales, correctamente estimulados, potenciarían su desarrollo cognitivo. Papert, incluso, apuesta a que “en las sociedades computacionalmente ricas del mañana, la brecha entre conservación y combinación puede cerrarse y hasta invertirse, de manera que los niños puedan aprender a ser sistemáticos antes que cuantitativos” (1981: 202).

2.2. TIC, escuela y sociedad del conocimiento

(...) los nuevos elementos hacen pensar que en este tipo de enseñanza quizás próximamente se efectúen avances importantes, a saber, la convergencia entre el mundo audiovisual, el de la informática y el de la comunicación; la posibilidad de perfeccionar las computadoras mediante equipo periférico; la fabricación de microcomputadoras que permitan al usuario independizarse de las redes de informática o de las grandes computadoras, etc. Sin embargo, aún quedan por resolver algunos problemas esenciales relacionados con la aplicación de la informática en la enseñanza, principalmente determinar las esferas prioritarias de aplicación, elaborar los programas didácticos computarizados, formar el personal docente y seleccionar los materiales. Todos estos problemas ocupan un lugar prominente en el programa actual de la Unesco.

Jalones, revista *Perspectivas*, 1987.

Tal como se describió en el capítulo anterior, en este segundo momento la visión sobre las computadoras en tanto TIC orientó su uso al acceso e intercambio de información –mediante aplicaciones diseñadas e internet– para el aprendizaje de contenidos de asignaturas escolares. Las dificultades para la implementación, así como los resultados poco alentadores del uso de las computadoras y su programación como posibilidad de transformación de la enseñanza escolar, expresada en el progresivo abandono de las iniciativas vinculadas al Logo de Papert se encuentran en la base de esta reorientación.

Es la intención de este apartado presentar las definiciones teóricas y conceptuales que orientaron las políticas e iniciativas a nivel internacional a lo largo del período, considerando las más relevantes para este estudio. Sin embargo, dada la gran cantidad de material sobre una misma temática, se ha tomado una decisión metodológica: seleccionar aquellas contribuciones de Unesco vinculadas a los eventos de la organización presentados en el capítulo anterior, por su papel en la orientación de las iniciativas. Complementariamente, se presentan las definiciones sostenidas por quienes impulsaron la iniciativa OLPC⁴.

⁴ Revista *Perspectivas*, N° 65, 1988. Del Comité regional Intergubernamental del Proyecto Principal de Educación en América Latina y el Caribe, 1990-1991. Las nuevas tecnologías de la comunicación: orientaciones para su investigación, 1993. Explosión multimediática, ¿Quo vadis? *El correo de la Unesco*, 1995. Proyecto Principal de Educación en América Latina y el Caribe. Boletín 37, 1995. Educación y conocimiento: eje de la transformación productiva con equidad. Versión resumida. Por nombrar algunas.

2.2.1. Los planteos del Congreso de Unesco - París 1989

El Congreso de París de 1989 en el que Unesco unifica su postura sobre la orientación para la utilización de computadoras, viene precedido de una serie de debates de años anteriores. Las contribuciones de especialistas, cuyas perspectivas y propuestas pueden rastrearse en las propias conclusiones de este congreso, aparecen en dos “Cuadernos” por la propia revista de Unesco (*Perspectivas*, 1987). En esta revista el trabajo de Timor Vámos y el de Pagagiannis y Milton se enfocan en la informática y su papel en la enseñanza general; los de Jamesine Friend y Lauterbach y Frey en los lenguajes de programación y enseñanza; el de Ben-Zion Barta en la formación docente⁵.

En cuanto al papel de la informática en la enseñanza, primeramente se hace referencia al debate sobre la posibilidad de que las máquinas puedan reemplazar a docentes en su tarea. Se plantea la imposibilidad de que esto suceda, tanto por las capacidades y habilidades sociales y perceptivas de los docentes, como por la necesaria simplificación que sugeriría tratar de incorporar todo el conocimiento disponible en las diversas áreas en una computadora, para que luego ella lo comunique a cada estudiante. En ese marco, se propone que la implementación de computadoras en la escuela tenga estrecha relación con los objetivos generales de los sistemas educativos.

Se ofrece un estudio sobre las distintas perspectivas de la alfabetización informática, que serían tres: *formación profesional*, *enseñanza teórica* y *mejora de la productividad*. La primera, promovida en Estados Unidos, parte de la creencia de que los trabajos del futuro estarán íntimamente vinculados al uso de estas tecnologías, por lo que se propone formar personas con las habilidades para programar las computadoras. La segunda, incentivada en Europa, se plantea la preocupación de entender la lógica de esta revolución tecnológica y sus posibles efectos en las sociedades, por lo que no está centrada en la intervención sobre las máquinas sino en analizar su inserción en el contexto. La tercera, que al momento de la publicación se comienza a desarrollar en los países del llamado Tercer Mundo, apunta a llevar los beneficios de la informática a ámbitos que no están directamente relacionados, ofreciendo cursos en instituciones extraescolares para personas que quieran aprender a usar

⁵ Para profundizar la lectura consultar el apartado específico en el Apéndice F en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>

las computadoras en diversas actividades profesionales, junto con la compra del equipo. Dada la valoración de la poca implementación de la informática en el Tercer Mundo, se promueve la adopción de perspectivas amplias de alfabetización, así como las iniciativas vinculadas a las necesidades y objetivos de los países, entre ellas los programas de formación a distancia para adultos.

Con relación a los lenguajes de programación, si bien se reconoce el uso de la computadora en gestión, búsqueda de información, simulación y enseñanza directa, el foco está puesto en la última, concebida como la utilización de un “programa interactivo” mediante el cual la computadora cumple “el papel de profesor”. Para ello se recurre a una reconstrucción del proceso evolutivo de las computadoras y las posibilidades de interacción que permitió cada etapa, concluyendo que estas capacidades crecientes impactaron en el diseño. Respecto a los programas de uso escolar en ese momento, se valora positiva la selección más adecuada de contenidos y negativo el condicionamiento de qué áreas enseñar según sea más fácilmente incorporables en las máquinas. En ese marco, se proponen cuatro tipos de implementaciones de la computadora para la enseñanza en los países en desarrollo: 1) para estudiantes que quedaron rezagados; 2) para la enseñanza de ciencias a través de simulaciones; 3) en el nivel superior, para el dictado de cursos a distancia; 4) desarrollar dispositivos específicos para la enseñanza de algún tema particular, que no requiera todos los mecanismos de una computadora de uso general (*Perspectivas*, 1987: 407).

Por otra parte, se plantea la necesaria separación entre el uso de la informática en la enseñanza y las motivaciones económicas y políticas. Consecuentemente, se insiste en la capacitación en servicio y la provisión de instalaciones para docentes. Además, para simplificar la planificación didáctica para su aplicación se clasifican los programas según el mayor o menor grado de independencia que admiten, es decir las posibilidades de estudiante/usuario de definir objetivos, controlar el instrumento, etc. Y, respecto a la mala calidad de los programas, se afirma que hay estudios que muestran que se está superando.

Sin embargo, la conclusión sobre los impactos según estudios de 300 casos indica que tras el éxito inicial de las iniciativas, la enseñanza retorna a las mismas o peores rutinas que antes de la llegada de las máquinas y que estas experiencias fallidas no son difundidas. Como contrapartida, también dan cuenta de que un grupo de docentes y estudiantes mantiene

su interés y, con vistas a aprovecharlo, se plantea la necesidad de trabajos colaborativos mundiales en la fabricación de programas de enseñanza, superando los desarrollos meramente repetitivos.

El apartado de la formación docente la coloca en vinculación directa con las posibilidades de éxito en las iniciativas de implementación de informática en las escuelas. Para abordarla, se propone hacerlo en todo el sistema y según las diversas ubicaciones/funciones dentro del mismo. También se insiste en la formación inicial (en el profesorado) y la que se brinda en servicio.

Respecto a la implementación, se definen diversos modos que abarca el mejoramiento de aprendizajes, la utilización de instrumentos y la obtención e interpretación de los datos sobre el aprendizaje; junto con aplicaciones específicas por disciplina. Se destacan la función de coordinador de la informática escolar como un apoyo importante y para la cual se destina un amplio proceso de formación; y la propuesta incorporación obligatoria de la enseñanza de la informática por parte de los profesorados.

2.2.2. II Congreso de Educación e Informática de Unesco - Moscú, 1996

El desarrollo de internet contribuye significativamente a la reafirmación de la “perspectiva TIC” iniciada con el Congreso de París. Tras la realización del Segundo Congreso de Educación e Informática - Moscú 1996, se presentan las elaboraciones y conceptualizaciones de este momento en dos ediciones (Nº 102 y 103) de la revista de Unesco (*Perspectivas*, 1997). En el primero, junto con estudios de caso, se presentan dos artículos de especialistas franceses como Pierre Lévy y Delacôte cuyos aportes se enfocan en la relación de estas nuevas tecnologías y el conocimiento. En el segundo, Motsoaledi se aboca a la introducción de estas nuevas tecnologías a los países en desarrollo y la posible imposición de culturas; mientras que Plomp, Brummelhuis y Pelgrum lo hacen en nuevos enfoques sobre enseñanza, aprendizaje y empleo de TIC en educación⁶. Las referencias a Papert no están en el foco de estas publicaciones. Solo se encontró una breve mención de su crítica a la resistencia de las escuelas al cambio (Motsoaledi en *Perspectivas*, 1997: 414) y, con

⁶ Para ampliar, ver apartado específico en Apéndice F en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>

mayor profundidad, en el trabajo de Valente sobre el que no se profundiza dado que no se observan manifestaciones de sus aportes en las resoluciones de esta instancia.

Se valora que las posibilidades de interacción y creación colectiva están poniendo en cuestión el funcionamiento institucional y la división del trabajo y se apuesta a una aplicación mucho más allá de la esfera del aprendizaje, en aras de un nuevo modo de construcción del conocimiento colectivo (Lévy en *Perspectivas*, 1997: 275). Sin embargo, dadas las características de estas NTIC, será necesario un proceso de formación permanente, para poder relacionarse con un conocimiento más dinámico. Por lo tanto, la educación debe preparar a las personas para esta dinámica. A tono con esta afirmación, se propone un instrumento denominado “árboles del conocimiento” (Lévy en *Perspectivas*, 1997: 284) de reconocimiento de competencias sociales, prácticas y teóricas que se actualice siguiendo las mutaciones de las NTIC y sirva para reconocimiento social y personalizado de los saberes adquiridos por cada persona, así como para vincularla con comunidades de similares intereses.

Por otro lado, se propone una redefinición del papel docente, enfatizando en que es necesario modificar los modelos de implementación de nuevas tecnologías centrados en el profesor, yendo a uno que lo ubique “como diseñador del entorno de aprendizaje, como agente de conocimientos, como especialista en cognición y como evaluador que trabaja en equipo” (Delacôte en *Perspectivas*, 1997: 298).

En lo referido al proceso de introducción de estas nuevas tecnologías a los países en desarrollo y el debate sobre la posible imposición de culturas que ello podría implicar, se afirma la neutralidad de la tecnología (Motsaledi en *Perspectivas*, 1997: 414) y, por ello, la necesidad de revisar los usos que se hacen de ella para encontrar los problemas. Junto con medidas de reconversión de los sistemas educativos, para la promoción de la enseñanza de ciencias y tecnología, se apuesta a convencer a la comunidad internacional de la incorporación de tecnología de un proceso de intercambio y aprendizaje recíproco entre naciones.

Finalmente, se analizan los nuevos enfoques sobre enseñanza, aprendizaje y empleo de TIC en educación. Los mismos se enmarcan en las distintas etapas del desarrollo de la sociedad, definiendo la actual como “sociedad de la información” (Plomp, Brummelhuis y Pelgrum en *Perspectivas*, 1997: 462), que demandaría el tratamiento de la información como un objetivo estratégico.

Esto llevaría a una ampliación del campo que deben abarcar los sistemas educativos, que junto con la formación individual, social y profesional, para la contribución al desarrollo personal, ciudadano y económico, deberán atender los problemas sociales (integración étnica, empleo, delincuencia juvenil, etc.), así como individualizarse y flexibilizarse.

Se considera que las TIC son un medio para alcanzar las transformaciones que requiere la sociedad, así como un instrumento de ayuda al proceso didáctico para hallar las soluciones que necesita la educación. Se describen tres modos de uso de estas tecnologías: como *objeto* (se aprende sobre informática o computadoras), como *aspecto* (se aprende diseño y fabricación asistida por computadora) y como *medio* (instrumento para enseñar y aprender), enfocándose en este último (Plomp, Brummelhuis y Pelgrum en *Perspectivas*, 1997: 463).

A partir de concebir el proceso didáctico compuesto por los ejes “infraestructura” y “actores”, se indica que el aprovechamiento de estas tecnologías deberá ser acompañado por cambios tanto de las funciones de sus actores (docente y alumno) como de la instalación de ordenadores y programas de enseñanza en las escuelas (infraestructura). Además, reafirman la orientación “centrada en el alumno” y al “aprendizaje constructivo”, que promueve la asunción de una responsabilidad cada vez mayor en las actividades que realiza el estudiante, actualmente controladas por sus docentes. Esto no está sucediendo porque las TIC se están utilizando para reproducir las prácticas existentes, moldeadas por un sistema centrado en el profesor (Plomp, Brummelhuis y Pelgrum en *Perspectivas*, 1997: 466).

Para modificar el estado de situación, se plantea un proceso de tres pasos: *difusión* (el uso que se está dando), *transición* (emergen algunos nuevos modos de integración), *transformación* (se produce una completa modificación de las prácticas de enseñanza en la institución). El planteo se apoya en estudios realizados por la Asociación Internacional de Evaluación del Rendimiento Escolar (IEA) en 1989 y 1992 respecto a cómo y para qué se usan los ordenadores en educación primaria y secundaria. De estas investigaciones surge que incluso en EE.UU., Austria, Japón y Países Bajos, la infraestructura no era la necesaria para implementar un amplio uso, había escaso acceso a redes exteriores, el uso de ordenadores era para la realización de actividades preexistentes y faltaba tiempo dentro la organización de las clases para su utilización. Por ello se concluye que los sistemas se encuentran recién en el momento de difusión y que

es necesario un apoyo importante a los sistemas educativos para pasar al siguiente escalón (Plomp, Brummelhuis y Pelgrum en *Perspectivas*, 1997: 475).

2.2.3. Los pilares de OLPC

La reconstrucción de los enfoques conceptuales y teóricos vinculados al segundo momento incluye lo propuesto por la llamada Iniciativa OLPC. Su promotor, Nicholas Negroponte, arquitecto y tecnólogo de origen griego que se desempeñaba en el MIT, retoma los postulados del constructivismo de Papert. Aunque en nuestra región se han desarrollado programas denominados OLPC, a la hora de analizarlos es importante conocer los principales planteos del propio proyecto de Negroponte. Para ello, recurriremos a lo disponible en su página oficial, cuya dirección hemos señalado en el capítulo anterior.

La organización OLPC tiene una Wiki en la que se accede a apartados (breves) en los que ofrece su visión y objetivos que sustentan la iniciativa. Si bien su inicio corresponde a mediados de la década del 2000, en el material publicado posteriormente por el Equipo de Aprendizaje (OLPC, 2012)⁷, con título “OLPC Fundamental Ideas on Learning” (formato .odt para descargar) se destacan varias de las ideas centrales que dieron origen a la iniciativa.

Se señala que, más allá de lo que los estudios de impacto concluyen sobre las dificultades de la cultura escolar, la política o el poco acceso de docentes a estas tecnologías, el poder para un cambio profundo en los aprendizajes no está en los profesores, sino en los niños. También que las afirmaciones de Papert sobre los modelos computacionales de pensamiento que se ponían en juego cuando un niño aprende a programar una computadora, con sus consecuentes mejoras en el aprendizaje, tenían la limitación de la poca disponibilidad de computadoras personales en aquellos años. Y que esa limitación ha sido superada.

En consecuencia con lo anterior, se plantea que las computadoras son buenas herramientas para el aprendizaje, ya que el mismo es individual y el modelo 1:1 permite que cada niño o niña realice su propio recorrido, creando a partir de sus intereses y experiencias. Permiten ex-

⁷ El material no tiene fecha de publicación, por lo que se revisaron los cambios en la página. Según la información obtenida se deduce que la publicación de este documento se realizó el 27 de abril de 2012, dado que no está en las versiones anteriores.

pandir los alcances del aula y que el docente se concentre en apoyar el proceso de cada estudiante, que podrá tomar fotos, investigar fenómenos científicos, escribir historias, resolver problemas matemáticos y acceder a infinita información y aprender aquello que le interesa, incluso si la enseñanza es deficiente.

En cuanto a la XO se describe un diseño acorde con los propósitos de la iniciativa, que otorga mayor duración, su propia malla-red para la interconexión de la comunidad, posibilidades de conectar sensores para realizar experimentaciones en física y todo su software es de “código abierto”⁸ para que, en caso de querer hacerlo, puedan realizar modificaciones en su laptop. Se apunta que ha sido diseñada a partir de los principios de “piso bajo” (se puede usar sin experiencia en computadoras), “paredes anchas” (sirve para realizar muchos proyectos), y “techo alto” (tiene posibilidades de avanzar a creaciones de mayor complejidad).

Se afirma que no es un proyecto de mera implementación de tecnologías en la educación, sino para la redefinición del aprendizaje. Y, al servicio de ese objetivo, se proponen las siguientes reglas: *Integración curricular*, asociando a la computadora y sus posibilidades de aprendizaje al plan de estudios, así como a actividades extra escolares en clubes, etc., para permitir una mayor y más dinámica exploración; *Apoyo al maestro*, mediante talleres y capacitaciones sobre uso e implementación de la laptop desde el enfoque constructorista y en vinculación con los objetivos educativos de cada país, diseñadas del mismo modo que se propone llevarlas a las aulas; *Promoción comunitaria*, implicando a todos los actores de la comunidad a trabajar para el proyecto, dándole a los objetivos nacionales su propio significado personal por el cual integrarse, comprender y beneficiarse del mismo; *Equipo central*, conformado por los referentes de OLPC que deberá capacitarse para implementar el proyecto, al tiempo que dialogar con funcionarios, maestros, directivos, comunidades.

Finalmente, interesa rescatar los cinco principios por los cuales velar en la etapa inicial de un proyecto OLPC. Ellos son: 1) niños/as son propietarios de las laptops y las utilizarán no solo en las aulas; 2) la pro-

⁸ El software de código abierto (en inglés Open Source Software - OSS) es el software cuyo código fuente y otros derechos, normalmente exclusivos para quienes poseen los derechos de autor, son publicados bajo una licencia de código abierto o forman parte del dominio público. En las licencias compatibles con la Open Source Definition el propietario de los derechos de autor permite a los usuarios utilizar, cambiar y redistribuir el software, a cualquiera, para cualquier propósito, ya sea en su forma modificada u original.

puesta se plantea iniciar en bajas edades, específicamente niños/as de los primeros grados de la escuela primaria, ya que la potencialidad de la experiencia y desarrollo de habilidades creativas, expresivas, empresariales, es mayor; 3) para lograr los objetivos de cambiar la educación, los laboratorios informáticos escolares no son suficientes y se requiere de la saturación en la distribución de laptops, llegando a todos los integrantes de la comunidad o del país; 4) conexión a internet para acceder a la comunidad global de información, crear y compartir sus ideas y trabajos con otros, expandir sus fronteras más allá de las aulas, y 5) software libre y abierto, pensado explícitamente para educación y no para oficinas de adultos, que facilita el uso de la computadora para el aprendizaje cotidiano.

2.3. Cuarta Revolución Industrial y pensamiento computacional

La computación ubicua fue el sueño de ayer que se hizo realidad hoy; el pensamiento computacional es la realidad del mañana.
Jeannette Wing (“Computational Thinking”, 2006)

Hay tres cuestiones que interesa considerar sobre el momento presente. En primer lugar, como se explicita en el capítulo anterior, no significó un abandono del previo, sino una integración a sus postulados, de las definiciones sobre las características novedosas de los sistemas tecno-industriales y el concepto de pensamiento computacional. En segundo término, aún a riesgo de redundar, que este momento está en pleno desarrollo, por lo que es esperable que las definiciones conceptuales o teóricas sostenidas por los organismos responsables de la implementación de estas tecnologías en la educación actualmente puedan ser modificadas o enriquecidas mientras este estudio se realiza.

Consecuentemente, se han tomado tres decisiones metodológicas: 1) considerar exclusivamente las publicaciones que abordan estas incorporaciones, desestimando aquellas que vuelven sobre conceptos ya presentes en el apartado anterior; 2) realizar un corte temporal, recuperando publicaciones hasta la fecha de lanzamiento del Programa Aprender Conectados, a inicios de 2018, en particular aquellas que puedan hacer parte del marco teórico y conceptual del mismo y sean relevantes para este trabajo, y 3) por fuera de aquella documentación comprendida en el punto 1), revisar los documentos oficiales de aquellas

iniciativas descritas en el capítulo anterior para recabar aquellas conceptualizaciones que puedan no estar abordadas en ellas.

2.3.1. *Wing y el pensamiento computacional*

Jeannette Wing es una teórica informática e ingeniera estadounidense de larga trayectoria. Directora Asistente en Ciencias de la Computación e Información de la National Science Foundation entre 2007 y 2010. Antes de 2013, fue profesora de Ciencias de la Computación en la Universidad de Carnegie Mellon, Pittsburgh, Pensilvania. Hasta mediados de 2017 vicepresidente Corporativa para Microsoft Research. Unos meses antes fue designada directora del Instituto de Ciencia de Datos de la Universidad de Columbia. Además es autora de numerosas publicaciones e integra el consejo editorial de diversas revistas de este campo⁹.

Desde esta ubicación, ha sido una permanente difusora de la idea de *Computational Thinking* (pensamiento computacional, en adelante PC), que rescata ideas de Seymour Papert, pero ha sido desarrollado como concepto enteramente por ella. En un breve artículo (2006) de la revista *Comunicaciones de la ACM*—Association for Computing Machinery—, que es referencia obligada sobre esta temática, Wing inicia la escritura presentando al PC como una actitud y un conjunto de habilidades que todos, no solo quienes se dedican a la informática, deberían aprender a usar. La idea es que hay un tipo de pensamiento que se expresa en los procesos de computación, independientemente de que estos sean llevados a cabo por una máquina o un ser humano, con sus propios modelos y métodos, que debe incorporarse a la lectura, la escritura, la aritmética y las capacidades analíticas de cada niño.

Una de las propiedades de este pensamiento es la *recursividad*, es decir la capacidad de dividir un problema mayor en una serie de problemas más pequeños, dependiendo la solución de aquel de la de estos últimos. Al enfrentarse al diseño de un sistema complejo, el PC recurre a la *abstracción* y a la *descomposición* para así, en palabras de Wing “separar preocupaciones” (2006: 33). Representando o modelizando as-

⁹ En la página de Wikipedia se señalan las siguientes: Foundations and Trends in Privacy and Security (co-Editor-in-Chief); Journal of the ACM; Formal Aspects of Computing (North American Editor); Formal Methods in System Design; International Journal of Software and Informatics; Journal of Information Science and Engineering y Software Tools for Technology Transfer.

pectos relevantes del problema, de manera que se pueda manejar; utilizando *invariantes* (condiciones que se mantienen para ciertas instrucciones) que expresen el comportamiento de un sistema de manera clara y sucinta. Esto permite intervenir con mayor seguridad en un sistema grande sin comprender todos los detalles y *modularizar* aquellas soluciones creadas, para utilizarlas en situaciones similares que puedan presentarse en el futuro.

Otra cuestión saliente refiere a la prevención y recuperación de aquellos malos escenarios, mediante la *redundancia* (replican las funciones de un sistema en otro lugar, para poder reemplazarlo si se daña) y la *corrección de errores* (mediante el proceso de depuración).

También se destaca la utilización de un razonamiento *heurístico* (combinando los conocimientos previos y la experiencia, sin jerarquizar de antemano ningún concepto) para descubrir soluciones, realizando un extenso proceso de búsqueda para obtener muchos datos con los que mejorar las capacidades de computación. Esto implica un pivoteo entre la potencia de procesamiento y las capacidades de almacenamiento.

Wing destaca la creciente influencia de PC en otras áreas. Es el caso del *machine learning* (aprendizaje automático) con la estadística, permitiendo el tratamiento de problemas complejos mediante el manejo de volúmenes de datos impensados hace poco tiempo. O, para la biología, la expectativa de que los algoritmos y la estructura de los datos (abstracciones y modelos) utilizados por los informáticos permitan una representación de la estructura de las proteínas de una forma que ayude a aclarar su función. Las teorías de juegos computacionales han impactado entre los economistas; la nanocomputación, en los químicos; y la computación cuántica, en los físicos. Para la autora, así como la informática se terminó concretando en la ubicuidad de la computación, es esta la que anticipa que en el futuro será el PC el que sea parte de todos los aspectos de nuestra realidad.

El trabajo se completa con la puntualización de las características del PC:

- *Conceptualizar, no programar.* Implica poder pensar en diversos niveles de abstracción.
- *Habilidad fundamental, no memorización.* Se trata de una habilidad para conocer qué será útil en la sociedad actual, no una rutina de memorización. Las computadoras sí piensan “de memoria”.

- *Una forma de pensar humana, no de computadoras.* Se trata de una manera humana para resolver problemas, no de un intento de que humanos piensen como computadoras. Las computadoras son aburridas y sosas, pero los humanos equipados con dispositivos informáticos podemos hacerlas emocionantes y usar nuestra inteligencia para resolver problemas de formas inimaginables.

- *Complementa y combina el pensamiento matemático y de ingeniería.* Como cualquier ciencia, la informática se basa en formalizaciones matemáticas y, dado que construye sistemas que interactúan con el mundo real, se relaciona con el pensamiento de ingeniería. Sin embargo, al tener que considerar las limitaciones de los dispositivos, los informáticos deben pensar computacionalmente, no solo matemáticamente, pero al construir mundos virtuales, pueden ir más allá de las limitaciones del mundo físico.

- *Ideas, no artefactos.* No solo los artefactos de software y hardware estarán presentes diariamente en nuestras vidas. También lo harán los conceptos computacionales con que abordemos y resolvamos los problemas, nos comuniquemos e interactuemos con otras personas.

- *Para todos, en todas partes.* No debe igualarse la informática a la programación informática. Hay muchos problemas sin resolver en todos los campos. El pensamiento computacional puede ser una guía para investigadores y profesionales de la informática, pero también para docentes y estudiantes, que pueden usar en sus diversas ocupaciones.

Es por esto, propone Wing, que deben prepararse cursos sobre el modo de pensar de los científicos computacionales, buscando sumar personas al desafío intelectual del campo.

Posteriormente, en “Pensamiento computacional: qué y por qué” (2010), presenta algunos ejemplos del PC en educación, reafirma lo dicho en 2006 y llama a informáticos a unirse a la propagación del pensamiento computacional y sus beneficios a las demás disciplinas y áreas en todo el mundo.

2.3.2. Ciencias de la computación, robótica e inteligencia artificial según Unesco

De las publicaciones de Unesco interesa recuperar definiciones sobre las “Ciencias de la computación en los sistemas educativos de América Latina” (2017), “Robótica y robótica educativa” (2017) y sobre “In-

teligencia artificial” (2018). A continuación se describen los conceptos centrales¹⁰.

Respecto a las ciencias de la computación (en adelante, CC) en la región, el material de Unesco ubica su inicio hace dos décadas. También refiere a los distintos enfoques definidos por los países, reconociendo *equidad, eficiencia o calidad*, y también la importancia del desarrollo de los programas 1 a 1, debido a la distribución de dispositivos en el marco de la escuela pública para disminuir la brecha de acceso. Sin embargo, indica que aún queda mucho por hacer respecto a las brechas relacionadas al uso para la creación y/o adquisición de nuevos conocimientos.

Una definición importante es la que aborda las alfabetizaciones necesarias en este momento: la necesidad de comprender las entrañas del funcionamiento técnico de los sistemas digitales excede el alcance de las capacidades para la gestión y procesamiento de información. Debe incluirse la comprensión de cómo funcionan los sistemas algorítmicos.

Otra, es la de las propias CC como “saberes vinculados a la algoritmia, arquitectura de computadoras, las redes, el manejo de bases de datos y de grandes volúmenes de información, en donde la programación no agota el campo disciplinar” (Bonello, Czemerinski, 2015).

Lo anterior requiere superar el modo en que llegó la informática a las escuelas, vinculada a la ofimática o como tecnologías educativas. La propuesta es introducir un nuevo contenido curricular, adecuado a cada nivel. Respecto a si crear un espacio específico o integrarlo en los existentes, se plantea que no hay información suficiente y, dada la escasez de especialistas, la conformación de alianzas con universidades e institutos, vigilando especialmente el lugar que los intereses de la industria y el mercado pudieran tener en el tema.

Se describen dos orientaciones para enseñar CC en las escuelas: 1) pasar del uso de las computadoras a la comprensión del funcionamiento de esta tecnología o 2) la enseñanza de lenguajes de programación, como Python, Java, etc., y el material se posiciona por la primera de ellas.

Complementariamente, se dejan algunas sugerencias para los estados y gobiernos¹¹ en las que se incluyen la producción de REA por parte de los estados, el abordaje de la complejidad correspondiente a cada

¹⁰ Para profundizar, visitar apartado específico en Apéndice G en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>

¹¹ Más información en apartado específico, Apéndice G en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>

nivel, la igualdad entre hombres y mujeres, la necesidad de equipamiento, formación docente situada, entre otras.

Aunque la *robótica educativa* se viene utilizando desde años anteriores a los que hemos definido para estimar el momento actual, como se ha señalado en el capítulo anterior, es en este momento que el auge de dispositivos y una reducción de los costes ha permitido una expansión sin precedentes de diversas iniciativas en la educación básica, ahora vinculadas con el pensamiento computacional y proyectos pedagógicos STEAM.

Unesco presenta el Reporte de Comest¹² sobre ética en robótica (2018) que aborda las múltiples utilizaciones de la robótica, entre las cuales se encuentra la educación¹³.

Hay un interesante esfuerzo por complejizar la definición de “robot” a partir de cuatro características centrales: *movilidad, interactividad, comunicación y autonomía*.

En lo que respecta a su autonomía, la vinculación con los sistemas de IA es clave. El reporte da cuenta de la existencia de *algoritmos deterministas y estocásticos*¹⁴, pudiendo los últimos aprender de experiencias anteriores y calibrarse ellos mismos sus propios algoritmos, por lo cual su comportamiento no es enteramente predecible y, por ello, pasible de debates éticos.

La publicación considera a los robots como agentes (con “capacidad de hacer”) y, aunque diferente de la humana, con una agencia propia. Esta agencia se vuelve una cuestión más importante cuando se trata de agencia moral. Para resolver el problema de la diferenciación entre las decisiones morales humanas y las robóticas, se plantea que las agencias morales tienen grados, y es posible diferenciar agentes morales “explícitos” e “implícitos”. Una máquina puede ser un agente moral implícito en la medida en que tiene un software que restringe sus acciones no-éticas.

¹² Comisión Mundial de Ética del Conocimiento Científico y de la Tecnología de la Unesco (en inglés, Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology).

¹³ Para más información, visitar apartado específico en Apéndice G en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>.

¹⁴ Se denomina estocástico al sistema cuyo comportamiento intrínseco es no determinista. Esto es así en la medida en que el subsiguiente estado del sistema se determina tanto por las acciones predecibles del proceso como por elementos aleatorios. El término estocástico se aplica a procesos, algoritmos y modelos en los que existe una secuencia cambiante de eventos analizables probabilísticamente a medida que pasa el tiempo.

Sobre los usos educativos define dos objetivos: para generar el interés de los chicos en aprender sobre el mundo de la tecnología o para la realización de proyectos con los robots funcionando como recursos para permitir el acercamiento a algunos conceptos que con los modos tradicionales de enseñanza no sería posible. Y en las resoluciones sugiere a los Estados, organizaciones profesionales e instituciones educativas enfocarse en los impactos de la robótica, tanto en la pérdida como en la creación de nuevas oportunidades laborales.

El abordaje de la inteligencia artificial mediante entrevistas también ofrece definiciones y orientaciones.

Se habla de una Cuarta Revolución de la IA asociada al *big data*, cuyo potencial modificará el mundo. Estas combinaciones y la proliferación de sistemas con capacidad de autoalimentación a partir de los datos extraídos a las personas, colocan en la agenda la cuestión de la privacidad y la igualdad social.

En ese marco, se asevera que es preciso crear un conjunto de normas que regulen estas actividades, clasifiquen los datos. También se plantean interrogantes sobre posibles retribuciones a usuarios que al seleccionar un anuncio de publicidad en línea o utilizar el motor de búsqueda proveen datos y alimentan el negocio de la empresa.

En cuanto a posibles cambios en las dinámicas de desarrollo, se deja abierta la posibilidad de que países emergentes alcancen o superen a los desarrollados según el desarrollo de su economía de datos; o que si se dispone de infraestructura y de un sistema educativo adecuado se puede aprovechar la IA para mejorar la eficacia de su producción.

Otro apartado sugiere agregar a los pilares del sistema, empatía, creatividad y pensamiento crítico, ya que aquellos niños que ingresen ahora a la escuela desarrollarán la mayor parte de su vida profesional en un mundo que desconocemos. Los sistemas educativos deben anticiparse a estos cambios y ajustarse para que las futuras generaciones puedan prosperar. Siempre que se utilice de forma adecuada y conforme a las necesidades de los educadores, se podrán aprovechar las potencialidades de la IA, liberando a los docentes de algunas tareas para concentrarse en lo pedagógico.

La directora de Unesco afirma que la IA va a transformar profundamente la educación, revolucionando las formas de aprender, enseñar, acceder al conocimiento y capacitar docentes, al mismo tiempo que crecerá en importancia definir las competencias fundamentales para evo-

lucionar en un mundo cada vez más automatizado. También que puede permitir alcanzar los Objetivos 2030 con mayor rapidez. Sin embargo, subraya el riesgo de homogeneizar las industrias culturales, aumentar la precariedad laboral y generar desigualdades entre quienes acceden a estas tecnologías y quienes no.

Refiriéndose a los desafíos de IA y educación, remarca dos cuestiones: promover la producción de herramientas de IA locales y de libre acceso para mitigar el problema de los costos del equipamiento y las aplicaciones, con su consecuente limitación del acceso; reconsiderar los programas educativos, haciendo énfasis en la enseñanza de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, pero también dando prioridad a las humanidades y a las competencias en materia de filosofía y ética.

Finalmente, se considera necesario que los contextos sociales, éticos y jurídicos avancen al ritmo que lo están haciendo los desarrollos. Entre otras cuestiones, se plantea la preocupación respecto a la protección de la privacidad y los datos en internet, los algoritmos que censuran, la monopolización de la información, los algoritmos formados en base a prejuicios del lenguaje que reproducen conductas racistas.

2.4. A modo de cierre

A lo largo de este segundo capítulo se han plasmado aquellos conceptos y definiciones que desarrollaron quienes encabezaron y/u orientaron cada uno de los momentos que siguió la implementación de software y hardware en educación. A los fines de este estudio, queremos dejar señaladas algunas cuestiones e interrogantes que parece importante tener en cuenta. Por razones de espacio, se ofrece una puntualización de los distintos tópicos.

Sobre el planteo de Papert

Como se ha podido apreciar, el construccionismo de Papert pone un énfasis notable en las potencialidades de las computadoras, las lógicas y modelos con los cuales funcionan y las posibles vinculaciones con el desarrollo del conocimiento de niños y niñas a partir de situaciones que estimulen “aprendizajes piagetianos” que vinculen los conocimientos con la experiencia real que tienen. También existe una definición precisa sobre la relevancia del tipo de lenguaje computacional que se proponga,

justificando la estructura de Logo frente a otros existentes y con algún uso escolar (Basic).

Sin embargo, es preciso señalar algunas cuestiones:

- Si bien se da cuenta de una cultura precomputacional que podría encontrarse en lugares muy disímiles, como una ciudad norteamericana y una aldea africana, no se ofrecen ejemplos (salvo en el caso de los experimentos de conservación) en la proporción de esa afirmación.

- Se observa cierta ambivalencia en cuanto a las posibilidades de la escuela de incorporar la propuesta, dada la influencia y reproducción de la cultura precomputacional.

- Complementario del punto anterior (y en consonancia con algunas de las conclusiones a las que arribaron los estudios recuperados en el apartado sobre las explicaciones del abandono de Logo), se presenta un escaso desarrollo sobre el papel de docentes (pedagógico, didáctico, formación deseable), más allá de estimular niveles de mayor autonomía en la interacción niñas/os-computadoras.

- En contraste con los dos ítems precedentes, se verifica un fuerte peso de las decisiones a nivel de las familias y hogares en la selección de nuevas ideas, sin explicar cómo es posible que las influencias de la cultura precomputacional serían distintas en ese ámbito.

- Hay énfasis en las conclusiones sobre casos individuales o comparaciones entre dos personas, pero no se encuentran estudios sobre los procesos en cursos enteros o en grupos numerosos. O al menos si esto implica algún tipo de modificación respecto a las posibilidades/condiciones.

- A diferencia de lo explicitado respecto al software, no hay referencias al tipo de hardware. Como atenuante puede considerarse el momento histórico, de inicio de producción masiva de computadoras personales.

- De la misma manera que en el caso de las culturas precomputacionales, se observa una valoración universal de la inteligencia artificial, descartando la posibilidad de que reproduzcan aspectos de esas culturas previas o algún otro sesgo que pudiera limitar sus posibilidades como constructoras de nuevos modelos descriptivos/explicativos.

Sobre los planteos de Unesco relativos al segundo momento y la iniciativa OLPC

En un primer acercamiento, es fácilmente observable la mayor amplitud

de los temas que abordan las publicaciones analizadas, en contraste con las del momento anterior.

En ese marco, por su vinculación con este trabajo, se quiere poner el acento en lo siguiente:

- Es posible distinguir continuidades y cambios entre los primeros años y el final del siglo pasado, una de cuyas causas puede atribuirse a la expansión de internet. En el marco del corrimiento de la informática como eje de la enseñanza con computadoras, a finales de los 80 el foco está puesto en las posibilidades de las computadoras y programas para la enseñanza en general, mientras que a finales de los 90 la interconexión gana peso en la consideración de estas tecnologías y sus aportes a los sistemas educativos.

- Respecto a hardware y software, se destaca una preocupación sobre la calidad en la primera parte. Se ensayan algunas propuestas de desarrollos nacionales o de intercambio para enfrentar la cuestión de la compatibilidad de equipos y soportes lógicos. Hay un intento de que la educación defina las reglas del relacionamiento con la industria informática. Esto no se retoma en la segunda, donde hay más estudios descriptivos de los programas y sus funcionalidades y no se visibilizan aportes respecto al diseño de computadoras o redes.

- Otra de las distinciones se visibiliza respecto al modelo pedagógico, proponiendo en la segunda parte un desplazamiento que se distancia de los modelos de enseñanza con el profesor como centro y propone centrarse en uno de aprendizaje centrado en el estudiante. Las TIC se evalúan en relación con este nuevo enfoque.

- Cabe destacar que la enseñanza de la informática se plantea para la escuela secundaria y la formación profesional, más vinculada con el empleo, sobre todo en la primera parte.

- Sobre el impacto efectivo, en la primera parte se señala una dinámica que va del entusiasmo al desencanto, dada la rutinización con que se usan las computadoras. En la segunda no se aborda el estado de expectativas, pero sí estudios que confirman una utilización del mismo tipo (sustitutivo).

- La formación docente es un tema de preocupación, sobre todo en los materiales de Unesco, proponiéndose una formación general para el uso de TIC (más adelante, competencias) y apoyos para quienes quieran introducirse en informática. Como contrapartida, los estudios dan cuenta de que esto no se habría resuelto y hay notables falencias a nivel

global. Respecto a este mismo punto, la propuesta “transicional” no desarrolla en profundidad la implementación.

- Se avanza en propuestas de funciones específicas, como el Coordinador de Informática escolar. No se encuentran menciones de alguna experiencia concreta –aunque sea piloto– sobre la propuesta.

- También se consideran las brechas digitales de acceso y uso de estas tecnologías, vinculándolas a cuestiones de clase y género de los países en que se están utilizando, aunque no se desarrollan ejemplos de resolución o mitigación que puedan ser considerados en las nuevas iniciativas.

- Sobre todo en la segunda parte se plantea un vínculo significativo entre las TIC y el desarrollo de las sociedades, países, personas. En ese marco se destaca la consolidación del “paradigma TIC” y la promoción de una formación para el uso eficiente de estas tecnologías. También la definición de “neutralidad cultural” de las TIC y la vinculación de los resultados de su uso a las decisiones políticas, administrativas y pedagógico-didácticas.

- Tras la valoración de cambios constantes en el desarrollo tecnológico, se impulsa una nueva visión de la formación/educación de carácter permanente, que permita el acceso a competencias para un uso de las TIC centrado en el tratamiento de la información. Esto impacta en los roles previstos para docentes y estudiantes, promoviendo un rol de constructor de entornos de aprendizaje flexible y amplio para los primeros, y un creciente control y autonomía en las actividades para los segundos. Las TIC se evalúan según su aporte a este proceso. Sin embargo, en las contribuciones no se profundiza sobre el concepto de información.

- Se comienza a dar cuenta de la compleja red de actores, espacios y tiempos que entran en juego para la incorporación de las tecnologías y motorizar las nuevas prácticas propuestas.

- En el caso de la iniciativa OLPC, se vuelve sobre los pasos de Papert y el control de los niños sobre su propio proceso de aprendizaje. A este respecto llama la atención la valoración del proceso de aprendizaje como individual, en el sentido piagetiano, al tiempo que se presenta una renovada expectativa en las computadoras y las posibilidades de interconexión comunitarias y globales. También, aunque con poco desarrollo, se incorpora la formación docente como parte del proyecto de una manera más clara que en la etapa de Logo. Por otra parte, hay un planteo específico sobre el tipo de software y hardware vinculados a los objetivos del proyecto. Debe subrayarse, sin embargo, que las implementaciones de pro-

gramas inspirados en OLPC durante esos años no han incorporado completamente ese principio. Finalmente, aquí también aparece una figura, específicamente vinculada al programa, el Equipo Central, con funciones similares al coordinador de Informática escolar.

Sobre el planteo de Wing

El concepto de pensamiento computacional elaborado y difundido por Wing ha tenido y tiene una creciente difusión. Sin dudas, representa una perspectiva a tener en cuenta en cualquier intercambio sobre la enseñanza con computadoras y el papel de la informática en la educación.

En ese marco, se pueden señalar algunas cuestiones:

- La abstracción del concepto plantea el interrogante de las estrategias para enseñarlo y aprenderlo, por ejemplo, respecto a la necesidad de equipamiento informático y software. En este sentido, aunque es correcto distinguir entre el modo de pensar utilizado en el campo de la informática y la programación, la mayor parte de los ejemplos que enmarcan la propuesta de incorporar al PC como una habilidad imprescindible –al nivel de la lectura y escritura– son las computadoras y sistemas algorítmicos que Wing observa expandiéndose a todos los espacios de la vida humana.

- Algo similar sucede con la propuesta de realizar cursos para docentes y estudiantes. Por ser muy general, no aborda la manera en que se incorporaría a las áreas y campos del conocimiento que se trabajan en los distintos niveles e instituciones de los sistemas educativos: como un contenido general en el proceso de formación de los profesorado, como un área específica de estudio y enseñanza o como una combinación de ambas. Consecuentemente, se plantea el mismo interrogante a nivel de la enseñanza en la educación básica escolar.

- No se encontraron reflexiones críticas acerca de posibles impactos sociales negativos de los actuales sistemas algorítmicos y su posible relación con los modos de pensar dominantes en el campo de la informática, con otros campos del pensamiento, etc.

Sobre las definiciones de Unesco en el tercer momento

Tomando el orden de aparición en este trabajo, sobre las definiciones ofrecidas por Unesco, se puede señalar lo siguiente:

- El material de *ciencias de la computación* ofrece una perspectiva definida respecto a la incorporación de un nuevo contenido escolar, así como a la orientación para hacerlo en las escuelas (“pasar del uso de las computadoras a la comprensión del funcionamiento de estas tecnologías”), enmarcada en el proceso de formación general a la que se abocan los sistemas educativos. El horizonte es la superación de los usos pasivos, para adquirir conocimientos y habilidades que permitan uso comprensivo y crítico, así como la futura producción de tecnologías. En cuanto al equipamiento y la manera de incorporarlo a los distintos niveles, se presenta un panorama más abierto. Se destaca la valoración de la enseñanza para la formación de recursos humanos en el área de informática en relación directa con la soberanía tecnológica. Sin embargo, más allá de la acción coordinada entre el Estado y el sector privado, no se observan definiciones que enmarquen la articulación entre la formación general propuesta para todo el sistema y la enseñanza para el desarrollo informático en la región ni un abordaje de los distintos modelos de diseño (software libre y hardware de especificaciones libres, comunidades de desarrollo, el papel del Estado en este campo).

- Lo definido respecto a la *robótica* en general representa un valioso esfuerzo por analizar un campo que está dando enormes saltos en los últimos años. También la preocupación por las cuestiones éticas tocantes a estos desarrollos. El apartado relacionado con los usos educativos, aunque el tema no es nuevo, es breve y no sale de lugares comunes (estrategias de uso, advertencias sobre el papel docente). Consecuentemente, las sugerencias para los estados son pocas y no aparecen vinculadas con las reflexiones sobre el carácter de agentes, las implicancias morales de algunas decisiones que sus sistemas pueden tomar sin asistencia ni monitoreo humano, los propios sesgos de quienes los programan (también existentes en los paquetes de robótica educativa que se distribuyen en cada país).

- El apartado de IA da cuenta de las transformaciones a escala global que se relacionan con el desarrollo de los sistemas algorítmicos y el manejo de enormes cantidades de datos. Se destaca la propuesta de producción de herramientas de IA locales, así como la enseñanza de las áreas STEM pero manteniendo la priorización de las humanísticas y filosofía. Esto último se torna complejo, ya que priorizar todas esas áreas puede implicar no priorizar ninguna.

Las iniciativas nacionales y tres lugares comunes

Aunque se señalan en el capítulo anterior, es importante recuperar dos cuestiones respecto del tercer momento. En primer lugar, que sus planteos no se presentan como una reorientación o revisión del momento anterior, sino como una síntesis entre las implementaciones de las tecnologías digitales en tanto TIC y la reincorporación de los planteos “papeleros”, ahora con un mundo en mejores condiciones. En segundo término, que estamos en los primeros años del mismo y que se viene llevando adelante mediante iniciativas nacionales, sin que se hayan consensuado aún orientaciones, lineamientos, programas, objetivos, propósitos, etc. a nivel global o regional. Asimismo, mientras este proyecto se está desarrollando, hay diversas comunidades que debaten y estudian la implementación, por lo que los señalamientos aquí presentados tendrán que ser considerados bajo este paraguas.

En ese marco, la visita publicaciones de las iniciativas locales (Cepal, 2012; Unicef, 2013; NAACE, 2014; Wu, 2014; Australian Curriculum, 2016; Intef, 2018; Jong y Liu, 2020), así como los sitios oficiales (HITSA, Code@SG, Code.org) permite dar cuenta de la existencia de tres lugares comunes en cuanto a los propósitos de las iniciativas nacionales:

- La adquisición de habilidades como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la creatividad.
- Aumentar el interés en el aprendizaje de los campos de la ciencia y tecnología.
- Vincular estos logros a la inserción laboral y participación social.

Línea de tiempo

A continuación se ofrece una cronología (Imagen 6) que ubica los momentos, algunas publicaciones e hitos contextuales.

Si bien, como se afirma al inicio de este trabajo, en algunos casos han convivido iniciativas de un momento con otras del siguiente, el esquema contribuye a la comprensión de lo expuesto con anterioridad.

Con lo presentado hasta aquí se ha intentado reconstruir las tendencias dominantes en la utilización de hardware y software, así como sus enfoques y perspectivas, para la utilización en la educación básica.

En el siguiente capítulo, se contrastará lo investigado con los aportes

de los estudios sociales y filosóficos sobre la tecnología cuyo enfoque se consideró relevante a los fines del presente estudio.

Imagen 6. Computadoras y escuelas, una cronología



Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 3. Aportes de la sociología de la tecnología, la filosofía de la técnica y el software libre

Afirmé que la máquina no es un esclavo ni un instrumento utilitario, válido únicamente por sus resultados. Enseñé el respeto a ese ser que es la máquina, intermediario sustancial entre la naturaleza y el hombre; enseñé a tratarla no como un servidor, sino como un niño. Definí su dignidad y exigí el respeto desinteresado hacia su existencia imperfecta. (...) varios alumnos han comprendido profundamente y han practicado esta toma de conciencia del ser técnico, entendiendo que en la máquina está la historia humana depositada, y experimentando en ella la presencia del mundo.

Simondon (*Sobre la técnica*, 2017)

La implementación de iniciativas para la enseñanza de la programación y la robótica, a diferencia de las que podemos agrupar (en sentido amplio) en la perspectiva TIC, ponen a la tecnología como objeto de estudio. Durante el segundo momento, se enfatiza en las tecnologías informáticas como medios potentes para aprender algún contenido o acceder a algún tipo de información o conocimiento de maneras impensadas antes de su existencia. Las iniciativas actuales, aunque también piensan en la programación y la robótica como medios para la enseñanza y el aprendizaje de contenidos de otros campos del conocimiento (contenidos STEAM, por ejemplo), también incluyen la enseñanza de la programación y la robótica como contenidos específicos. Por ello se considera necesario un análisis más integral de estos objetos tecnológicos.

Enmarcado en esta perspectiva, se desarrollará el presente capítulo, que pondrá su foco en los “objetos con los cuales pensar”, en términos papertianos. Para hacerlo, primeramente, se presentarán características relevantes del hardware y software para programación y robótica diseñado, producido y, posteriormente utilizado en la educación de la pri-

mera infancia. Seguidamente, se revisará lo presentado con contribuciones de la filosofía de la técnica, la sociología de la tecnología y el movimiento de software libre. En el primer campo, se pondrán en juego los aportes de Feenberg y su concepto de *código técnico*; Simondon y su definición de *objeto hipertélico*; Quintanilla sobre la *opacidad* y la *composicionalidad* de los sistemas tecnológicos y, acompañando esta perspectiva de *tecnologías entrañables* promovida por el filósofo español, los de Sandrone y Lawler en lo que refiere a la importancia de la *transparencia* y la necesidad de diseñar *objetos técnicos abiertos*. Del campo sociológico, se vertirán los aportes de Bijker y Pinch y sus conceptos de *flexibilidad interpretativa*, *grupos sociales relevantes* y *marco tecnológico* (technological frame). El tercer aporte lo constituirán las definiciones principales del movimiento de software libre, sus *cuatro libertades para definir un software libre* y la expresión de las mismas en el diseño de *hardware libre*.

Aprovechando las posibilidades brindadas por este análisis interdisciplinario, se propondrán dos conceptos —elaborados durante y para este trabajo— considerados adecuados para el análisis de software y hardware de uso en educación de la primera infancia (*paralaje determinista* y *heterocromía pedagógico-técnica*) y uno para la evaluación de estos artefactos ciberfísicos (*Índice EME*), que apunta a una respuesta más adecuada e integral a la hora de diseñar propuestas de enseñanza sobre y con estas tecnologías.

3.1. Hardware y software, características relevantes

En el Apéndice C que acompañaba originalmente este trabajo¹ se enumeran aquellos desarrollos de hardware y software con mayor utilización en las diferentes iniciativas de enseñanza de programación y robótica dirigidas a la educación de la primera infancia. Partiendo de ese listado, en este capítulo se pasará revista a aquellas características relevantes que presentan y con las cuales se insertarán en los sistemas educativos en general, y en los de la primera infancia en particular. Se pondrán de relieve, entonces, características salientes de los robots, entornos de programación² y, dado que aquellas con mayor uso en educación se ofrecen como

¹ Se puede consultar en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>

² Información descriptiva, disponible en Apéndice H en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>

apropiadas para la primera infancia, también se ponen en consideración algunas tabletas (también conocidas como *tablets*).

3.1.1. Robots

Si bien los modelos y posibles entornos de funcionamiento son muchos, es posible determinar cuáles son las características que definen a un dispositivo para que podamos considerarlo un robot. Aunque existe información sobre ellas en el Apéndice G³, se considera útil recuperarlas seguidamente:

- *sensores*, para recoger información del ambiente en que están (pulsadores, infrarrojos, de ultrasonido, de temperatura, etc.);
- *controladores o microcontroladores*, en los que se alojan los programas con las instrucciones que debe seguir el robot (las placas con los microprocesadores y componentes que conforman los circuitos electrónicos para recibir, procesar y enviar la información);
- *actuadores*, con los que ejecuta las instrucciones (motores, parlantes, luces, pinzas, cilindros neumáticos/hidráulicos, etc.);
- *estructura*, física, mecánico-eléctrica, que soporta y vincula todos los componentes y para el funcionamiento del robot (chasis, mecanismos de transmisión, ruedas, protectores, conectores, clavijas para carga de energía, etc.);
- *alimentación o fuente de energía* para brindar autonomía de funcionamiento (pilas alcalinas, baterías ion-litio, baterías de plomo-ácido).

A partir de este esquema general y según la información a la que se pudo acceder consultando los sitios de sus desarrolladores⁴, es posible distinguir las siguientes características en los robots con mayor uso en las iniciativas vinculadas con la educación de la primera infancia:

³ Incluido en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>

⁴ Para consultar detalles de los robots, visitar el apartado específico en Apéndice H en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>

Tabla comparativa. Robots educativos de uso frecuente en las propuestas de enseñanza para primera infancia

| Comp/robot | Code&Go | bee-bot blue-bot | KIBO | Cubetto | mTiny |
|--------------------|-------------------------------------|---|--|---|---|
| Sensores | pulsadores | pulsadores | de sonido - de luz - de distancia - escáner de bloques | pulsadores | pulsadores - lector de tarjetas - |
| Controlador | sin información | desarrollado por TTS | sin informació n | Arduino | desarrollad o por mBock |
| Actuadores | motores - luces LED - altavoz | motores - luces LED | motores | motores - altavoz | motores - altavoz - luces LED |
| Estructura | plástico - ruedas, ejes | plástico opaco - plástico transparente - transmisión inalámbrica - ruedas, ejes | plástico - ruedas, ejes | madera - transmisión inalámbrica - ruedas, ejes | plástico - transmisión inalámbrica - ruedas, ejes |
| Energía | pilas AAA | batería litio 6 hs auton. | 4 pilas AA | 2 pilas AA 5 hs auton. | batería litio 2½ hs auton. |

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la codificación, la totalidad de los dispositivos presentan la posibilidad de una *programación física o con interfaz física*, permitiendo la construcción de los programas mediante la manipulación/encastrado de tarjetas plásticas, bloques de madera o de plástico. Mientras en la mayoría de ellos se enfatiza sobre la inexistencia de pantallas para el aprendizaje (*free-screen*), los de TTS presentan la posibilidad de programar desde una tableta descargando una aplicación.

En lo que refiere a las *ampliaciones*, en términos generales están vinculadas a una mayor cantidad y/o complejidad del escenario de desplazamiento, mediante nuevos obstáculos, límites, etc. En ese contexto, se destacan KIBO y Cubetto, en lo referido a las posibilidades de incorporar nuevos comandos y conceptos de la programación.

Al enfocarse en el *soporte técnico y las posibles reparaciones/devoluciones*, muy brevemente se puede señalar que en todos los casos las empresas

ofrecen soporte y que las garantías van de los seis a los 12 meses. En algún caso los costos de envío corren por cuenta del cliente (Learning Resources), hay una tarifa mínima (KinderLab US\$ 75) o la información no es clara ni de fácil alcance (TTS). Sin embargo, tanto en este tema como en el de los costos, el involucramiento de los estados plantea modificaciones y posibles alternativas.

3.1.2. Entornos de programación

Como se presenta en capítulos anteriores, el renovado impulso por la enseñanza de la programación desde los primeros años de escolarización, recupera los propósitos y esperanzas existentes en el momento de auge de Logo. El desarrollo de lenguajes de programación con bloques, con interfaces gráficas más intuitivas, plantea la posibilidad de que personas sin experiencia previa en la programación informática puedan introducirse en este campo del conocimiento.

Pese a estas novedades, es importante considerar la advertencia del propio Papert respecto al modo en que se utilicen las computadoras para el aprendizaje, pudiendo reproducirse las concepciones “matemafóbicas” dominantes con el consecuente desaprovechamiento de las potencialidades de las computadoras. En este sentido, las posibilidades de encontrarse en situación de programar las computadoras según objetivos personalmente definidos y significativos para cada niña/o. De igual modo, las expansiones de los lenguajes juegan un rol importante en la construcción de modelos de representación de complejidad creciente, pero a partir de esquemas de cada sujeto de aprendizaje.

Según la información a la que se pudo acceder respecto a los entornos de programación con mayor uso en las iniciativas vinculadas con la educación de la primera infancia⁵, se pueden enumerar las siguientes características.

Respecto a la necesidad de *conexión*, dos de ellos se encuentran dentro de plataformas que funcionan en la web, mientras que uno (Scratch Jr) se ofrece para instalar en el equipo. En este último caso, solo se necesita internet para compartir los proyectos creados. Aquí es posible señalar una ambivalencia de la cuestión del acceso, ya que si bien el

⁵ Para consultar detalles de los entornos de programación, visitar el apartado específico en Apéndice H en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>

entorno que no utiliza internet puede funcionar en lugares sin conectividad, las plataformas pueden ser utilizadas desde diversos equipos, sin necesidad de adquirir uno.

En lo referido a la *modalidad de actividades* propuestas, más allá de las guías para la iniciación y el reconocimiento de los comandos, nuevamente Scratch Jr se diferencia de los otros dos entornos, al proponer la libre elección de actividades y acciones, mayor posibilidad de intervenir sobre el fondo y los personajes del escenario, frente a las propuestas incrementales presentadas en Code y Tynker.

Pensando en las *posibilidades de ampliar* los procesos de experimentación, debe reconocerse que la totalidad de los entornos promocionan la interacción con las *comunidades* que participan en estos espacios de aprendizaje. En este punto, la vinculación de Scratch Jr con Scratch (gratuito y disponible en la web o para descarga) es para resaltar.

Finalmente, poniendo de relieve los *costes*, debe señalarse que Code y Scratch Jr son gratuitos mientras que Tynker se ofrece como una propuesta paga, incluso para las instituciones educativas.

3.1.3. *Tabletas*

Desde su aparición, a inicios del presente siglo, las tabletas (tablets, según su denominación en inglés) han expandido su utilización en los sistemas educativos. Considerando que las iniciativas revisadas no dan cuenta de algún modelo en particular, se ha tomado la decisión de puntualizar aquellas características generales o presentes en los modelos de mayor utilización y consideradas importantes para este estudio.

Una primera consideración puede hacerse en lo referido a su *tamaño*. Los equipos se ubican entre el teléfono celular y la computadora portátil. Como la mayoría no dispone de teclado mecánico, la medida más considerada es la de la pantalla. La misma, se diseña en una gama que va de 7 a 21 pulgadas, aunque son las de entre 7" y algo más de 10" las que se promueven para uso por parte de niños/as de la primera infancia.

Otra cuestión relevante la constituye el *sistema operativo* (en adelante, SO) de estos equipos. Aunque hay algunos otros, de lejos, los más utilizados son iOS, de Apple, y Android, de Google. El primero es un software propietario, de código cerrado. El segundo, está diseñado con la filosofía de código abierto.

No así en el caso del *hardware*, siendo todos los modelos diseñados

como hardware privativo, desarrollado y patentado por las empresas y los proveedores de la industria.

En cuanto a las fuentes de energía, las tabletas analizadas vienen equipadas con *baterías no extraíbles*. Las clavijas (*pins*, por su escritura en inglés) de carga también se dividen según los SO: los móviles Android (micro USB y USB-C) y los teléfonos de Apple (Lightning).

3.1.4. Resumen

El proceso de revisión llevado adelante permite realizar algunas consideraciones sobre aquellos rasgos de las distintas propuestas de hardware y software con mayor promoción y uso en las iniciativas para la enseñanza de programación y robótica durante la educación de la primera infancia.

Cabe hacer una referencia a las posibilidades de *construcción*. En términos generales, los seis robots visitados ofrecen prestaciones limitadas en lo referido a sus estructuras y componentes. En ese contexto, cabe hacer algunas distinciones entre ellos. Code&Go, Bee-bot y Blue-bot no ofrecen posibilidades de construir ya que su estructura viene prefijada, así como sus sensores y actuadores. Este último, con el uso de la aplicación así como del lector de tarjetas, podría habilitar una mayor experimentación y testeado de los programas construidos. Cubetto y mTiny tampoco tienen posibilidades de construcción en su estructura, aunque sí poseen algunas a nivel de los comandos de programación. En el caso de mTiny debe considerarse, además, que su firmware y controlador son de base Arduino, por lo que aunque muy limitadas se podría pensar en algunas intervenciones sobre ellos. Finalmente, Kibo es el que ofrece mayores posibilidades tanto en la estructura (sobre todo incorporando sensores) como a nivel de la programación (creación de comandos).

En el caso de los entornos de programación, se puede afirmar que Tynker es el más limitado; Code está en un punto medio y Scratch Jr ofrece mayores posibilidades de construcción. En este caso puede hacerse una salvedad, dado que Code construye sus cursos en software de código abierto, por lo que podrían modificarse las propuestas. Las tabletas podrían diferenciarse en función de las atribuciones de sus SO así como del hardware, siendo más amplias las posibilidades de articulación en las que tienen Android que iOS. En el caso del hardware la situación es similar, aunque con mayores limitaciones generales, dada la inexistencia de hardware libre en estos desarrollos.

Yendo a las posibilidades de *modificación*, se perciben que son muy limitadas en los seis robots. El formato de la estructura en la que se montan sensores, actuadores, controlador, etc., son fijos. No hay posibilidades de darles otra forma vinculada a otra función que se quiera experimentar. A nivel de los entornos de programación, se percibe una diferencia entre Scratch Jr y los otros dos, en favor del primero. Las tabletas no presentan posibilidades de modificación a nivel del hardware, ni del software.

Una cuestión relevante la constituye la *expansión*, esto es las posibilidades de articular el artefacto con otras tecnologías. Aquí las observaciones dan cuenta de una gran limitación. Ni los robots, ni los entornos de programación se han diseñado pensando en la posibilidad de unión con otros robots, tabletas, entornos de programación, smartphones, plaquetas electrónicas, sensores y actuadores, impresoras 3D, etc. Cabe distinguir que las tabletas presentan algunas posibilidades, vinculadas a otros productos de las empresas desarrolladoras.

Respecto a la *energía*, los robots la consiguen mediante las pilas alcalinas o las baterías no extraíbles. Estas últimas son utilizadas por todas las tabletas. Ambas fuentes presentan un elevado impacto ecológico, dada su escasa duración en el caso de las pilas o la necesidad de descartar el dispositivo completo por la imposibilidad de separar y reemplazar en el de las baterías. Sin embargo, incluso en los casos en que se enfatiza en aspectos ecológicos del dispositivo, no se ha buscado algún modo más sustentable de resolver el problema de la basura electrónica que generan este tipo de fuentes.

Finalmente, las cuestiones del *origen* y la de los *costos*. Todo el hardware y software analizado es diseñado y desarrollado por empresas estadounidenses, británicas y chinas. Aunque es posible que los estados tengan algunos convenios, según la información que se pudo recabar, no hay una organización distribuida globalmente para atender el soporte técnico, las reparaciones, la búsqueda de repuestos. Al no tratarse de componentes universales en todos los casos, es posible que esto genere complicaciones y demoras, cuando no directamente impedimentos, en los procesos de revisión, arreglos, reemplazos, etc. Por otra parte, los costos de robots y tabletas, aún los más reducidos, implican una inversión importante que, además de ser dificultosa de afrontar para los estados, en lo que refiere a los alcances de este estudio presenta un obstáculo más significativo: limita seriamente las posibilidades de experiencias universales (tipo OLPC), así como su escalamiento sostenido.

3.2. Bajo las lentes de la sociología de la tecnología, la filosofía de la técnica y el software libre

El hecho de que las disciplinas y los artefactos viajen con tanto éxito de un entorno social a otro no se debe a la ausencia de influencias sociales en el diseño, sino a su transmisión a través de las disciplinas y los artefactos mismos.

Feenberg (“Constructivismo crítico: una exposición y defensa”, 2020)

La revisión presentada en el apartado anterior, ofrece la posibilidad de un análisis de las tecnologías que serán puestas en funcionamiento en las iniciativas de enseñanza de programación y robótica a niñas/os de la primera infancia.

Coincidiendo con Papert, respecto a las propiedades proteicas de las computadoras, se procederá a contrastar las formas que efectivamente han asumido en los casos seleccionados, a través de unas lentes interdisciplinarias, en las que se combinan los aportes de Bijker y Pinch y su modelo constructivista social de las tecnologías (flexibilidad interpretativa, grupos sociales relevantes, marcos tecnológicos), las contribuciones de Feenberg (código técnico), Simondon (objeto hipertélico), Quintanilla (composicionalidad y opacidad de los sistemas tecnológicos), Sandrone y Lawler (transparencia de esquemas de funcionamiento y diseño de objetos técnicos abiertos) del campo de la filosofía de la técnica⁶, y las definiciones sobre los tipos de libertades que constituyen a un software como software libre y la medida en que pueden materializarse en el diseño de hardware.

Se ha considerado que esta combinación de perspectivas proporciona el aparato conceptual necesario para un abordaje amplio del hardware y software utilizado en educación de la primera infancia, permitiendo visibilizar aspectos de estos artefactos que han permanecido soslayados en las actuales iniciativas y propuestas de enseñanza de programación y robótica en los jardines de infantes y que tienen relación directa con los procesos de apropiación de conocimientos y prácticas de uso que puedan generarse.

⁶ Podrá consultarse información ampliatoria sobre las contribuciones de los autores referidos en los distintos apartados del Apéndice I en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>

3.2.1. Paralelismo determinista y heterocromía pedagógico-técnica

Los robots, entornos y tabletas puestos a revisión son los de mayor uso en las iniciativas de enseñanza de programación y robótica para la primera infancia. Con vinculaciones indeterminadas respecto de las comunidades educativas (y colocando en un nivel paralelo la opción de utilización familiar), las empresas desarrolladoras los distribuyen a escala global, publicitándolos como portadores de la posibilidad de adquirir saberes y competencias para una integración satisfactoria –y potencialmente transformadora– en el mundo que vivimos y en el que se proyecta. Esta aseveración se sustenta en que, por un lado, estas tecnologías permiten situaciones de aprendizaje innovadoras y significativas; por otro, comprender su funcionamiento permitirá insertarse en las sociedades hipertecnificadas e hiperconectadas que habitamos. De allí que se promueva su incorporación a la enseñanza de robótica y programación como medios para la adquisición de esos saberes y prácticas emergentes desde edades tempranas.

Sin embargo, estas afirmaciones llevan implícita una valoración sobre la resolución de los problemas –a partir de las funcionalidades y el diseño de estos dispositivos– tal que sería posible repetir los resultados en cualquier entorno. Se trata de una perspectiva que entronca con los postulados propios del determinismo tecnológico. En sus estudios, Bijker (2005) describe que este enfoque se sustenta en dos afirmaciones:

- La tecnología sigue un proceso autónomo de desarrollo, independiente de cuestiones externas, como la economía o la política.
- Los desarrollos tecnológicos, a partir de su impacto económico y social, determinan la organización social.

Esta concepción, afirma Bijker, es la posición dominante en nuestras sociedades, ya sea que indagemos en la ciudadanía, autoridades o dirigentes políticos (2005: 4). Una de las consecuencias más importantes de esta perspectiva es aquella que comprende a las tecnologías como *neutrales*, colocando la mirada sobre los impactos generados por su utilización en las sociedades pura y exclusivamente en quienes las usan. Consecuentemente, la preocupación debe estar, entonces, en los “buenos usos” de las tecnologías, sean cuales fueren, dejando en manos de personas *expertas* los debates y, sobre todo, las decisiones, vinculadas a las tecnologías. En el mejor de los casos, se intentará anticipar los desarrollos venideros, a los fines de preparar a las sociedades para ellos.

Se define este enfoque que orienta a las iniciativas analizadas como *paralaje determinista*, con intención de resaltar el punto de observación de las tecnologías que, por estar enrolado en la concepción determinista, de manera análoga con una medición astronómica o mecánica, impacta directamente en la valoración de lo observado, devolviendo una imagen de los dispositivos con que se enseña programación y robótica dotadas de neutralidad y universalidad.

A este respecto, bien vale incorporar las aportaciones de Andrew Feenberg (2005 [1991], 2012, 2020) y algunos conceptos centrales de su *Teoría crítica de la tecnología*. Para el filósofo canadiense la tecnología tal y como se presenta en nuestras sociedades reproduce condiciones de dominación de unos pocos sobre el resto a través de los diseños y los intereses que los estructuran (2005:3). Lejos de valores universales, Feenberg reconoce que la perspectiva de los distintos grupos influyentes se manifiesta en las decisiones técnicas definidas durante el proceso de diseño.

Estas decisiones se han institucionalizado mediante un proceso de articulación entre necesidades de esos grupos y soluciones técnicamente coherentes, por lo que se presentan como un “criterio de verdad” que rige la dinámica tecnológica. Feenberg busca develarlas mediante el concepto de *código técnico* (2012: 126 y ss.) que estaría compuesto por las reglas —explícitas e implícitas— que deben seguir los diseños tecnológicos actuales. La selección de las partes y el modo en que se entrelazan obedece tanto a cuestiones puramente técnicas como sociales. En resumen, las tecnologías son seleccionadas porque funcionan en tanto tales, pero también porque son útiles a los intereses sectoriales de quienes las insertan en el medio social. La dinámica tecnológica no se explica por la neutralidad, sino por la expansión y consolidación del código técnico de la élite dominante.

Al volver la mirada sobre las tecnologías que se vienen analizando, pero contrastando el análisis con los aportes de Feenberg, es posible advertir la escasa (o nula) participación de docentes, estudiantes y de la comunidades con sus respectivas valoraciones y necesidades en el diseño y selección de tecnologías. Esta configuración del proceso, lejos de ser gratuita para estas comunidades excluidas, afecta sus prácticas en un triple sentido: a) al considerar universalmente válidas las determinaciones sobre los problemas y las soluciones que deben aplicarse, obviando o devaluando aquellas surgidas —o que podrían emerger— de sus propias

experiencias; b) al obturar la posibilidad de un análisis crítico respecto a la neutralidad de las tecnologías, en este caso los robots, entornos y tabletas, yendo en sentido contrario a los propósitos que orientan las iniciativas de enseñanza, y c) al promover una integración adaptativa respecto de los sistemas tecnológicos actuales, con la consecuente limitación de las dinámicas de transformación e innovación necesarias para la resolución de problemas emergentes y/o pendientes.

En sus aportaciones, Feenberg también introduce el concepto de *sesgo formal* (2012: 133 y ss). El mismo se pone de manifiesto cuando la tecnología en cuestión se presenta compuesta por elementos relativamente neutrales, pero la selección de los tiempos, modos y el contexto en que se define insertar reproduce relaciones de dominación. La aparente neutralidad de sus componentes solo existe en abstracto, dado que al insertarse en contextos específicos social e históricamente se torna ilusoria para dar paso a la replicación de las condiciones de dominación preexistentes.

Al considerar el hardware y software desde esta perspectiva, se hace visible la transmisión del código técnico de las empresas desarrolladoras a través del diseño, mediante la determinación de las posibilidades de acceso, soporte técnico, reparaciones, repuestos, fuentes de energía, componentes para el fortalecimiento y/o expansión de la estructura, etc. Habida cuenta de esto, las dinámicas de implementación de estas tecnologías en la educación se orientarán según las redes organizadas por (y en torno) a la industria, recreando la subordinación tecnológica en los sistemas educativos en general y en los de aquellos países a los que se exportan las tecnologías en particular.

La antecedente contrastación permite dar cuenta sobre que el mencionado punto de vista con que se conciben las tecnologías da origen a una *error de paralaje determinista*. Debe añadirse que el yerro tiene capacidad para perpetuarse, e incluso pasar desapercibido, al apoyarse en un entorno autosignificante. Esto es, un enfoque en el que la universalidad y neutralidad —explícitas o implícitas— aparecen como propiedades ontológicas de las tecnologías, en lugar de la manifestación de una orientación dominante del diseño, propia de la subordinación (cuando no la lisa y llana exclusión) de grupos sociales, organizaciones y estados, de los que se soslayan saberes, prácticas, métodos y experiencias, a la par que necesidades e intereses (en este caso, como mínimo, educativos). Por ello, y a los fines de evitar o mitigar lo más posible esta falencia, resulta imperiosa la necesidad de señalar este error para encaminarse a la recuperación de

los procesos de diseño como dimensión de análisis sobre las tecnologías en general y las que se proponen para usos educativos en particular.

La cuestión se complejiza en la medida en que las falencias analíticas recientemente descritas se insertan en propuestas educativas orientadas a partir de una perspectiva constructivista del aprendizaje. De manera que, independientemente de aquellos matices que puedan existir entre ellas, las iniciativas nacionales y las publicaciones revisadas persiguen propósitos de construcción y apropiación de conocimientos, habilidades y competencias sobre la programación y la robótica, pero, al mismo tiempo, los artefactos tecnológicos (en este caso el hardware y software específico) que son pensados como protagonistas de estas propuestas (en rol de objeto de estudio o de medio técnico) son valorados explícita o implícitamente como universales y neutrales.

Esta convivencia de ambos enfoques en un único aparato conceptual, se define como *heterocromía pedagógico-técnica* por analogía a la existencia de esta anomalía que se expresa en individuos cuyos ojos son de colores diferentes. En este caso, se pretende ilustrar la existencia de una perspectiva compuesta de un “ojo de tono constructivista” para la pedagogía y un “ojo de tono determinista” para la técnica. Esta naturaleza bifocal contribuye a camuflar el enfoque determinista sobre las tecnologías que contiene y, por ello, es necesario visibilizar su existencia contradictoria. Por otra parte, si se tiene en cuenta que tiene preeminencia en las políticas públicas investigadas, se trata de una contradicción tan notable como relevante.

Con el objeto de superar esta incoherencia, complementando con los de Feenberg, se traen a colación conceptos del modelo constructivista social de las tecnologías (SCOT, por sus siglas en inglés). Promovido en los estudios de Bijker (1987, 2005) y Pinch-Bijker (2013)⁷, presenta a los artefactos como resultado de un proceso en el que *grupos sociales relevantes* ponen en juego sus interpretaciones sobre el artefacto y su actuación en la comunidad. Precisamente, la trayectoria se inicia con este momento de *flexibilidad interpretativa*, en el que cada grupo social confiere un significado particular al artefacto y pugna por un diseño orientado por esa valoración. Esto se expresa en la convivencia de varios

⁷ Wiebe Bijker, ingeniero, filósofo y doctor en Sociología e Historia de la Tecnología por la Universidad de Twente; Trevor Pinch, sociólogo británico, expresidente del Departamento de Estudios Científicos y Tecnológicos de la Universidad Cornell. Realizaron conjuntamente estudio sobre la construcción social de los sistemas tecnológicos (1987).

artefactos que se disputan la primacía. De allí, se da paso al momento de *estabilización y clausura* (Bijker, 1987: 55; Bijker, 2005: 7), donde la flexibilidad va disminuyendo y se van definiendo cursos para el diseño del artefacto en cuestión, seleccionándose uno entre varios artefactos coexistentes como “solución”. Al aflorar de un proceso como el descrito, los artefactos que interactúan en el medio social condicionan la construcción de los denominados *technological frame* –marcos tecnológicos– (Bijker, 2005: 7) de las comunidades. Estos marcos se constituyen por el modo en que una colectividad particular concibe y soluciona sus problemas, así como por diversos conocimientos, prácticas, modos de evaluación y selección (Bijker, 1987: 2005). La inclusión y el peso de cada una de estas dimensiones/componentes del marco tecnológico variará según el grupo social relevante y la tecnología que se analice. El proceso de interacción sigue un curso espiralado *artefacto* → *marco tecnológico* → *grupo social relevante* → *nuevo artefacto* → *nuevo marco tecnológico* → *nuevo grupo social relevante* (Bijker, 2005: 7).

Cuando se revisa el caso del software y hardware para programación y robótica utilizado en la educación para la primera infancia, es dable observar que la *heterocromía pedagógico-técnica* soslaya el proceso de estabilización de estos dispositivos y los grupos sociales relevantes que terminaron pesando en el advenimiento de ese (y no otro) artefacto. En este caso, si bien es posible encontrarse diversos desarrollos, todos tienen un punto común: preeminencia de algunos centros de producción de conocimiento e industrias asociadas, por sobre las comunidades educativas. Si se consideran las advertencias generales de Unesco a finales del siglo pasado respecto al papel protagónico del sector educativo en las vinculaciones con la industria informática y sus nuevas tecnologías, se puede afirmar que la situación actual está en las antípodas.

En consecuencia, son esperables efectos negativos tanto en el proceso de enseñanza como en las dinámicas tecnológicas de esas comunidades, ya que la conformación de nuevos grupos sociales relevantes y sus marcos tecnológicos estarán condicionados por estándares “importados” desde corporaciones y sectores dominantes, con la consecuente limitación en sus capacidades de intervención y modificación de los sistemas tecnológicos de su entorno. Teniendo en cuenta que las diferentes iniciativas señalan propósitos de formación integral de sus estudiantes para la futura inserción ciudadana y profesional, se trata de un déficit para nada despreciable.

3.2.2. *Alargascencia, universalidad y comprensibilidad*

Como se describe en el capítulo anterior, Papert recupera la noción de aprendizaje piagetiano, entendida como resultante de la interacción del sujeto humano con los objetos del entorno. A ella le adiciona un aspecto considerado por él relevante: el afectivo. Esto es rescatado y comprendido como parte del aspecto estético de la experiencia en el trabajo sobre Tecnología para Nivel Inicial, de Mandón y Marpegán (2001). Asimismo, más cerca en el tiempo, la iniciativa OLPC incluye entre sus cinco principios (el primero de ellos) el de la propiedad de cada niño/a de su dispositivo, para poder llevarlo a su casa y utilizarlo junto a su familia en otras situaciones, prolongando significativamente el tiempo de experimentación con él.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, vale enfatizar en la vinculación de tres dimensiones de la experiencia con el diseño de los objetos, dadas las posibilidades de impactar significativamente en el proceso de aprendizaje. Se hace referencia a *tiempo, espacio y transparencia interna*.

Interesan los puntos de contacto de las dos primeras con los materiales constructivos, la vida útil, las prestaciones de los componentes y las fuentes de energía; así como los de la tercera con los esquemas de funcionamiento del hardware y software en estudio. Para una resignificación de estos maridajes, resultan de gran utilidad los aportes de Quintanilla, Sandrone y Lawler (2017) sobre las llamadas tecnologías entrañables⁸.

Miguel Ángel Quintanilla aborda el problema de la alienación respecto a los actuales desarrollos tecnológicos. Entre otras características, menciona la *opacidad* y la *composicionalidad* de estos sistemas como causas. Como ejemplo de la primera presenta el caso de los ordenadores personales, cuya difusión tuvo un gran impulso por la facilidad que aportan las interfaces gráficas, al tiempo que se profundiza el ocultamiento del software que los hace funcionar (2017: 25). Esta opacidad nos presenta a los sistemas como *cajas negras* de las que solo conocemos (parcialmente) las entradas y salidas. A su vez, la segunda se manifiesta en que no están conformados por una, sino por una estructura opaca de cajas negras entrelazadas que componen el sistema tecnológico en cuestión, por ejemplo, un smartphone. Si bien esta característica en su

⁸ Información ampliada en apartado específico de Apéndice I en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>

diseño puede presentarse como más funcional, trae aparejada la renuncia al conocimiento e intervención sobre los mecanismos internos y su simple reemplazo por otra caja negra en caso de desperfectos (2017: 26).

Junto a ambos conceptos vertidos por Quintanilla, es preciso incorporar el de *objeto hipertélico*⁹ (Simondon [1958] 2007) en la misma clave con que se presenta en el trabajo de Sandrone y Lawler (2017) para denominar a aquellos artefactos a los que se les ha modificado su estructura para adaptarse a necesidades de funcionamiento que prioriza los resultados, por sobre los esquemas de acción (2017: 93-94).

Se plantea este entrelazamiento, en la medida en que el abordaje de las vinculaciones entre el espacio y el tiempo de experimentación con el diseño del hardware y software permiten visibilizar que (en mayor medida para los primeros) la opacidad se combina con la estrategia dominante en el diseño de dispositivos informáticos: la obsolescencia programada. De tal manera que, además de contar con robots y tabletas cuyos esquemas de funcionamiento tienen importantes grados de opacidad, una parte de sus materiales, prestaciones y fuentes de energía han sido diseñados para durar menos tiempo por motivos comerciales. El caso del software es menos acentuado, aunque las permanentes actualizaciones con la consiguiente pérdida de compatibilidad para algunos dispositivos cumple un papel similar. De idéntico modo deben considerarse los diseños de repuestos y posibles expansiones, en términos generales, solo compatibles con el mismo artefacto, por ejemplo algunas fichas de conexión, cargadores, sensores, mecanismos, etc. Los recientes debates en el seno de la Unión Europea respecto a la utilización de cargadores universales y el posible retorno de las baterías extraíbles¹⁰, aun-

⁹ En *El modo de existencia de los objetos técnicos* ([1958] 2007), Gilbert Simondon presenta un modelo de evolución de los objetos análogo al que indicaba la teoría genética para los seres vivos. En él, el filósofo francés enfatizaba sobre la idea de que los objetos técnicos iniciaban su vida en el mundo siendo *abstractos* y, a medida que desplegaban el potencial de su lógica interna iban evolucionando hasta *concretizarse* acercándose al funcionamiento de un *órgano* en el cuerpo de un ser viviente. Este camino evolutivo, en algunos casos se veía distorsionado por aquellos diseños en los que, lejos de profundizar en las posibilidades del *funcionamiento* del objeto, se forzaba alguna de sus características para una determinada *función*. Este tipo de diseño da como resultado un *objeto hipertélico*, es decir uno que ha sido forzado en su existencia para atender determinados usos a costa de su evolución y coherencia interna.

¹⁰ Para más información, puede visitarse las notas publicada en *Xataka* el 26/02/2020 sobre las baterías y en *Infobae* el 15/04/2021.

que no son concluyentes se relacionan con estos aspectos. Estos problemas de incompatibilidad, además, contribuyen al mantenimiento de un nivel de precios que torna altamente improbable la planificación de iniciativas de distribución de dispositivos en un régimen 1 a 1.

Habida cuenta de lo antedicho, en consonancia con los planteos de Papert y la iniciativa OLPC, y en pos de aumentar significativamente los tiempos y espacios de la experiencia con hardware y software de programación y robótica para la primera infancia, debe considerarse la superación de los actuales perfiles de diseño obsolescente, para orientarlos hacia la *alargascencia*¹¹, así como la *universalidad*.

Asimismo, en lo que refiere a los esquemas internos, bien viene lo cavilado por Sandrone y Lawler (2017) al distinguir entre objetos tecnológicos cerrados, hipertéticos y otros entrañables, abiertos y versátiles, denominados *individuos técnicos* –recuperado de Simondon (2007)– expresados en los diseños actuales. Estas dos ontologías se originan en el proceso de diseño, pudiendo orientarse hacia uno y otro lado, siendo la dominante la que conforma el mundo tecnológico actual productor de tecnologías alienantes (2017: 85-86).

Una de las características de estas tecnologías alienantes es la de oponerse a la *indeterminación*, esto es la versatilidad de las funciones. Para los autores, cuanto más versátil sea el funcionamiento de una máquina, más encarnará al individuo técnico moderno, del que la computadora es el exponente más acabado (2017: 100-101). La afirmación se presenta en total sintonía con aquella valoración como “el Proteo de las máquinas” de Papert. Junto con él, se agrega el de *comprensibilidad*. Esto es la medida en que el sistema interno de funcionamiento es accesible a quien usa la tecnología. El camino sugerido incluye dos dimensiones: 1) el diseño de interfaces de representación, tales como los manuales de instrucción o la interfaz gráfica en el software destinada a una manipulación exitosa; b) diseñar las tecnologías integrándolas a las representaciones que tienen sobre el mundo artificial los ciudadanos (2017: 104-105).

¹¹ En este caso, el término *alargascencia* se utiliza en contraposición al modelo de la obsolescencia programada. De hecho, surge como acrónimo de *alargar* y *obsolescencia*. También es un movimiento social, cuyo objetivo concreto es *alargar* la duración de cualquier objeto de consumo, evitando así la sobreexplotación de materias primas y recursos naturales y la producción de nuevos residuos. Su existencia es reciente y mayormente circunscrita a España. Aunque no refieren exactamente al mismo punto, es posible establecer una relación con aquellas organizaciones que defienden “el derecho a reparar las cosas”, que comenzaron a desarrollarse en la década pasada.

En el caso de estudio, es posible encontrar manifestaciones concretas sobre esta doble ontología, diferenciándose el software y hardware *privativos*, del software y hardware *libres*.

La clasificación de un software como libre se define en el trabajo de Richard Stallman (2004). Allí, el autor presenta las *cuatro libertades* que enmarcan los diseños (2004: 45). A saber:

- *Libertad 0*: la libertad para ejecutar el programa sea cual sea nuestro propósito.
- *Libertad 1*: la libertad para estudiar el funcionamiento del programa y adaptarlo a tus necesidades –el acceso al código fuente es condición indispensable para esto–.
- *Libertad 2*: la libertad para redistribuir copias y ayudar así a tu vecino.
- *Libertad 3*: la libertad para mejorar el programa y luego publicarlo para el bien de toda la comunidad –el acceso al código fuente es condición indispensable para esto–.

En cuanto al hardware, si bien hay debates en el campo respecto a cómo clasificarlo y definirlo acabadamente, es posible orientarse a partir de las definiciones de software libre. En ese sentido, el trabajo de González *et al.* (2003) brinda algunas pistas respecto a las diferenciaciones entre *estático* y *reconfigurable*. El grado de libertad del primero está vinculado con aquellas restricciones verificables en los distintos planos de electrónica (esquemático, PCB, Gerber) y los correspondientes softwares utilizados para su diseño.

Los segundos, en cambio, se desarrollan a través de un proceso similar al del software, utilizando lenguajes de descripción del hardware (en inglés, HDL) para programar la matriz de puertas programables (en inglés *field-programmable gate array*, FPGA), indicando funciones sencillas como las llevadas a cabo por una puerta lógica o un sistema combinacional hasta complejos sistemas en un chip. Por ello, el grado de libertad está relacionado con el de estos HDL.

En la actualidad, los proyectos de hardware libre alcanzan diversas áreas¹². Entre ellos, vale la pena distinguir dos con creciente utilización en educación: Arduino y Raspberry Pi.

La posibilidad de acceder a los códigos y planos de diseño de los distintos dispositivos informáticos, así como de estudiarlos y, a través de modificaciones específicas, crear versiones nuevas de los mismos,

¹² Para explorar algunos, puede visitar la publicación de Wikipedia sobre hardware libre y la de robótica de código abierto.

ejemplifica una posibilidad real de objetos abiertos, indeterminados, así como una tendencia a la *comprensibilidad* de los esquemas de funcionamiento. Aunque hay matices entre las propuestas, todos los casos de hardware y software estudiado son diseñados con prestaciones que dan supremacía a los intereses comerciales por sobre los de versatilidad.

En estos términos, la hipertelización de los objetos, además, se presenta como un obstáculo a la hora de resolver los problemas enunciados desde finales del siglo XX respecto a la incompatibilidad de equipos y software y sus implicancias en la implementación de los mismos para la enseñanza. Como contracara, los diseños abiertos y versátiles, al jerarquizar el esquema de funcionamiento y sus posibilidades de indeterminación, habilitarán inserciones entre las tecnologías y el entorno, así como mediaciones humanas, más armónicas.

Los anteriores apartados resultan significativos para el presente estudio, además de por los resultados obtenidos, por dos cuestiones. En primer término porque permitió establecer vinculaciones entre conceptos de distintas disciplinas.

De esta manera, es posible vincular el *código técnico* de Feenberg, y su papel institucionalizador de los intereses de corporaciones globales en la sociedad actual, a la persistencia de procesos de *flexibilidad interpretativa*, en términos de Bijker y Pinch, en los que una parte sustancial de los grupos sociales relevantes pierden ese estatus o, directamente, están por fuera de todo el trayecto que recorren los artefactos hasta su momento de estabilización.

También, que por este mismo motivo y no por un determinismo imparable, la dinámica de los diseños tecnológicos refuerza su *opacidad*, su cajanegrización, alejándose de cualquier atisbo de *tecnología entrañable* y, por ello, haciendo más valioso el aporte de Quintanilla. Y la posibilidad-necesidad de poner foco en los procesos de diseño, desmitificando las supuestas funcionalidades que, coincidiendo con Sandrone y Lawler, solo constituyen forzamientos de los diseños en pos de intereses comerciales; y superarlos mediante líneas orientadas a la creación de objetos técnicos abiertos, menos alienantes.

Asimismo, que estas consideraciones y perspectivas encuentran su punto de apoyo en el enfoque del software libre, las cuatro libertades que lo definen y sus posibles materializaciones en el campo del hardware. Tal afirmación se sustenta en que su diseño, producción y distribución se apoyan en procesos de participación colectiva, accesibilidad a los cono-

cimientos y posibilidades de intervención/modificación/expansión de los artefactos por quienes los manipulan (o vía trabajo colaborativo).

En segundo término, porque esta mixtura ha permitido que emerjan distintos conceptos que intentan ilustrar de manera apropiada los hallazgos de la indagación, como *paralaje determinista* y *heterocromía pedagógico-técnica*, que contribuyen a visibilizar los vínculos entre el diseño de los objetos técnicos (en este caso hardware y software) y los procesos de aprendizaje que pueden (o no) habilitar.

Concomitantemente con estas representaciones, en el siguiente apartado se presenta otro concepto, esta vez encaminado a proporcionar herramientas para valorar los diseños de hardware y software y sus prescripciones, en función de los procesos de apropiación de conocimientos y usos que pueden admitir.

3.3. Índice EME: un aporte a la valoración del diseño

El presente apartado presenta un concepto que se ha elaborado como fruto de la presente investigación: *el Índice EME*.

A partir del análisis de los dispositivos y artefactos de informáticos seleccionados, en contraste con las aportaciones de la sociología de la tecnología, la filosofía de la técnica y el software libre, se han puesto de relieve distintos aspectos que vinculan los diseños de hardware y software con las posibilidades de apropiación de conocimientos y prácticas de uso por estudiantes en general y de niños y niñas de la primera infancia en particular.

Esto cobra una relevancia particular si se advierte que la totalidad de iniciativas revisadas apuntan a la incorporación de la enseñanza de programación y robótica, desde los primeros años de escolarización, con el objeto de incorporar competencias vitales para la inserción y participación social, no principalmente profesional y laboral. Y, consecuentemente, en todas ellas se promueve el pensamiento crítico y creativo.

En función de ello, se entiende definitorio encontrar modos de valorar los diseños de dispositivos en función del tipo de experiencia y, ligado a ella, de apropiación de conocimientos y usos que habilitan. Por todo lo antedicho, se apuesta a un tipo de evaluación que, consecuentemente con lo analizado, se proponga apreciar los distintos diseños de hardware y software de programación y robótica en lo que refiere a versatilidad, acceso a posibilidades de ampliación, fuentes de energía, en-

samblado, entendiendo que estas prestaciones o *affordances* materializan (o no) diferentes experiencias de aprendizaje para quienes interactúan con ellos. Tal es el campo de acción para el *Índice EME*.

Se apuesta a colaborar con la consideración de los diseños del hardware y software en los procesos de elaboración de propuestas de enseñanza y, estratégicamente, integrar procesos participativos de diseño de dispositivos informáticos de utilización en educación. Orientado a esas líneas de acción, el *Índice EME* también se propone aportar a la construcción de un lenguaje común, que simplifique el intercambio entre los distintos actores que intervienen (o deberían intervenir) en los procesos de diseño.

Su denominación surge del acrónimo de las dimensiones *Ensamblado - Modificación - Expansión* que se proponen como parámetros para la valoración de los diseños.

Son concebidas para su aplicación a diversas capas de los dispositivos y artefactos.

A continuación, se presenta una descripción de las mismas:

Ensamblado: refiere a las prestaciones vinculadas con las posibilidades construir o desarmar.

- Robots: a) *estructura física* que pueda montarse y desmontarse por estudiantes de cuatro y cinco años, similar a los juegos de construcción con bloques, pero incorporando elementos de unión (pernos, tornillos, tuercas), transmisión (poleas, correas, ejes, engranajes, etc.) y conexión (cables, fichas, clavijas, etc.); b) *sensores* desmontables y sin formatos especiales que dificulten su reemplazo; c) *microcontroladores y firmware* elaborados bajo el paradigma del hardware y software libre, con conectores universales de fácil adquisición y reparación; d) *actuadores* desmontables y formato ídem sensores; e) *fuentes de energía* → baterías extraíbles, con clavijas de carga universal y paneles solares para la recarga de energía con posibilidad de adosarse a la estructura.

- Entornos de programación: a) *secuencias* de instrucciones no prefijadas; b) *personajes* de libre elección y posible construcción mediante la cámara, la intervención en fotos subidas desde algún dispositivo o de internet; c) *escenarios* de libre elección y posible construcción mediante la cámara, la intervención en fotos subidas desde algún dispositivo o de internet; e) diseño en *software libre* compatible con microcontroladores para robots.

- *Tabletas*: a) *SO* software libre y gratuito; b) *fuentes de energía* → baterías extraíbles, con clavijas de carga universal y paneles solares para la recarga de energía con posibilidades de adosarse a la estructura; c) *hardware* libre compatible con los robots y otros dispositivos; d) posibilidades de *equilibrar* capacidad de almacenamiento y RAM con otras funcionalidades de acuerdo a necesidades pedagógicas, para evitar prestaciones innecesarias y costosas e incorporar más software libre de uso pedagógico.

Modificación: de estrecha vinculación con las dos anteriores, refiere a las prestaciones vinculadas con las posibilidades de modificar el esquema de funcionamiento del dispositivo para armonizar con el diseño. Para ello son necesarias las características indicadas anteriormente, complementándose con otras enfocadas hacia la mayor compatibilidad.

- *Robots*: a) *estructura física* de unión, transmisión y conexión compatibles con diversos diseños y modelos; b) *sensores y actuadores* con formato compatible con diversos circuitos y ensamblajes estructurales; c) *microcontroladores y firmware* compatibles con nuevos diseños y funciones; d) *fuentes de energía* de formato compatible con variados modelos y soportes estructurales.

- *Entornos de programación*: a) posibilidad de creación de nuevos *comandos*; b) menú de modificación de *personajes* y escenarios mediante cámara y/o integrando archivos del dispositivo o de la web; c) *comunidades* de aprendizaje y disponibilidad de proyectos para recuperar ideas; d) posibilidades de incorporar generar versiones específicas y/o situadas.

- *Tabletas*: a) *SO y software* compatible con diversos formatos y diseños, evitando particularizaciones innecesarias que dificulten su uso; b) *fuentes de energía* de formato compatible con variados modelos y soportes estructurales; c) *hardware* compatible con diversos robots y dispositivos.

Expansión: refiere a las prestaciones vinculadas con las posibilidades de ampliar los esquemas de funcionamiento por la vía de aumentar los componentes del artefacto o, más importante, articularlo con otra tecnología.

- *Robots*: a) *estructura física* con componentes de unión, transmisión y conexión que permitan su vinculación con nuevos componentes, en el caso de la unión con la impresión 3D, en el de la transmisión articulables con otros mecanismos, en el de la conexión mediante la utilización de fichas y/o bornes que permitan su articulación con otros

robots; b) *sensores, actuadores y microcontroladores* con diseño compatible para su articulación con diversos robots, circuitos y ensamblajes estructurales, por ej. interfaces cerebro-computadora (BCI, por sus siglas en inglés), drones, etc.; c) *fuentes de energía* de formato compatible con variados modelos y soportes estructurales.

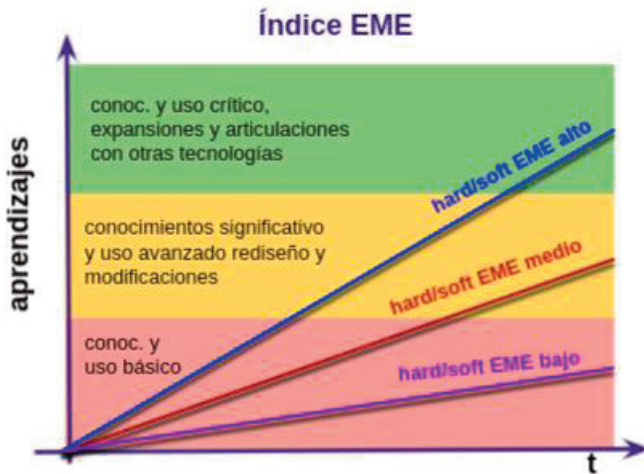
- Entornos de programación: posibilidad de *articulación* con microcontroladores de diversos dispositivos.
- Tabletas: *SO, software y hardware* con posibilidad de articulación con diversos dispositivos.

Esta última dimensión puede permitir articulaciones valiosas a la hora de su inserción en los sistemas educativos. Primeramente, a nivel *transversal*, habilitando diversos diseños y esquemas de funcionamiento, por medio de los cuales se pueda poner en juego variados conocimientos y usos. Pero también, algo considerado valioso para el presente estudio: las *articulaciones longitudinales* que pueden dar lugar a proyectos que superen el límite del año lectivo, sosteniéndose por un mayor tiempo y con mayores posibilidades de apropiaciones de conocimientos y usos críticos y significativos que puedan transferirse a nuevos escenarios problemáticos.

Se ha considerado que la evaluación de estos parámetros puede devenir una valoración de los diseños, en vinculación directa con sus propósitos educativos y de formación integral de las personas. De esta manera, se contaría con una ponderación de cada hardware/software, expresada en el Índice EME. El *Índice EME bajo* dará cuenta de aquellos que permiten procesos de experimentación que dan lugar a niveles de *conocimiento y uso básico*. Por su parte, un *Índice EME medio* hará referencia a dispositivos que habilitan procesos de apropiación de *conocimientos significativos y usos avanzados, rediseños y modificaciones*. Finalmente, se considerará con un *Índice EME alto* a los diseños que habiliten procesos de *apropiación crítica de conocimientos y prácticas de uso que incluyan la expansión* por la vía de articular el dispositivo con otras tecnologías para complejizar y amplificar los esquemas de funcionamiento.

En el siguiente gráfico (Imagen 7) se ofrece una representación posible.

Imagen 7. Índice EME según prestaciones y niveles de apropiación habilitados por hardware y software



Fuente: Elaboración propia.

Es preciso introducir dos aclaraciones. La primera se vincula a la necesaria adecuación de cada una de estas dimensiones a la manipulación de hardware y software por estudiantes de cuatro y cinco años, así como por sus docentes. La segunda, a las posibilidades de intervenir sobre el hardware y el software en sus diversas capas, jerarquizando aquellos que habilitan la intervención tanto en sus capas más superficiales y en las más profundas. En las de superficie por estudiantes, docentes y familias; en las de profundidad por investigadoras/es o especialistas en programación y robótica. En ambos casos, los resultados no surgirán a partir del proceso de investigación y/o recolección de información sobre experiencias de usuario realizadas por la industria, sino de procesos participativos de diseño que cuenten con la integración de desarrolladores, pero también de docentes, estudiantes y comunidades en las que se utilizarán, así como de investigadoras/es de universidades y/o instituciones públicas intervinientes en este campo.

Por todo lo dicho y más aún tratándose de una primera propuesta, no se descartan ampliaciones y modificaciones, especialmente aquellas acaecidas tras procesos participativos de diseño como los propuestos.

Asimismo, no se descarta como insumo para otros niveles educativos.

Anteriormente se pudo dar cuenta de las vinculaciones entre los conceptos de *código técnico* y las dinámicas que persisten en los procesos de *flexibilidad interpretativa* con el dominio de las corporaciones en el diseño tecnológico. Y que esto tiene expresiones en la *opacidad* de los artefactos, en las que se entremezclan aspectos funcionales con intereses comerciales.

Como alternativa, el diseño de *objetos técnicos abiertos*, no alienantes, reclama orientarse hacia la *transparencia* de esquemas de funcionamiento, fortaleciendo posibilidades de intervención activa, crítica y creativa. Para el caso que ocupa el presente estudio, este horizonte encuentra su expresión en el punto de vista del software libre, las cuatro libertades (uso, estudio, distribución, modificación) que lo definen, así como en las posibilidades de concretarlas en el diseño de hardware.

Enmarcado en esas definiciones, el *Índice EME* ofrece una posibilidad de valoración de los diseños, no en términos instrumentales y/o comerciales, sino enfatizando en las posibilidades de apropiación de conocimientos y usos que pueden admitir, para contribuir a una formación integral que apunte a una inserción activa de cada estudiante en su entorno.

3.4. A modo de cierre

El presente capítulo ha permitido un acercamiento particular al hardware y software de mayor utilización en las iniciativas de enseñanza de programación y robótica destinadas a la educación de la primera infancia. De la revisión han surgido características particulares, así como algunas repetidas de manera más o menos idéntica en los distintos robots, entornos de programación y/o tabletas.

Al contrastar las prestaciones o *affordances* de estos objetos técnicos se pudieron alcanzar algunos hallazgos valorados como relevantes.

En primer lugar, la existencia de un error que, en el marco de este trabajo, se definió como *de paralaje determinista*, que ofrece una imagen neutral y universal de estas tecnologías, que “servirían” en todas partes para atender la misma situación, en este caso, la enseñanza de la programación y la robótica. Esta ponderación sobre las tecnologías y su acción en el mundo, válida y siempre idéntica, echa por tierra alternativas más armónicas con las comunidades en las que se insertan estas tecno-

logías (por ej. otros diseños de hardware y software más accesibles, ecológicos, versátiles, etc.), con la consecuente subordinación de intereses y necesidades a los definidos por la industria informática.

Asimismo, que esta falencia convive con conceptualizaciones y orientaciones de política educativa en las que se promueve el modelo de aprendizaje constructivista, configurando una perspectiva bifocal que, también en el marco de este estudio, se definió como *heterocromía pedagógico-técnica*. La misma, con su “ojo determinista” se desentiende del proceso que ha precedido la imposición de estos dispositivos como “solución”. Esto es, el momento en que la flexibilidad interpretativa de los distintos grupos sociales relevantes fue dando paso a la estabilización de un artefacto en particular. Al hablar del hardware y software de programación y robótica para la primera infancia, esta desatención implica naturalizar la nula participación de las comunidades educativas en el diseño de estos objetos técnicos así como la dominancia (cuando no única perspectiva) de industrias y centros de investigación ubicados en EE.UU., Gran Bretaña y China. Diametralmente opuesta a todas las sugerencias y advertencias respecto al papel que deberían tener los sistemas educativos, la *heterocromía pedagógico-técnica* plantea muy probables efectos negativos a nivel educativo y cultural en las comunidades, reduciendo sus capacidades de intervención y modificación sobre los sistemas tecnológicos de su entorno.

Por otra parte, en el marco de las definiciones papertianas respecto al componente afectivo de los “objetos con los cuales pensar”, así como con el principio sostenido por la iniciativa OLPC de que cada niño/a pueda disponer de su propio equipo, se hizo visible que los actuales diseños de hardware y software de programación y robótica, concebidos a partir de la obsolescencia programada, se presentan como un serio obstáculo para la promoción de experiencias duraderas y universales. Complementariamente, las prestaciones de los distintos dispositivos informáticos, notablemente forzadas en el proceso de diseño (hipertelizadas, en términos simondonianos) en pos de intereses comerciales, por un lado, alejan las posibilidades de estudio y comprensión de esquemas de funcionamiento; por otro, bloquean posibles intervenciones/creaciones/construcciones de nuevos esquemas de acción por parte de quienes las manipulan, dadas su opacidad y limitación de las versatilidades funcionales, respectivamente.

Finalmente, y buscando acompañar el análisis anterior, se buscó

contribuir a la valoración de los diseños de hardware y software a partir de la creación de un modo de evaluación: el Índice EME. Con él, se apuesta a poner de relieve aquellas dimensiones de robots, entornos de programación y tabletas con relación directa respecto a los procesos de apropiación de conocimientos y prácticas posibilitadas por la experimentación. También aportar a la construcción de lenguajes comunes entre la industria, las comunidades educativas, las instituciones de investigación sobre este campo, apostando a generar procesos participativos de diseño de dispositivos informáticos para educación en la primera infancia.

Todo lo anterior permite sostener que es necesario incorporar el análisis y valoración del diseño del hardware y software para programación y robótica como una dimensión relevante y directamente vinculada con los impactos de las propuestas de enseñanza sobre estos contenidos en la educación en general y en la primera infancia en particular.

En el siguiente capítulo se expondrá la experiencia argentina a la luz de los presentes aportes, con miras a dilucidar inconsistencias y/o ausencias, así como posibles líneas de trabajo en busca de mejores propuestas sobre esta temática.

Capítulo 4. Análisis de la experiencia en Argentina

Se puede decir que en la actualidad el uso de la computación en la educación muestra señales de discriminación similares a las que presenta el sistema educativo y la sociedad misma. Se usa más tecnología en los establecimientos que atienden a los sectores favorecidos que en los de los sectores populares. Es más, el uso que se le da a la tecnología en cada uno de esos sectores es también diferente.

En las escuelas de más recursos se lo usa para tareas que incluyen niveles altos de resolución de problemas; en las escuelas pobres, si se lo usa, se trabaja principalmente en “ejercitación y práctica”, supuestamente uno de los usos menos interesantes de la computación en el aula. También hay evidencia de que lo usan más los varones que las niñas. Por último, también se repite la presencia de indicadores de discriminación entre grupos étnicamente diferenciados... Es válido, entonces, preguntarse por las condiciones y estrategias que podrían garantizar un mínimo de equidad en este proceso. Es oportuno preguntarse si esta tecnología y su uso en la educación será o no otro factor que aumente, la ya enorme brecha que separa a los que no la tienen de aquellos que sí tienen acceso a ella.

Fidel Oteiza (“Informática, Educación y sectores populares”, en Unesco, 1990).

Con el marco proporcionado por los capítulos anteriores, interesa reconstruir la experiencia de nuestro país. Se dará cuenta de aquellos lugares comunes, así como de las particularidades de la experiencia local, tanto en lo referido a los contenidos como a las conceptualizaciones que orientaron las iniciativas para la utilización de computadoras en la educación básica en Argentina. El recorrido se inicia con el Seminario Subregional de Buenos Aires (1988). Continúa recuperando iniciativas de la década de 1990 (Prodyemes II, Redes) y abordando, ya en el presente siglo, la creación del portal Educ.ar y las orientaciones del IIPE (2006). Posteriormente, se detiene en el Programa Conectar Igualdad (PCI,

2010) y las iniciativas Primaria Digital (2012) y Program.AR (2013). Finalmente, toma el Plan Aprender Conectados (PAC, 2018). No son las únicas propuestas y, como se indica al comienzo de este estudio, estamos viviendo el momento de expansión de estas. Pero, por su importancia y alcances, al tiempo que por ser iniciativas de carácter nacional, cada una de estas políticas públicas se consideran hitos claves para el presente estudio. En cada caso, se pretende contrastar toda la experiencia con lo analizado y propuesto en los capítulos precedentes, enfatizando lo atinente al hardware y software correspondiente con cada iniciativa o proyecto.

Asimismo, se dejarán planteadas algunas cuestiones particulares sobre el Nivel Inicial en Argentina, en tanto espacio específico para los procesos de enseñanza y aprendizaje y en cuanto a los antecedentes de iniciativas de implementación de hardware y software para docentes y estudiantes del nivel. El objetivo de estos señalamientos será explorar posibles particularidades consideradas relevantes a la hora de diseñar e implementar estas propuestas en nuestro sistema educativo.

4.1. Informática y educación en el país: momentos e hitos

Si bien el presente capítulo aborda la experiencia local, eventos, orientaciones e iniciativas que fueron avanzando en Argentina, en general, son parte o tienen vasos comunicantes con el desenvolvimiento educativo a nivel regional. Esto se reflejará en algunas de las publicaciones y/o propuestas analizadas.

4.1.1. Seminario subregional Buenos Aires, 1988

El proceso de incorporación de la informática a las escuelas argentinas, así como los debates en torno a sus potencialidades y limitaciones para la enseñanza, alcanzó a otros países de Latinoamérica. De ello da cuenta el Informe Final (1990) del Seminario-taller subregional, realizado a fines de 1988 en Buenos Aires. En este apartado se recuperan los conceptos del documento base, así como lo concerniente a los intercambios sobre nuestro país.

El documento base “Informática, educación y sectores populares” fue presentado por Fidel Oteiza¹, quien lo extrajo de una publicación

¹ Estudió la Maestría en Educación Matemática (1970) y el Doctorado en Currículo e Instrucción (1976) en la Universidad del Estado de Pennsylvania; desde 1966 ha sido

de su autoría realizada por Unesco/OREALC (1988)². Es un documento que abarca diversas dimensiones de la temática e inicia preguntándose sobre cómo aprovechar los hallazgos de tres décadas de investigaciones sobre esta temática; de qué manera llevar las potencialidades de estas tecnologías a la educación de los sectores populares de América Latina y el Caribe; y cómo, al hacerlo, no reproducir las discriminaciones que ya hacen parte de los sistemas educativos de la región. Se propone, a partir de una correcta respuesta a estas cuestiones, contribuir al diseño de proyectos de incorporación de la tecnología informática en la enseñanza de personas pertenecientes a los sectores populares, en busca de una mayor equidad educativa.

Frente a la posibilidad de que la implementación de estas tecnologías amplíe las desigualdades existentes, el documento apuesta a plantear preguntas posibles, aportar ideas y hacer propuestas que se complementen con las de especialistas en innovaciones educativas, economistas, cientistas sociales, pensadores de la educación popular y docentes que trabajen con sectores empobrecidos, en vistas a diseñar proyectos que aborden la cuestión partiendo de la complejidad que reviste.

En cuanto a las modalidades, esquemáticamente se pueden agrupar en:

- *La computadora como tutor.* La máquina presenta ejercicios que cada estudiante debe resolver y puede evaluar si su respuesta es correcta. Sin embargo, ante un interrogante presentado por estudiantes, los sistemas no tienen capacidad de responder.

- *La computadora como herramienta.* Mediante el uso de programas desarrollados para aprender contenidos (con el currículo de una materia y los materiales para leer) o habilidades específicas (procesador de texto, hojas de cálculo, diseño gráfico, etc.).

- *La computadora como aprendiz.* Vinculado particularmente a la enseñanza de programación para que sea cada estudiante quien enseña a la máquina lo que quiere que esta haga. Aquí se destaca el diseño de Logo por tener la filosofía educacional como base.

profesor de matemática y física en la Universidad Católica de Chile. Sus áreas de interés profesional son educación matemática, matemática con tecnologías digitales, desarrollo curricular, formación inicial docente y uso de las tecnologías de la información en educación. En la actualidad es asesor del Ministerio de Educación de Chile.

² Refiere a "Informática, educación y sectores populares. Antecedentes para el diseño de proyectos de acción" (Unesco/OREALC, 1988: 88).

Entre tales tendencias, el estudio da cuenta de que la dinámica de ese momento favorece la utilización de la computadora como herramienta, incluso promoviendo la reducción o directamente el abandono de las acciones destinadas a la enseñanza de la programación en la educación básica (Oteiza en Unesco, 1990: 24).

En la región, la incorporación de estas tecnologías ha tenido derroteros comunes. Originada mayoritariamente en instituciones privadas y motivada por el desarrollo de estas tecnologías en los países poderosos, a lo que debe sumarse la presión de las familias y estudiantes, así como de proveedores de estas tecnologías. Así, inició con laboratorios universitarios que enseñaban Basic, Pascal y Logo; luego hubo encuentros entre especialistas y desarrollos de experiencias para crear centros de enseñanza y producción de software, y, en algunos países, se alcanzó una tercera etapa en la que estas acciones se convirtieron en una política nacional, tomando medidas para su aceleración, extensión y ubicación del proceso dentro del desarrollo del país. Sin embargo, el estudio sobre las inversiones no se corresponde con el interés declarado por las autoridades.

En lo referido al acceso, aunque se estiman números mayores a los informados, el documento reafirma el sesgo en favor de grupos socialmente acomodados, mayormente en establecimientos privados. Por otra parte, se indica la existencia de un consenso regional respecto a la necesidad de priorizar la formación docente y del personal general encargado de la materia. Aunque los informes regionales sobre capacitaciones iniciales y en servicio son escasos, y aquellas que se llevan adelante consisten en su mayoría en cursos de temporada, dictados por especialistas universitarios en los que se enseña a programar (Oteiza en Unesco, 1990: 27).

Respecto a las tecnologías disponibles, el documento informa que recién en los últimos años se han logrado aplicaciones informáticas educativas accesibles y existe una relativa estabilización en el mercado. En cuanto al software, la producción se desarrolla en los países poderosos, con algunas traducciones de Logo y micro-Prolog y pruebas piloto de desarrollos en la región. En términos generales, la cobertura es poca y falta material probado y adaptado a las necesidades locales (Oteiza en Unesco, 1990: 28). A la hora de repasar los contenidos que se han enseñado utilizando computadoras, el documento da cuenta de que la orientación mayoritaria ha sido enfocarse en asuntos vinculados a la informática y lo relaciona con la disponibilidad de equipos y la prepara-

ción de docentes, que lleva a optar por actividades electivas o complementarias de las curriculares.

Los dos puntos restantes ponen el acento, de un lado, en la poca evaluación e investigación realizada en la región sobre la implementación de la informática en educación, tanto de los recursos utilizados como de los resultados; del otro, en el incipiente diseño de políticas nacionales que aborden la temática (Brasil, Argentina, México), que se desarrolla mediante esfuerzos parciales de actores privados (Oteiza en Unesco, 1990: 29-30).

Resulta interesante el análisis sobre el computador, en el que se afirma que, a medida que sigue ampliando sus capacidades de procesamiento, se aproxima asintóticamente a la máquina de Turing (Oteiza en Unesco, 1990: 32). Allí radica su poder, en la capacidad de modelar, explorar, simular, poner a prueba cualquier sistema que podamos describir. Por ello se desconocen los límites de lo que puede hacerse con estas máquinas. Del mismo modo se valoran los lenguajes de programación, haciendo referencia a Lisp y Prolog como los proyectos más avanzados que vienen orientándose a la representación del conocimiento.

Lo antedicho permite obtener dos conclusiones: que la computación presenta capacidades muy superiores a las de las aplicaciones particulares que puedan diseñarse, por lo que no hay justificación para limitar su enseñanza a ninguna de ellas; que los efectos que estas tecnologías están teniendo alcanzan todas las actividades humanas, lo que implica pensar respuestas globales y no el mero uso de estas tecnologías (Oteiza en Unesco, 1990: 32).

Tras la conceptualización sobre el fenómeno informático, se presenta un resumido apartado sobre *ciencia, desarrollo tecnológico y sociedad* en el que se detalla un esquema que va desde la generación del conocimiento científico, el aprendizaje de su utilización en aparatos tecnológicos, el uso en el sistema productivo y su aprendizaje en el sistema educativo (Oteiza en Unesco, 1990: 34). En el campo pedagógico, se afirma que los postulados de la educación popular pueden contribuir al diseño de proyectos de implementación de informática en educación, justamente por considerar que los conocimientos populares pueden complementarse con el conocimiento especializado, permitiendo la obtención de un nuevo conocimiento que apunte a resolver los problemas de esas comunidades (Oteiza en Unesco, 1990: 46).

Finalmente, ofrece unos principios orientadores (Oteiza en Unesco,

1990: 56-59): a) apropiación del conocimiento y del “saber-hacer” informático; b) autodependencia; c) ciencia, tecnología, producción y educación; d) conocimiento para todos; e) tecnología y valores; f) una tecnología de punta accesible; g) educación, más que uso de computadores en la enseñanza; h) objetivos de justicia y participación; i) una máquina universal; j) primero las ideas; k) el espacio no se limita a la escuela; l) una actitud crítica.

Respecto al análisis de la situación argentina³. Resulta pertinente iniciar con el material Situación en Argentina (Unesco, 1990: 85), presentado por Mónica Eines y Luis Ragno. El mismo comienza informando de la creación de la Comisión Nacional de Informática (CNI) y la organización de distintos grupos de trabajo, dentro de los cuales había uno que puso su mirada en la formación de recursos humanos en informática y, a su interior, el de “Informática y Educación” se enfocó en la *escolaridad primaria, media y en la capacitación*. Las conclusiones de la actividad de este grupo aparecen sintetizadas en el documento (Unesco, 1990: 86-87). Allí se señala que todo cambio tecnológico debe relacionarse con el proyecto nacional, evitando que profundice las dependencias existentes. En ese sentido, se promueve una implementación de la informática en sintonía con los objetivos generales del sistema educativo, es decir, preparando para una sociedad con presencia tecnológica, pero desde una mirada crítica que desmitifique la máquina y permita la modificación, análisis y manejo de la información. Se apuesta a que toda transformación tecnológica refiera a la formación de personalidades autónomas y, en ese marco, favorezca la reflexión sobre la adopción de nuevas metodologías y aporte al cierre de la brecha entre el sistema educativo, la producción, el trabajo, las innovaciones científicas y los desarrollos culturales, que no responde a las expectativas y necesidades de la sociedad.

Para ello, se requiere una reformulación curricular orientada a la adquisición de conocimientos interdisciplinarios; ubicar el uso del computador como una cuestión esencialmente pedagógica vinculada a las posibilidades y prioridades nacionales, regionales y provinciales, que contribuya a un mejor aprovechamiento del multimedia (videocassetes, cine, diapositivas).

El material ofrece un *diagnóstico provisorio*, partiendo de la situación en la Capital Federal. Allí se indica una pobre conexión entre experien-

³ Para profundizar en los documentos nacionales visitar <https://www.argentina.gob.ar/educacion>

cias, una formación docente insuficiente y una capacitación orientada al manejo de recursos en lugar de a su valor pedagógico. En función del mismo, se desarrollaron líneas de trabajo en:

1. Ateneos de Divulgación de la Informática.
2. Capacitación en Informática y Educación.
3. Sistema de Información en informática educativa.

Complementa la presentación el informe ofrecido por Susana Mauro y Virginia Rapallini (Unesco, 1990) acerca del Centro Latinoamericano de Investigaciones en Computadoras para la Educación (Claice), creado a mediados de la década de 1980 de manera conjunta entre la Universidad de Buenos Aires (UBA) y el Ministerio de Educación y Justicia de la Nación, y organizado alrededor de cuatro líneas de trabajo:

1. aspectos curriculares,
2. formación de recursos docentes,
3. materiales didácticos,
4. evaluación, seguimiento, etc.

A partir de las mismas, el centro llevó adelante los siguientes proyectos de investigación:

- Estudio sobre la transitividad causal, procesos cognitivos en interacción con el computador. Su finalidad: responder a la pregunta sobre los mecanismos responsables de la interacción niño-computador (8-13 años).

- Formas de introducir la computadora en la enseñanza desde un enfoque sistémico, permitiendo su utilización integral en función de las necesidades y posibilidades de cada área del conocimiento. Su finalidad: transferir este medio informático al ámbito educativo favoreciendo un proceso integral de enseñanza-aprendizaje, así como una labor creativa y participativa de docentes y alumnos (escuela secundaria).

Finalmente, está el informe de Horacio Santángelo sobre el Departamento de Investigaciones y desarrollo en Utilización Pedagógica de la Informática (Diupi) de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP).

El mismo propone priorizar la formación docente para pasar de repetidor pasivo a productor-consumidor de investigación educativa; re-significar el diagnóstico como fundamento previo de todo proceso de acción; y superar el modelo autoritario por el de flexibilización orientado al respeto de la horizontalidad y a la promoción de interacciones gru-

pales. En función de ello, describe la realización de un curso de formación de facilitadores, que la UNMdP está ofreciendo a docentes de todos los niveles que tengan interés en utilizar la informática como recurso pedagógico. El mismo incluye la aproximación a Logo y el uso de procesador de texto.

Observaciones

Si bien no son las únicas, a los fines de este estudio resulta valioso recuperar algunas definiciones de los materiales precedentes. La primera de ellas, es la que afirma que se ha impuesto la tendencia al uso de la computadora como herramienta, descartándose la enseñanza de la programación, dando cuenta de la entrada del que en este trabajo se define como “momento TIC”. La segunda es, podría decirse, “la marca de origen” y vincula los inicios de las implementaciones, concentrados en instituciones privadas y motivados por los desarrollos tecnológicos de grandes empresas. En tercer lugar, aunque excede los límites de esta investigación, se considera de suma importancia el rescate de los saberes populares en el diseño de propuestas de enseñanza, poniendo de relieve el carácter *situado* de la educación. Una definición, muy sensible para el presente estudio, refiere a las tecnologías utilizadas, destacándose Logo y sin mención al hardware, salvo a la poca disponibilidad. Otras dos, también relevantes, son la falta de estudios y evaluaciones sobre implementaciones y resultados obtenidos en esta parte del planeta; junto con las deficiencias en la formación docente (corta e instrumental).

Finalmente, se destaca la promoción de una fuerte alineación entre la implementación de la informática y el proyecto de desarrollo del país (o la región), así como a la educación y saberes populares, en futuras iniciativas.

4.1.2. Década de 1990, TIC y ofmática

Con la excepción de Costa Rica, ya comentada en capítulos anteriores, en la década de 1990 el grado de implementación de la informática en las escuelas en América Latina y el Caribe es introductorio. Así es posible verificar en el informe de Unesco (1996) sobre la situación educativa en nuestra región:

(...) el uso de informática y de medios masivos con propósitos educativos en las aulas de América Latina y el Caribe está apenas iniciando... La región está realizando sus primeros pasos hacia un diseño escolar que favorezca la capacidad de organizar y construir conocimientos y adquirir habilidades para recuperar (acceder a) y usar información, en lugar de sólo memorizar conceptos. Sin embargo, este diseño es incipiente y debe ser completado (1996: 45, traducción propia).

Un trabajo sobre esta etapa (Light *et al.*, 2001), indica que ya venían desarrollándose iniciativas como el Proyecto de Desarrollo de informática educativa *Red Telar (Todos en Red)*⁴, que permitía la conexión de 40 escuelas vía internet y la distribución de equipo informático en otras 1.400. Pero fue la sanción de la Ley Federal de Educación 24195 (en adelante, LFE) de 1993 la que generó la estructura institucional para el ingreso de estas innovaciones en educación.

La norma le asigna al Estado nacional, entre otros, estos deberes:

- i) Administrar los servicios educativos propios y los de apoyo y asistencia técnica al sistema –entre ellos, los de planeamiento y control; evaluación de calidad; estadística, investigación, información y documentación; educación a distancia, informática, tecnología, educación satelital, radio y televisión educativas– en coordinación con las provincias y la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires.
- j) Alentar el uso de los medios de comunicación social estatales y privados para la difusión de programas educativos-culturales que contribuyan a la afirmación de la identidad nacional y regional.
- m) Coordinar y gestionar la cooperación técnica y financiera internacional y bilateral.

⁴ Se impulsó en 1989, en colaboración con IEARN (International Education and Resource Network) fue fundada en Estados Unidos por Peter Copen, y está basada en un proyecto piloto de conexión e intercambio que se realizó entre escuelas de Rusia y Estados Unidos. En esa oportunidad, Daniel Reyes, director de la Escuela de la Costa en Puerto Madryn, Provincia del Chubut, tomó contacto con el Sr. Peter Copen, presidente de la Fundación de la Familia Copen (CFF) en Nueva York (EEUU), que en ese momento apoyaba la iniciativa de unir 10 escuelas en los Estados Unidos con 10 en Rusia, con el propósito de mejorar la calidad de la educación y de promover el entendimiento entre los estudiantes de los dos países. En vista del éxito de esta experiencia, la CFF decidió invitar a más países a unirse a estos dos, bajo el lema: “La juventud usando las telecomunicaciones para mejorar el mundo”. Daniel Reyes aceptó el desafío de inmediato, convirtiéndose en el creador e impulsor de la red nacional Telar (Todos en la Red) y miembro fundador de la red internacional IEARN.

n) Contribuir con asistencia técnica para la formación y capacitación técnico profesional en los distintos niveles del sistema educativo, en función de la reconversión laboral en las empresas industriales, agropecuarias y de servicios (Ley Federal de Educación, Art. 53, sobre los deberes del Poder Ejecutivo Nacional, a través del ministerio específico).

El citado artículo da cuenta de que la Red Telar se expandió como parte del Plan Social Educativo⁵ que en su Programa 1 “Mejor educación para todos”, apoyó a aquellos docentes que implementaron nuevos métodos de enseñanza, en particular el uso de tecnología. Como parte de esta política, se enviaron computadoras a las escuelas para que pudieran utilizarlas tanto para informática como para telemática. La Fundación Evolución⁶, en colaboración con el Ministerio de Cultura y Educación de Argentina, estuvo a cargo de la capacitación inicial de 1.000 docentes de escuelas pertenecientes al Plan Social. Esta capacitación tuvo como objetivo que los docentes pudieran hacer uso de las ventajas del correo electrónico para comunicarse con sus pares en otros lugares del país y del mundo para asociar la práctica en el aula con las teorías que promueven pedagogías constructivistas, el pensamiento crítico, la resolución de problemas reales y prácticas transformativas (Light *et al.*, 2001: 176).

Una iniciativa que interesa recuperar para ilustrar este momento histórico es el Programa de Descentralización y Mejoramiento de la Educación Secundaria II (en adelante, Prodyemes II)⁷. El trabajo de la Unidad de Investigaciones Educativas del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación (2003) da cuenta de que el programa se puso en marcha en 1996 a partir de la firma de los acuerdos correspondientes con el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF).

La inversión en dotación de equipamiento informático y capacitación para su uso formó parte de las prioridades definidas por los organismos internacionales durante los últimos años y de las preocupaciones

⁵ Plan Social Educativo: se llevó adelante en el marco de la Ley Federal de Educación y constaba de tres programas principales: 1) mejor educación para todos, 2) mejor infraestructura escolar, 3) becas estudiantiles. En 1998, el Plan Social ya se había extendido a 12.000 escuelas y 3,5 millones de estudiantes matriculados en el nivel inicial, primario y secundario.

⁶ Creada en 1991, a fin de dar un marco legal a las actividades de la Red Telar-IEARN y los programas educativos derivados de su accionar.

⁷ Información ampliatoria disponible en apartado específico del Apéndice J en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>

señaladas en diversos foros y cumbres latinoamericanos pese a que su “costo-eficiencia” todavía no se ha probado en gran escala. El presupuesto para su realización fue de \$ 164 millones, de los cuales el 70% provenían del préstamo concedido por el BIRF y el 30% restante correspondió a fondos aportados por el gobierno nacional. De ese total, \$ 130 millones fueron a obras de infraestructura y adquisición de bienes, mientras que el resto se asignó a otros gastos como servicios de consultoría (2003: 11).

La iniciativa fue implementada en 630 escuelas de todo el país, más de la mitad con matrículas mayores a 500 estudiantes (2003: 32). Según la investigación, para que las escuelas pudieran ser seleccionadas debían cumplir con una serie de condiciones:

- Albergar el Tercer Ciclo de la EGB o tener prevista su incorporación.
- Tener más de 250 alumnos.
- Tener alumnos pertenecientes a grupos poblacionales con elevado NBI.
- Registrar niveles de repitencia mayores al promedio provincial.
- Tener posibilidades de adecuación o ampliación de sus edificios.

En el apartado que la investigación consigna a las estrategias de capacitación desarrolladas por las 13 jurisdicciones en las que se llevó adelante Prodymes II, se hace una afirmación relevante a los fines de dilucidar la orientación del mismo: “(...) Esta diversidad no implica, sin embargo, en ninguno de los relatos, un corrimiento respecto del eje conceptual básico definido por el programa –el uso de la informática como herramienta subordinada a la enseñanza de los contenidos escolares–“ (El caso Prodymes, 2003: 40).

Es importante el concepto de Atice (Aplicaciones de las Tecnologías de la Información y la Comunicación de la Enseñanza) que articula las propuestas pedagógicas del programa. Esto es, los productos que los docentes que se capacitaban debían presentar para ser evaluados. Se trata de la planificación de actividades de enseñanza que incluyeran el uso de las TIC (no solo de las computadoras) en su organización.

En lo referido específicamente al hardware y software, el informe distingue que el componente denominado *Mejoramiento de los recursos de aprendizaje* plantea una distribución en tres modalidades: 1) Centro de Recursos Multimediales (transformando las bibliotecas a partir de la incorporación de libros, láminas, mapas, videos, software educativo y

material de publicación periódica; además computadoras, televisor, videocasetera, centro musical, retroproyector, pantalla de proyección, grabadores, scanner, videocámara, Quick Cam); 2) informática en el aula (mediante la incorporación de equipamiento, el cual se debería organizar entre tres posibles alternativas: *laboratorio informático* en el cual se encontrarían las computadoras, al que docentes y alumnos concurrirán en horarios preestablecidos; *la red informática escolar*, distribución del equipamiento en diferentes aulas de la escuela y su articulación con el banco de información de la biblioteca escolar; y *las estaciones*, ubicación de grupos reducidos de equipos en diferentes ambientes de la escuela a los cuales se accedería en pequeños grupos y/o en momentos libres); 3) Laboratorio de Ciencias Naturales y Tecnología (2003: 13-14).

Yendo a las *capacitaciones*, cabe destacar que fueron desarrolladas en las escuelas. La misma se dividió en un primer módulo sobre Modelos Pedagógicos, Teorías del Aprendizaje y la enseñanza, la evaluación, las teorías subyacentes en la informática educativa, tecnología educativa y materiales para el aprendizaje; un segundo módulo referido a los elementos de la computadora incluyendo hardware y software, sistema operativo Windows, manejo del ratón y teclado, selección y ejecución, escritorio, íconos de acceso directo, mi PC, papelera de reciclaje, ventanas, concepto de directorio y archivo, administración y consulta de información en discos magnéticos y ópticos, crear, copiar y mover directorios y archivos, ejecución de programas en discos magnéticos y ópticos, prevención de virus informático, uso de programas de uso general como procesador de textos, planilla de cálculo, correo electrónico, internet e intranet, PowerPoint, y un tercer módulo referido a la Informática en Educación que incluye materiales informáticos para el aprendizaje, los recursos informáticos en la escuela, criterios para analizar programas aplicables al ámbito educativo y la utilización de las herramientas informáticas como recursos didácticos (El caso Prodyms, 2003: 23).

En el material se afirma que los contenidos mencionados con más frecuencia por los directivos son el uso del paquete informático de Windows 35: Word, PowerPoint, Excel, etc., seguido por el uso de la tecnología informática en el tratamiento de los contenidos curriculares (2003: 55).

La publicación da cuenta de experiencias jurisdiccionales, llevadas adelante en conjunto con instituciones educativas (Chaco-UTN), mediante convenios con el Estado nacional (Catamarca, Córdoba, Entre Ríos, La

Rioja y Río Negro), y/o diseñadas y ejecutadas por las provincias (CABA, Córdoba, La Pampa, Mendoza, Neuquén, Santa Cruz) (2003: 35-36).

Observaciones

La recuperación de estas experiencias implementadas a lo largo de la década de 1990, permite discernir varias cuestiones importantes. La primera de ellas, en consonancia con lo avizorado a nivel global, es el protagonismo de organismos internacionales en el financiamiento, monitoreo y evaluación de las iniciativas. La segunda, que la perspectiva de implementación de hardware y software en las escuelas se engarza claramente con los postulados del que se ha definido en este trabajo como segundo momento o “momento TIC”, enfatizando en las tecnologías informáticas en tanto medios que proporcionan un acceso inédito a conocimientos e información, convirtiéndose en medios privilegiados para la enseñanza de distintas áreas del conocimiento prescripto en los currículos escolares. La tercera, la selección de aquellos conocimientos y habilidades que se definieron como prioritarios, para la capacitación docente y la implementación áulica, en la que se visualiza la centralidad de la llamada “ofimática”⁸, coincidiendo con lo expuesto en el punto “n” del Art. 53 de la LFE, sobre la capacitación *en función* de las transformaciones en los ámbitos de trabajo. La cuarta, respecto de las tecnologías concretas que se utilizaron, destacándose el software de la empresa Microsoft (Word, PowerPoint, Windows 35). No hay mención al hardware. De la información recabada no surge la incorporación de desarrollos locales, tanto en el software como en el hardware distribuido, ni siquiera en experiencias piloto.

4.1.3. El nuevo siglo: portal Educ.ar y Orientaciones del IIPE

Tal como se ha venido señalando en capítulos anteriores, la expansión de internet tuvo repercusiones en el ámbito educativo, ganando protagonismo

⁸ Esta palabra es el acrónimo de oficina y de informática y designa al conjunto de técnicas, aplicaciones y herramientas informáticas que se utilizan en funciones de oficina para optimizar, automatizar, mejorar tareas y procedimientos relacionados. Las herramientas ofimáticas permiten idear, crear, manipular, transmitir o almacenar la información necesaria en una oficina. Los desarrollos de software relacionado con estas tareas son: procesador de textos, planilla de cálculos, herramienta de presentaciones, correo electrónico, agendas, calculadoras, entre otros.

en las iniciativas y políticas públicas de implementación de tecnología informática en la enseñanza. Como ejemplo local de esta tendencia resulta oportuno considerar el lanzamiento, en el 2000, del portal *educ.ar*⁹.

La misma se lleva a cabo tras una donación dineraria de la Fundación Varsavsky¹⁰ y permite poner en marcha el primer portal en la región, que tendría a su cargo mejorar los modos de enseñar y de aprender a partir de la incorporación de TIC.

El trabajo de De Michele (2012) ofrece valiosa información respecto a esta iniciativa. Dicho estudio incluye el testimonio de Martín Varsavsky, el empresario impulsor del portal.

La investigación inicia afirmando que, en líneas generales, las diferentes políticas en TIC implementadas durante la década del 90 muestran desconexión y/o yuxtaposición entre iniciativas nacionales y provinciales, desorganizando la introducción de estas tecnologías en las escuelas. Y que, en este marco, la creación del portal Educ.ar en el año 2000 representa un intento por otorgarle mayor organicidad a las políticas de introducción de las TIC por parte del Estado (2012: 7-8).

Educ.ar vivió dos etapas, la primera desde su lanzamiento hasta el año 2003 y la segunda con el relanzamiento en 2003 hasta la actualidad. A los fines de este estudio, interesa recuperar los aportes de la citada investigación sobre la primera de ellas.

De Michele indica que los orígenes de Educ.ar se remontan al año 1999, cuando en el marco del Foro Económico Mundial de Davos, el presidente electo Fernando de la Rúa se acercó a Martín Varsavsky, un exitoso empresario argentino en el área de las telecomunicaciones, para solicitarle ayuda y asesoramiento en el diseño de políticas vinculadas a la tecnología y la educación. La autora del estudio se vale del testimonio del propio Varsavsky, al que entrevistó en 2011.

En ese intercambio, el empresario expresó que la idea había sido de él, incluso el nombre que finalmente tuvo, ya que originalmente se iba a llamar Proyecto Sarmiento (2012: 21-23). De hecho, aunque finalmente se hizo el 18, su lanzamiento estaba previsto para el 11 de sep-

⁹ El mismo se realiza a través del Decreto N° 383/2000 - Ministerio de Educación. Créase EDUC.AR S.E. Información ampliatoria en el apartado específico del Apéndice J en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>

¹⁰ A principios de mayo de 2000, la Fundación Varsavsky donó 11.282.855 dólares (un dólar por cada estudiante argentino) al Ministerio de Educación de Argentina para la creación de un portal nacional consagrado a la educación.

tiembre y el decreto que lo pone en funciones cita una frase de Sarmiento para justificar su creación. También comentó que, aunque puso en marcha Educ.ar con formato de fundación, en Argentina eso no iba a dar resultado, por lo que propuso que fuera una Sociedad del Estado. Al ser dueño el Ministerio de Educación le prestaría atención y lo usaría (2012: 29).

Un punto interesante respecto a la iniciativa, lo constituye el aspecto comercial que acompañó esta política pública. La investigación da cuenta de ello en las afirmaciones de Varsavsky, De La Rúa (h) y del propio ministro de Educación del momento, Juan Llach. Este último, en una editorial del diario *La Nación*, publicada en septiembre de 2000¹¹, afirma que el portal también sería un medio para promover el desarrollo de pequeñas empresas o de personas que produzcan programas educativos para la Red y puedan exportarlos al mundo de habla hispana. En el mismo sentido, el ministro indicaba que se convocaría al capital privado para desarrollar la explotación comercial del portal y obtener así recursos extrapresupuestarios para hacer posible la conexión de todas las escuelas y centros de enseñanza de la Argentina.

A los pocos días de inaugurado el portal, debido a una importante crisis político-económica que venía desarrollándose en el país, Llach presentó su renuncia. En su lugar asumió Hugo Juri, quien ocupaba el cargo de rector de la Universidad Nacional de Córdoba. Por esos días, se conformó el directorio Educ.ar, el cual contó con la participación de personalidades provenientes tanto del ámbito académico, como del político y del empresarial (Domingo Cavallo, Claudia Gómez Costa, Pedro del Piero, Luis Moreno Ocampo, Beatriz Nofal, Martín Varsavsky).

Se definió dividir el portal en dos subportales: 1) “Escuela”; 2) “Educación Superior”. El primero se dedicaría a la producción de contenidos educativos para alumnos y docentes; el segundo, a brindar servicios como acceso a bibliotecas digitales, bolsa de becas, acceso a sitios web de las cátedras, noticias de interés, etc., a alumnos y profesores universitarios (De Michele, 2012: 36). Los contenidos de Educ.ar escuela desarrollaban temas de las distintas áreas curriculares e incluían también temáticas de interés general. Se organizaban según los géneros (monografías, organizadores, actividades, noticias, entrevistas, talleres, cursos y juegos) y apostaban a colaborar con la formación docente poniendo

¹¹ “El Estado y la educación digital”, 19/09/2000.

a disposición de esta información sobre la temática educativa, recursos para la enseñanza de contenidos específicos y orientaciones didácticas para desarrollar los contenidos dirigidos a los alumnos (2012: 37).

(...) podemos caracterizar en líneas generales que la postura tomada en este período en relación con las TIC y el currículo responde a un “aprendizaje con las TIC” es decir, que se apunta al uso de las TIC, incluyendo multimedia, Internet o la Web, como un medio para mejorar la enseñanza o para reemplazar otros medios, pero sin cambiar los enfoques y los métodos de enseñanza y aprendizaje (2012: 40).

La situación por la que atravesó el país en 2001 impactó de lleno en el desenvolvimiento del portal. De Michele da cuenta de esta realidad, afirmando que la incapacidad de Educ.ar de cumplir con los objetivos propuestos se hace evidente cuando el préstamo pendiente del BID no se hace efectivo y parte del dinero de Educ.ar que formaba parte de la donación se pierde cuando se declara el default al haber sido invertido en bonos de la deuda. De este modo, ante la falta de financiamiento, los otros dos pilares del proyecto –el plan de capacitación docente y el plan de conectividad para todas las escuelas– no logran implementarse (2012: 53-54).

Junto con Educ.ar, reviste gran relevancia para esta investigación la del Instituto Internacional de Planificación Educativa (IIPE) de Unesco, desde su Sede Regional Buenos Aires, en la que aborda el estado del arte de la integración de las TIC en los sistemas educativos (Unesco, Informe IIPE, 2006) y, en ese marco, desarrolla líneas de orientación estratégica para la implementación de políticas públicas en la región¹². Se consideró oportuno recuperar algunas de las definiciones de esta publicación por la influencia de Unesco en las políticas educativas en ese momento histórico, al tiempo que por la información que ofrece respecto a las implementaciones en nuestro país.

En primer lugar, resulta interesante recuperar la periodización que realiza el IIPE sobre los momentos de integración de TIC. La publicación distingue cuatro estadios: 1) momento pre-PC: programación y Logo, a principios de los 80; 2) momento informático: las PC llegan a la escuela, entre fines de los 80 y principios de los 90, vinculado con la

¹² Info ampliatoria en apartado específico de Apéndice J en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>

formación para el trabajo; 3) momento TIC: internet en la escuela, ligado a la integración de la informática y las telecomunicaciones, que brinda posibilidades de acceso a la información, a enciclopedias, bibliotecas e incluso la participación colectiva en trabajos colaborativos y crea un nuevo escenario para el desarrollo de la educación, y 4) *De cara al futuro: Aprendizaje Distribuido*, relacionado con la adquisición de habilidades como creación y selección de la información, autonomía, capacidad para tomar decisiones, flexibilidad y capacidad de resolver problemas, trabajo en equipo, habilidades comunicativas (Unesco, Informe IIPE, 2006: 16 y ss.).

Respecto al uso de las computadoras en la enseñanza, la publicación (2006: 32 y ss.) distingue dinámicas de uso de los equipos por parte de los estudiantes o en dinámicas de uso de los profesores. Entre las primeras se destacan los proyectos colaborativos. Entre las segundas mencionamos su uso en tanto iniciativa personal por parte de los profesores para la planificación, la búsqueda de información para la preparación de las clases o como medio de comunicación entre colegas en horario extraescolar. Muchos de los fines relativos a la inclusión de las TIC en las escuelas se centran en la necesidad de cambiar los roles de profesores y alumnos, de manera de que estos se puedan autodirigir y sean más autónomos.

Al enfocarse en la capacitación de los equipos docentes, IIPE (2006: 37) afirma que ha ido cambiando de acuerdo con la definición de las competencias docentes que se necesita desarrollar. Primeramente, se instruía para ser capaz de manejarse con competencias básicas de hardware y software. El primer momento de las políticas TIC estuvo, y en muchos casos aún lo está, ligado con la distribución de equipamiento en las escuelas. Luego, la incorporación del uso pedagógico de la computadora como contenido de la capacitación. No se trata de opciones excluyentes, en la medida en que se relacionan con la posibilidad de intervenir en el rediseño y la adaptación del currículo, acompañar (coaching), monitorear y desarrollar materiales digitales, desarrollar una visión de lo que deben ser las TIC en educación y cooperar con los colegas para lograrlo. Posteriormente se señalan estudios que dan cuenta de que la capacitación en la integración de tecnologías en el currículo parece tener mayor impacto en los docentes que la capacitación en habilidades tecnológicas elementales y que necesitan al menos 30 horas de capacitación para sentirse preparados para utilizar la tecnología para la enseñanza en el aula.

Al referirse al equipamiento escolar (2006: 77 y ss.), el documento

afirma que en Argentina, el Programa Nacional de Alfabetización Digital entrega computadoras de escritorio con tarjeta de red, modem, lectorgrabadora de CD, lectora de DVD y monitor 15”; sistema operativo: Microsoft Windows XP Professional / Linux; paquete de escritorio: Microsoft y Works / OpenOffice, curso de alfabetización Digital Educ.ar, Colección de Recursos Educativos de Educ.ar; impresora de inyección de tinta con cuatro juegos de cartuchos de tinta; concentrador de red y estabilizador de tensión cuatro bocas.

Finalmente, se considera oportuno recuperar lo referido al papel que el Instituto confiere al Estado nacional (2006: 89 y ss.) en este campo, en particular, con respecto a las relaciones con la industria informática. IIPE afirma que se trata de un factor crítico en estas políticas, ya que puede constituirse en un socio clave del Estado pero, si no hay lineamientos oficiales claros, ocupará con sus propios criterios los espacios vacantes. Si se tiene en cuenta que se trata de un mercado global, multinacional y con fuertes tendencias al monopolio, el Estado tendría que hacerse cargo, de manera directa o indirecta, del avance de las TIC en la sociedad y, al mismo tiempo, controlar para que los avances se realicen en la dirección correcta, regulando la lucha de intereses de los sectores involucrados.

Observaciones

Recuperar lo acontecido en estos primeros años del siglo XXI, posibilita el reconocimiento de algunas cuestiones importantes para la presente investigación. En primer lugar, corroborando lo registrado en este capítulo sobre las décadas anteriores, se verifica la pobre experimentación de la enseñanza con Logo en la región. En lugar de esto, la llegada de las computadoras a las escuelas trajo consigo los postulados de la perspectiva “TIC” que venía expandiéndose a nivel global y abogaba por la utilización de las computadoras como medios para revolucionar la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos curriculares. Aunque, a diferencia de la década de 1990, el peso que va adquiriendo la utilización de internet en las propuestas que se presentan/evalúan es determinante y se expresa en proyectos de conectividad, interconexión de escuelas, trabajos colaborativos, etc. En segundo término, aunque de manera subsidiaria al privativo, se destaca la incorporación del software libre como una opción en los SO de las computadoras, al tiempo que para la crea-

ción de recursos didácticos. Lo tercero, también importante para este estudio, se vincula a la reedición de debates y preocupaciones respecto a la articulación de los estados con el sector privado, esto es la industria de software y hardware informático. En este sentido, el portal Educ.ar presenta tensiones entre sus objetivos de inclusión educativa, cubriendo todo el país, y la perspectiva comercial con que se lanzó la iniciativa, ya que no parecen compatibles. Por otro lado, IIPE da cuenta de que la dinámica del sector tiende a la concentración y monopolización. Sin embargo, la orientación propuesta ubica al Estado como mediador entre industria y sociedad, en este caso, escuela, no habiéndose encontrado planteos vinculados a la incorporación de desarrollos nacionales, ni en la modalidad de propuestas mixtas o experiencias piloto. Si bien es posible matizar esto último en lo atinente al software (dado el reconocimiento de desarrollos –no locales– de software libre), no así para el hardware. En cualquier caso, representa una inconsistencia con las perspectivas inclusivas y de superación de las brechas digitales con que se identificaron las propuestas.

4.1.4. Conectar Igualdad, Primaria digital y Program.AR

La segunda década del presente siglo presenta tres iniciativas relevantes para nuestro estudio: el Programa Conectar Igualdad (en adelante, PCI), el Programa Primaria Digital (en adelante, PPD), y la iniciativa Program.ar.

Aunque no se pondrá foco en esta política pública, resulta oportuno añadir que había otras iniciativas estatales orientadas a fortalecer el acceso a las TIC para aprovechar la información disponible en internet en esos mismos años. Tal es el caso del Programa Núcleos de Acceso al Conocimiento (en adelante, NAC), incorporado como un eje prioritario del Plan Argentina Conectada, llevado adelante por el Ministerio de Planificación Federal desde 2010. Como puede indagarse en un estudio reciente (Martínez *et al.*, 2017), el programa NAC se asentó en la existencia del Programa Nacional Centros Tecnológicos Comunitarios (CTC) desarrollado entre los años 1999 y 2000, donde se instalaron alrededor de 1.350 centros distribuidos en todo el país y posteriormente se sumaron 1.745 bibliotecas populares. Aunque al momento del inicio de NAC había muchos menos funcionando y en la mayoría de los casos orientados a usos comerciales o de gestión de los espacios. Por ello, se define a los NAC como espacios públicos de inclusión digital que brindan a todos los ha-

bitantes y en igualdad de condiciones conectividad libre y gratuita y acceso a las nuevas Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC). Se insertan en lugares consolidados dentro de un espacio territorial determinado (universidades, centros culturales, casas de cultura o vecinales, sedes de partidos políticos, excentros clandestinos de detención y tortura, etc.). Independientemente del lugar donde estén emplazados, comprenden cuatro espacios determinados: espacio de aprendizaje tecnológico y alfabetización digital, espacio de conectividad inalámbrica, mi-crocine y espacio de entretenimiento y videojuegos (2017: 6-7).

En ese mismo año, 2010, a través del Decreto Presidencial N° 459/10, se crea el Programa Conectar Igualdad¹³ como política pública de inclusión digital educativa –al igual que las demás iniciativas ubicadas al inicio del presente siglo– orientada a la reducción de la llamada *brecha digital* de acceso y uso de las TIC. El modo de hacerlo sería la distribución de tres millones de computadoras portátiles a alumnos de las escuelas estatales de educación secundaria, de educación especial y aulas digitales móviles con computadoras portátiles para los últimos años de los Institutos Superiores de Formación Docente estatales de todo el país.

Existe abundante material bibliográfico sobre este programa. A los fines de la presente investigación, resulta de gran interés el contenido del Anexo I de la Resolución 123/2010 del Consejo Federal de Educación.

El punto 6 de la presentación de PCI, afirma que las políticas de incorporación y fortalecimiento del uso de las TIC en el ámbito escolar deben pensarse en el marco de los planes nacionales de Educación Obligatoria y Formación Docente, ya que estas políticas tienen como horizonte los compromisos asumidos por el país, dentro de las Metas 2021¹⁴, respecto de la incorporación de TIC en los sistemas educativos (CFE, 2010: 4).

Asimismo, en el apartado dedicado a la fundamentación, se afirma que el contexto está caracterizado por mayores posibilidades de acceder de modo masivo al conocimiento producido por la humanidad, lo que se vincula con la búsqueda, sistematización, comprensión, organización y

¹³ Para ampliar información, consultar apartado específico en Apéndice J en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>

¹⁴ Refiere al acuerdo alcanzado en el marco de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) y documentado como “Metas Educativas 2021. La Educación que queremos para la generación de los Bicentenarios”. Dos metas específicas del mismo (N°10 y N°15) explicitan la necesidad de avanzar hacia la proporción 1 a 1 entre estudiantes y computadoras, así como de aumentar la cantidad de horas de uso de las mismas para el aprendizaje.

utilización de la información a la que permite acceder las TIC. Por ello, existe la necesidad de contar con herramientas cognitivas y competencias que permitan accionar de modo crítico, creativo, reflexivo y responsable sobre la abundancia de datos para aplicarlos a diversos contextos y entornos de aprendizaje, así como para construir conocimiento relevante en base a ellos. Para atender esa necesidad, el Estado nacional debe garantizar equidad en el acceso a las TIC tanto para favorecer la circulación y producción de conocimiento como la inclusión social, cultural y educativa. Por ello, una inclusión de las TIC orientada a la calidad implica promover estrategias en las cuales las TIC estén al servicio de las prácticas pedagógicas cotidianas, imprimiéndoles un sentido innovador. Ya que la misma se vincula con la exigencia de nuevos saberes, la respuesta a ciertas demandas del mundo del trabajo y la necesidad de comprender y participar en una realidad mediatizada. El abordaje y formación sistemática sobre TIC resulta una oportunidad para que niños/as, jóvenes y adultos/as puedan desarrollar saberes y habilidades específicos que estén puestos al servicio del desarrollo de los contenidos curriculares (2010: 5-7).

Los principios orientadores son coherentes con estas definiciones y ubicación de las tecnologías, prescribiendo que la “modernización” de las prácticas debe apuntar al logro de los principales objetivos político-educativos, por lo que las TIC dejan de ser consideradas un fin en sí mismo para apuntalar el desarrollo de procesos de calidad más amplios (2010: 8).

Además, se proponen una serie de 10 principios, entre los cuales, a los fines de este estudio, interesa recuperar el 1 y el 10:

El primero de ellos, denominado *Producción, acceso y actualización de contenidos y/o software*, promueve el uso del software libre dado que fomenta el trabajo cooperativo, permite la revalorización de las minorías a través de la posibilidad de traducir o adaptar los diferentes programas a realidades particulares de cada grupo, y genera comunidades de apoyo mutuo a partir de la posibilidad de realizar mejorías que beneficien a grupos determinados.

El segundo, *Articulación entre Estado, Universidades, organizaciones de la sociedad civil y el sector privado*, propicia la articulación entre el sector público y el sector privado, la Universidad y la empresa, los organismos descentralizados y las organizaciones de la sociedad civil para un mejor aprovechamiento de recursos, experticias, infraestructura y acceso a fuentes de financiación (2010: 13-14).

En cuanto a los antecedentes, el documento recupera tanto de nivel

nacional, como jurisdiccional, distinguiéndose iniciativas como el portal Educ.ar y el Canal Encuentro; los anteriores programas en formato de laboratorio (Proyecto Redes y Prodymes), iniciativas en distintas provincias del país y la implementación de modelo 1 a 1 en un programa para escuelas secundarias técnicas, entre otros (2010: 14-20).

Finalmente, la estrategia educativa del Programa Conectar Igualdad presenta tres componentes: 1) desarrollo de producciones y contenidos digitales; 2) formación docente y desarrollo profesional, y 3) fortalecimiento de los equipos de gestión del Programa.

Del primero de ellos, resultan relevantes las propuestas de *desarrollo de una central de navegación y descarga*, que permita el acceso, descarga y navegación de contenidos, que funcionará on-line y off-line; y *concurso de software y aplicaciones* mediante la convocatoria a desarrolladores de software libre y gratuito en dos categorías: a) productos desarrollados y, b) productos a desarrollar. En relación con este punto, debe considerarse el que configura la *Convocatoria a empresas* para la presentación de contenidos, aplicaciones y dispositivos de utilidad para la aplicación de la modalidad de trabajo una computadora por alumno, definiendo que pueden ser de aplicación bajo una o ambas plataformas (Windows y Linux) (2010: 29-33).

En estrecha vinculación con esto último, y de gran importancia para esta investigación, se ubica el debate alrededor de los sistemas operativos que debían portar las computadoras distribuidas por el PCI. La decisión de que tuvieran Windows fue duramente criticada por Richard Stallman, referente mundial del movimiento Software Libre. A lo largo del proceso de implementación (2010-2015), se desarrolló un proceso de disputa entre versiones de Windows y Linux, abordada en la investigación de Núñez y Vercelli (2018). El estudio determina la existencia de diversas fases en las que la comisión de licitaciones discutió la medida tecnológica del arranque. Aceptando que los sistemas operativos delimitan las acciones del usuario sobre el hardware, así como las posibilidades de los programadores de aplicaciones, la definición y priorización de los SO no es un tema menor. Cuando conviven dos sistemas operativos, las tecnologías de arranque determinan la prioridad y el tiempo entre que se enciende la computadora y se le entrega el control de la máquina al usuario. En este sentido, mientras se verificó la prevalencia de Windows entre 2010 y 2012, es posible observar un avance en la priorización de GNU/Linux entre los años 2013 y 2015. Dado el desenvolvimiento de la distribución de dispositivos, la diferencia es de

750.000 netbooks más con primer arranque en GNU/Linux Huayra, según las licitaciones y 2.150.000 de acuerdo con la noticia de septiembre de 2015 que registró la entrega de 5.000.000 (Conectar Igualdad, 2015). Por otra parte, se desarrolló una versión local de Linux: Huayra (voz mapuche que significa *viento*), que involucró una fuerte inversión de fondos públicos (Núñez y Vercelli, 2018: 11-12).

Respecto del hardware, aunque en una menor escala, existen debates en relación a algunas cuestiones tales como el Agente Disuasivo Anti-robos (tdagent), pensado para impedir la comercialización de las computadoras. Este sistema bloquea el arranque de las netbooks luego de un cierto tiempo de desconexión con el servidor escolar. Para revertir este bloqueo debe llevarse el aparato a la persona responsable de la institución, que la volverá a habilitar provisoriamente. Este mecanismo generó desaliento al uso, dado que no siempre había soporte técnico para resolver la cuestión y las computadoras permanecían un tiempo prolongado sin utilización. En la actualidad, existen foros de consulta para desbloquear máquinas que han estado inactivas durante años.

Otro debate surge respecto a los condicionamientos para la utilización de software libre, más allá del SO Huayra Linux. Por caso, los controladores (drivers) para la conexión inalámbrica a internet eran privativos, imponiendo este tipo de software para las comunicaciones, con las posibles vulneraciones a la seguridad de los datos personales. Asimismo deben considerarse casos de paquetes privativos como *intel-microcode*¹⁵ —que controla el comportamiento del microprocesador respecto al procesamiento de datos de entrada/salida— o el software del *Programa 2mp* para la enseñanza de/con tecnología satelital¹⁶. Incluso, para algunas máquinas, el programa necesario para su desbloqueo era privativo¹⁷.

A los pocos años de lanzado PCI y con el objetivo de expandir esa experiencia, se pone en marcha el Programa Primaria Digital¹⁸ (PPD).

¹⁵ Por su diseño privativo, no es posible inspeccionarlo. En 2016, el responsable de la empresa que lo produce indicó que no tenían planes de abrir el código.

¹⁶ Es un entorno geoespacial donde los docentes y los estudiantes pueden analizar y desarrollar casos basados en la aplicación de las imágenes satelitales combinadas con una variedad de fuentes de información complementarias.

¹⁷ El caso de las máquinas con Ubuntu-Linux se menciona en la publicación de Tribuna hacker a principios de 2015.

¹⁸ Info ampliatoria en apartado de Apéndice J en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>

El mismo se lanzó en 2012 con el objetivo de implementarse desde el año siguiente. Se trata de una iniciativa del Gobierno nacional que busca reducir la brecha social, digital y educativa, y dotar de equipamiento, recursos tecnológicos y una propuesta pedagógica de inclusión de TIC a las escuelas de nivel primario.

Según la información oficial, en una primera etapa PPD apostaba a llegar con aulas digitales a 200 escuelas. La propuesta contempla la distribución de aulas digitales móviles de la línea Primaria Digital: esto implica equipamiento pero también el desarrollo de un entorno multimedial acorde a las propuestas y objetivos del nivel. Se llevó adelante con financiamiento del BID, a través del Promedu (Programa de Apoyo a la Política de Mejoramiento de la Equidad Educativa).

Se diseñó para permitir que maestros y estudiantes puedan descargar contenidos del servidor, recargar las computadoras portátiles, interactuar con la pizarra digital y trabajar en una intranet (red interna). El entorno ofrece una serie de actividades con propuestas pedagógicas específicas, recursos y contenidos, en cada una de las netbooks y en el servidor. No se requiere conexión a internet para su apropiación. En el caso de contar con conexión, la propuesta puede enriquecerse y profundizarse, a partir de los aportes de los docentes.

Respecto al entorno multimedial, los materiales del entorno se elaboraron a partir de la selección de un conjunto de recursos y contenidos de diferentes áreas del Ministerio de Educación de la Nación, tales como producciones de educ.ar, Canal Encuentro, Pakapaka, entre otros.

El entorno digital de Primaria Digital también se va a cargar en los laboratorios de las escuelas del Programa Integral para la Igualdad Educativa (PIIE). Además, formará parte de los servidores de las aulas modelos jurisdiccionales y los servidores de los institutos de formación docente.

La composición de las Aulas Digitales Móviles - ADM, sería la siguiente: 30 netbooks (una de ellas para el docente, con contenido específico), un servidor pedagógico, UPS (unidad de alimentación ininterrumpida), router inalámbrico (para trabajar en red), pizarra digital, proyector, cámara de fotos, impresora multifunción, tres pendrives, carro de guarda, carga y/o transporte.

En las netbooks y en el servidor pedagógico, va cargado el entorno multimedial, con contenidos, recursos y actividades que acompañan las propuestas pedagógicas. No requería la instalación de un piso tecnológico (cableado estructurado de red), ya que todos los componentes del

aula digital podían funcionar modularmente y a su vez conectarse en red a través de un dispositivo inalámbrico.

Asimismo, se preveía capacitación para 3.800 escuelas primarias bajo cobertura del PIIE, a partir de mayo de 2013, para un promedio de ocho docentes por institución.

Promediando la implementación de PCI y en el período en que se lanza PPD, tiene lugar la iniciativa Program.AR¹⁹, una coordinación entre el Ministerio de Ciencia y Tecnología, a través de la Fundación Sadosky y del Ministerio de Educación de la Nación y organismos dependientes como el portal educativo educ.ar y el Plan Nacional de Inclusión Digital Educativa. El objetivo era implementar una estrategia orientada a pensar de qué forma, una tendencia mundial como la incorporación de la programación en la escuela podía desarrollarse en y para el contexto argentino.

Es posible comprender mejor esta iniciativa considerando la creación de la propia Fundación Sadosky a finales de la primera década del presente siglo. La organización recibió autorización por el Decreto 121/2007 para ser constituida por el Ministerio de Economía y Producción y el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología y, finalmente, se puso en marcha mediante el Decreto 678/2009, esta vez solo por la cartera de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Los objetivos institucionales, idénticos en ambas normativas, orientan a la organización hacia

(...) sentar las bases y promover el desarrollo científico y tecnológico orientado a la investigación y aplicación productiva de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en la REPÚBLICA ARGENTINA, a través de actividades propias y asociadas, en todos los campos de la disciplina, incluyendo software, electrónica, comunicaciones y los aspectos sociales, económicos y políticos de la misma, con el propósito de alcanzar competitividad internacional en la industria relacionada con los sectores precitados (Dctos. 121/2007 y 678/2009).

La fundación es una articulación público-privada, presidida por el Mincyt y acompañada por dos vicepresidencias integradas por representantes de la Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos –CESSI– y la Cámara de Informática y Comunicaciones de la

¹⁹ Información ampliatoria en el apartado específico del Apéndice J en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>

República Argentina –CICOMRA–. Debe señalarse que ambas cámaras tenían previsto un lugar de menor jerarquía (nivel subsecretaría) en el primero de los decretos.

Esta organización comenzó a funcionar efectivamente en el año 2011, según el Informe de Gestión 2011/2015²⁰, presentado por su director Ejecutivo, Santiago Ceria, en compañía del entonces ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, Lino Barañao.

Volviendo a la iniciativa Program.AR es importante considerar que, aunque se lanzó en 2013, su institucionalización puede ubicarse dos años más tarde, con la aprobación de la Resolución N° 263/15 del Consejo Federal de Educación. Allí, tras valorar la superación de la brecha digital preexistente mediante la distribución de equipamiento de PCI, se declara de importancia estratégica para el sistema educativo argentino la enseñanza y el aprendizaje de la programación durante la escolaridad obligatoria, para fortalecer el desarrollo económico-social de la Nación. Complementariamente, en el articulado de la misma, se establece la creación de la Red “Escuelas que programan”. Se trataría de un entramado de escuelas diferenciadas en cuatro tipos: a) las que implementaban actividades vinculadas con la programación dentro del horario escolar; b) las que lo hacían fuera del mismo (talleres y actividades extraescolares); c) las que no lo habían hecho pero tenían equipos docentes con conocimientos para iniciar la implementación, y d) las que no habían implementado actividades ni tenían docentes para comenzar, pero contaban con equipos directivos interesados en introducir estos contenidos en sus instituciones. Dicha red iniciaría con 300 escuelas y se iría expandiendo gradualmente a nivel nacional.

En el video que presenta el inicio de las capacitaciones docentes sobre Didáctica de la Programación²¹, el responsable se refiere a la preparación de docentes para la enseñanza de estos contenidos desde una perspectiva de cultura general y no para la formación de futuros programadores. Sin salir de esta afirmación, en una presentación de la organización correspondiente al taller “Programar. La enseñanza de la programación”, en el 15° Foro Internacional de la Enseñanza de Ciencias y Tecnologías, se adiciona la necesidad de despertar vocaciones de

²⁰ Puede verse un resumen del evento de presentación en el video institucional de la fundación por YouTube: <https://youtu.be/4yudT5MpMgI>

²¹ Video institucional de Fundación Sadosky, disponible en la plataforma de YouTube: <https://youtu.be/eRW7y9ztlCA>

estudios superiores en el campo informático, así como a la necesidad de atender a la demanda de personal calificado por parte de la industria, las salidas laborales, etc.

La iniciativa tiene su propio sitio –<https://program.ar/>–, en el que pueden consultarse las propuestas e intereses que motivan la misma. Para el presente estudio resultan relevantes una publicación y una sección de este sitio: el video sobre la misión de Program.AR²² y el apartado “Materiales didácticos”.

El video es breve, pero relevante por describir la orientación global de la fundación y, en ese marco, de la iniciativa Program.AR, por caso la enseñanza de programación en las escuelas y su vinculación con el despertar de vocaciones informáticas en sus estudiantes.

La sección de materiales se compone de cuatro bloques: 1) manuales para docentes; 2) cuadernillos; 3) plataformas digitales, y 4) material audiovisual. Los manuales son cuatro (Primer y Segundo Ciclo de Primaria, Primer y Segundo Ciclo de Secundaria) y están disponibles para su descarga gratuita en formato PDF. Los cuadernillos también son cuatro y abordan las nuevas tecnologías como objeto de estudio, proponiendo secuencias didácticas para el abordaje de nociones de programación en el nivel inicial –Scratch Jr–, primario –Pilas Bloques– y propuestas vinculadas a redes, almacenamiento, uso de datos, organización de computadoras para nivel secundario (TI3 y TI4). Están acompañados de contenidos para trabajar en Educación Tecnológica de Primaria y Secundaria. Las plataformas propuestas son cuatro: *Pilas Bloques*, desarrollada por Enjambre Bit y Program.AR, y *Scratch Jr* y *Scratch*, desarrolladas por el MIT, para nivel primario. La primera es útil para introducir las nociones fundamentales de la programación y la segunda permite la creación de animaciones interactivas y personalizadas. *Gobstones*, diseñado por un equipo de la Universidad Nacional de Quilmes y *Alice*, por la Universidad de Carnegie Mellon, para nivel secundario. El primero permite abordar las nociones de repetición, procedimientos y alternativa condicional, entre otras, y la segunda desarrollar videojuegos. Por fuera de ellas, se ofrece una tabla con otros entornos de programación (varios de los cuales han sido analizados en capítulos anteriores), para nivel primario y secundario, con la excepción de Scratch Jr que es para nivel inicial. Finalmente, los materiales audiovi-

²² Video institucional program.AR. Disponible en la plataforma de YouTube: <https://youtu.be/YBH9VV>

suales están constituidos por una serie de videos dirigidos esencialmente al nivel secundario en sus dos ciclos.

Interesa considerar dos cuestiones sobre los materiales. La primera de ellas, respecto al análisis de las tecnologías informáticas. Por ser el de mayor cercanía al nivel en que se enfoca este trabajo, tomaremos el manual dirigido al Primer Ciclo de Primaria (2018). El abordaje referido se encuentra en el Capítulo 1. Allí, se hace una valoración de las tecnologías en general como inventos humanos para resolver problemas y/o atender necesidades que evolucionan a lo largo del tiempo. Por otra parte se distinguen las TIC y dentro de ellas las computadoras y sus posibilidades. Finalmente, se hacen algunas recomendaciones para el uso seguro de internet y la protección de datos personales. Complementariamente, en el Capítulo 6 del manual se analizan hardware y software, de manera descriptiva.

La segunda cuestión se relaciona con el cuadernillo con la secuencia didáctica para el nivel inicial. Primeramente, debe destacarse que no es una elaboración local. Así se afirma al comenzar el material, indicando que se basa en una propuesta del Grupo de Investigación de Tecnologías del Desarrollo de la Universidad de Tufts (EE.UU.), ampliado según recomendaciones de las investigadoras Dra. Julia Hermida y Dra. Andrea Goldín. La secuencia requiere de 12 horas para su implementación y consta de tres proyectos, dos de 5 y uno de 2 horas, para ser implementados con el entorno de programación Scratch Jr. Dicho material es el único de la organización para el nivel, para el cual tampoco se registran propuestas de formación docente anteriores o en curso en la sección correspondiente de la iniciativa²³, en el que sí se indican para nivel primario y secundario (del que se incluye un estudio de resultados –2018– de las propuestas de formación).

Aunque se aleja del nivel educativo en que se ha centrado la presente investigación, dado que se trata de materiales destinados a docentes, también se considera relevante el Capítulo 7 del Manual para docentes –2º Ciclo Secundaria (2019), destinado a la enseñanza de los SO, presenta una descripción general de los mismos y propone la consulta y posterior enumeración de los de mayor difusión para computadoras y celulares (2019: 380). Esto resulta particularmente destacable si se tiene en cuenta el estudio de Benítez Larghi, Zukerfeld *et al.* (2015) respecto a la interacción particularmente baja con el SO Huayra/Linux y con el

²³ <https://program.ar/formacion-docente/>

software específico de PCI por parte de docentes y estudiantes, tornándose un posible obstáculo frente al interés de la fundación y de la propia iniciativa de enseñanza en términos de cultura general, así como en el estímulo a las vocaciones informáticas de las futuras generaciones.

Observaciones

Recorrer lo acontecido en la década pasada respecto a las iniciativas de implementación de hardware y software en las escuelas del país, permite distinguir una serie de aspectos valiosos para esta investigación. El primero es la transición del segundo momento al tercero, con la entrada de la programación informática como contenido de enseñanza general en la agenda política nacional, como con la ofimática, vinculado a demandas de la industria y posibles ramas de desarrollo. Debe destacarse que, al observar la cronología internacional, Program.AR se plantea al mismo tiempo que las iniciativas pioneras que se han visitado. El segundo, es el señalamiento de que esta incorporación es factible a nivel local debido a la superación de la brecha digital de primer nivel tras la implementación de PCI, definición que presenta serias limitaciones al igualar dispositivos y soslayar los problemas de conectividad. Complementariamente, aunque se hace mención, los contextos institucionales y, dentro de ellos, la situación de los equipos docentes respecto a conocimientos y prácticas de uso previas a esta integración, no se valoran como condicionantes relevantes para la elaboración/implementación de iniciativas. El tercero, respecto al hardware, presenta interrogantes. Por un lado, la defensa de las iniciativas 1 a 1 que orientan PCI mientras se reparten las ADM de PPD. Dentro de este punto, cabe señalar que la versión local de las propuestas OLPC no integra los posicionamientos (materializados en el hardware y software libre o de especificaciones libres, con materiales más ecológicos, algunas opciones de carga mediante celdas fotovoltaicas, etc.) sostenidos por quienes diseñaron inicialmente esta propuesta. En ese marco, salvo alguna experiencia puntual, no existe análisis crítico del hardware, ni se abordan las alternativas de hardware libre. Tampoco proyectos vinculados a desmonopolizar y/o hibridar los paquetes de equipamiento distribuido en las escuelas. Asimismo, sobre el final no se observa una clara vinculación entre programación y robótica. El cuarto reside en que —con altibajos y disputas— se sostiene la valoración del software libre por sus mayores posibilidades de intervención

en PCI, pero no se expresa claramente en la iniciativa program.AR. El quinto, respecto a las tecnologías informáticas en general, distingue la persistencia del paralaje determinista sobre las mismas, apuntando las distintas prescripciones a la promoción de buenos usos. Finalmente, pero de significativa importancia, lo referido al lugar del nivel inicial en las propuestas. El mismo estuvo por fuera de los alcances de PCI y PPD, y la inclusión en program.AR además de ser bastante posterior, se llevó adelante con un material breve, no elaborado en el país y sin propuestas de formación específicas.

4.2. El Plan Aprender Conectados

Con el cambio de gobierno acontecido en 2015, se producen modificaciones relevantes en las políticas públicas vinculadas a la integración de hardware y software en las escuelas. La más importante de ellas, a los fines de este trabajo, fue la discontinuidad del PCI en 2017.

Lo sucedieron el Plan Nacional Integral de Educación Digital (Planied) y, posteriormente, el Plan Aprender Conectados (PAC)²⁴. Dado que se trató de la materialización de la política pública para la enseñanza de programación y robótica en las escuelas del país, aunque se hará una breve descripción de Planied, se definió focalizar en PAC.

Planied se crea por parte del Ministerio de Educación y Deportes de la Nación, mediante Resolución Ministerial N° 1536-E/2017 (2017). El mismo se argumenta en función de diversas iniciativas respecto a la implementación de TIC en las escuelas, con diversas miradas y equipos, las cuales es necesario integrar y unificar. El órgano de aplicación sería la Secretaría de Innovación y Calidad Educativa.

Entre sus objetivos específicos, interesa destacar tres: 1) promover la alfabetización digital, centrada en el aprendizaje de competencias y saberes necesarios para la integración en la cultura digital y en la sociedad del futuro; 2) fomentar el conocimiento y la apropiación crítica y creativa de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC); 3) desarrollar iniciativas orientadas a la construcción de conocimiento sobre la programación y la robótica (2017: 4-5).

Una de las definiciones importantes en las que se apoyan estas ini-

²⁴ Información ampliatoria en el apartado específico del Apéndice K en la tesis original que se encuentra en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23970>

ciativas, también observada en Program.AR, es la afirmación de superación de la brecha digital de primer orden, esto es aquella que se vincula con el acceso a dispositivos.

En este caso (y también en el posterior decreto de lanzamiento de PAC) la afirmación se sustenta en la información recabada durante la realización del Operativo Aprender 2016 en todas las escuelas del país. Dichos datos se publican en el llamado “Informe Aprender 2016. Acceso y uso de TIC en docentes y estudiantes” (Ministerio de Educación, 2017), publicado por las autoridades nacionales. El documento indica que se trata de información obtenida en más de 28.000 escuelas, mediante el completamiento de cuadernillos únicos del estudiante, el docente y el directivo, en los que se buscó caracterizar el uso y acceso a las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en estudiantes, docentes y directivos (2017: 10).

El informe recoge los hallazgos de la encuesta a nivel de las escuelas, docentes y estudiantes. Las primeras se presentan divididas en primaria y secundaria de gestión estatal y privada. La población docente y la estudiantil se agruparon de acuerdo a esos mismos niveles y tipos de gestión. Sin embargo, la muestra estudiantil presentada solo abarca a 6° grado de primaria y a 5° y 6° de secundaria.

A los fines de recuperar los conceptos centrales vertidos en el informe, interesa recuperar lo planteado en el apartado *Consideraciones finales*. Allí, en primer lugar se afirma que, debido a la constatación de acceso a dispositivos “la llamada primera brecha digital –la que señala justamente la posibilidad de los sujetos de acceder a las TIC– parece estar a punto de desvanecerse entre el conjunto de docentes de educación primaria y secundaria de nuestro país” (2017: 49). Y que esto, en gran medida, se debe a los planes de distribución de equipamiento desplegados por el Estado nacional y/o sus pares provinciales. En segundo término, destaca el gran acceso a teléfonos celulares en la población estudiantil, aunque marcando diferencias entre pertenencia a instituciones de gestión estatal y privada, en favor de la última. Estas diferencias se acentúan en el nivel primario, incluyen la conectividad a internet y abarcan tanto a docentes como estudiantes (2017: 50).

La publicación finaliza valorando positivamente la promoción de las prácticas de lectura y escritura en los estudiantes y la utilización de internet como fuente de información, al tiempo que plantea el desafío de consolidar aquellas incipientes propuestas que suponen un nivel de

apropiación mayor de las TIC por parte de los estudiantes, de modo de enriquecer sus prácticas habituales de uso de las tecnologías y ampliar sus horizontes de participación en la cultura digital (2017: 52). A ese respecto, vale recuperar lo recabado sobre *conectividad a internet en las escuelas*. Allí el informe da cuenta de diferencias notables según el tipo de gestión. En primaria, el acceso es de 54,9% en estatal y del 97% en privada. En secundaria, el 73% y 97% respectivamente. Debe considerarse que en ambos niveles, la intervención del Estado es clave para el sostenimiento de la conexión en unas, mientras que en las otras se solventa casi exclusivamente con recursos propios. También debe adicionarse que, entre las escuelas con conectividad, se observan *disparidades respecto al ancho de banda y a la estabilidad de la conexión*, siendo las instituciones de gestión estatal las que presentaron mayor porcentaje de escuelas con menos horas de funcionamiento y con banda más angosta –conexión vía celulares, satelital– (2017: 26-27).

Observaciones I

Es posible distinguir algunas ausencias en el material. En primer lugar, respecto a la superación de la brecha digital de primer orden. Dicha afirmación soslaya que para la realización de actividades vinculadas a la programación y la robótica (incluso la simulación de modelos matemáticos) los teléfonos celulares brindan menores posibilidades que las computadoras portátiles. Por otra parte, se distingue una pobre valoración de internet a la hora de definir tal superación. Si bien no se trata de un dispositivo, sino de una red interconectada (que no impide completamente la programación y la robótica) la falta de conectividad en un sector importante de escuelas, y la débil y/o inestabilidad de muchas de las que están en funcionamiento, no son menores. Sobre todo si se apuesta a la construcción de comunidades de aprendizaje entre distintos componentes de las comunidades educativas, al tiempo que tejiendo redes de colaboración interescolares.

En segundo término, la definición de tomar como representativa de la población estudiantil solo la porción que transita los últimos años de cada nivel, resulta muy parcial por ser los cursos más pequeños. Además, corre el riesgo de tornarse inutilizable en la medida en que estas personas dejarán el nivel al momento de implementar las nuevas propuestas y/o corregir algunas que estén en curso.

Por último, aún siendo parte de PAC, no hay ningún dato de escuelas, docentes ni estudiantes de Nivel Inicial.

Tal como se indica al comienzo del presente apartado, la puesta en marcha de Planied fue presentada como la necesaria continuidad de PCI. Junto a la necesidad de unificar las diversas iniciativas existentes para la utilización de TIC en las escuelas, la afirmación respecto a la superación de la brecha digital constituyó una notable apoyatura para esta orientación (debe recordarse que la misma acompañó el lanzamiento de la Iniciativa Program.AR). Se daba centralidad, entonces, al concepto de alfabetización digital, esto es la adquisición de competencias para la plena inserción social en un mundo hiper-tecnificado, donde las redes informáticas y la automatización abarcan todos los espacios de la vida humana. Dicho cambio de perspectiva se materializa a escala nacional con el lanzamiento del Plan Aprender Conectados. Mediante Decreto Presidencial 386/2018, PAC inició en abril de 2018. El mismo, en sus Considerandos, retoma los datos presentados en el Informe Aprender 2016 respecto al acceso a dispositivos por parte de estudiantes y docentes, aunque no rescata la información vinculada a la conectividad en las escuelas. Párrafos más adelante, presenta una explicación respecto a la brecha y la alfabetización digital, indicando a la segunda como una superación de la primera, en la medida en que la entrega de equipamiento por sí sola no es suficiente y es preciso acompañarla de contenidos específicos y una orientación pedagógica clara. En ese marco, se plantea la incorporación de contenidos de Programación y Robótica “para comprender cómo se construyen los sistemas digitales y gran parte de la tecnología que consumen a diario logrando que trasciendan el rol de consumidores para pasar a ser productores de la misma”. Y que estos objetivos demandarán “una infraestructura y equipamiento tecnológico mucho más poderoso que el brindado actualmente por el PROGRAMA CONECTAR IGUALDAD.COM.AR”. Esta afirmación incluye la conectividad a internet en todos los establecimientos.

Esta normativa vino acompañada de la Resolución 1410/2018 del Ministerio de Educación de la Nación. En ella se ratifica lo reglado por el Decreto 386/18 y se indica que PAC funcionará en esa cartera, bajo la órbita de la Secretaría de Innovación y Calidad Educativa.

Así como estas dos normativas estructuran institucionalmente PAC, son los Núcleos de Aprendizaje Prioritario de Educación Digital, Pro-

gramación y Robótica –NAP EDPR– (2019) aprobados por el Consejo Federal de Educación (CFE), los que proporcionan el marco pedagógico del plan. Este documento se plasmó en la Resolución 348/18 del CFE y en él se encuentran los aprendizajes propuestos para todos los niveles de la educación obligatoria argentina. Dicha normativa constituye la continuidad de la Res 263/15 y define por primera vez la incorporación de contenidos de programación y robótica en todos los niveles de la educación obligatoria de nuestro país, desde la sala de 4 años hasta el último año de la escuela secundaria.

Los NAP EDPR se organizan en: Nivel Inicial, Primaria-Primer Ciclo, Primaria-Segundo Ciclo, Secundaria-Ciclo Básico y Secundaria-Ciclo Orientado.

Para el Nivel Inicial, se indica:

La escuela ofrecerá situaciones de enseñanza que promuevan en los alumnos y alumnas:

1. El reconocimiento de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como elementos distintivos e integrados en la realidad de la vida cotidiana –hogar, escuela y comunidad– y la identificación de cómo pueden ser usadas para resolver problemas sencillos y adecuados al nivel.
2. La utilización con confianza y seguridad de los recursos digitales propios para el nivel.
3. La identificación y utilización básica de los recursos digitales para la producción, recuperación, transformación y representación de información, en un marco de creatividad y juego.
4. La formulación de problemas a partir de la exploración y observación de situaciones de su cotidianidad, buscando respuestas a través de la manipulación de materiales concretos y /o recursos digitales, apelando a la imaginación.
5. El desarrollo de diferentes hipótesis para resolver un problema del mundo real, identificando los pasos a seguir y su organización, y experimentando con el error como parte del proceso, a fin de construir una secuencia ordenada de acciones.
6. La creación y el uso de juegos de construcción, en los que se involucren conocimientos introductorios a la robótica.
7. La exploración del ciberespacio y la selección de contenidos a partir de una búsqueda guiada promoviendo la curiosidad, la improvisación y el descubrimiento.
8. La habilidad de compartir experiencias y la elaboración de estrategias mediadas por entornos digitales para la resolución de problemas

en colaboración con sus pares, en un marco de respeto y valoración de la diversidad.

9. El reconocimiento y la exploración de la posibilidad de comunicarse con otro/s que no está/n presente/s físicamente a través de dispositivos y recursos digitales.

10. El conocimiento y la aplicación de hábitos relacionados con el cuidado y la seguridad personal y de los otros en entornos digitales (2019: 16).

Para valorar adecuadamente estas prescripciones, se consideró valioso relacionarlas con aquellas definiciones presentadas en la colección de materiales de PAC. Aunque algunos de ellos se elaboraron antes del lanzamiento –presentados en el marco de Planied– forman parte de la documentación oficial del plan. A los fines del presente trabajo, se recuperan prescripciones de Competencias de Educación Digital (2017), Programación y robótica: objetivos de aprendizaje (2017) y el cuadernillo Aprender Conectados Nivel Inicial (2019).

Las Competencias de Educación Digital (2017), al describir sus propósitos indica que Planied fomenta el conocimiento y la apropiación crítica y creativa de las TIC, y demanda identificar las competencias fundamentales para facilitar la inclusión de los alumnos en la cultura digital. Dicha orientación apunta a que puedan convertirse en ciudadanos plenos, capaces de construir una mirada responsable y solidaria, y transitar con confianza por distintos ámbitos sociales, indispensables para su desarrollo integral como personas (Competencias de Educación Digital, 2017: 8).

Estas competencias son seis: 1) creatividad e innovación; 2) comunicación y colaboración; 3) información y representación; 4) participación responsable y solidaria; 5) pensamiento crítico; 6) uso autónomo de las TIC (Competencias de Educación Digital, 2017: 11 y ss.).

Se apuesta a la adquisición de las mismas mediante la implementación de actividades estructuradas alrededor de cuatro ejes principales (2017: 15-16):

1. Programación, pensamiento computacional y robótica,
2. Ciberespacio, inteligencia colectiva, simulación,
3. Inclusión, calidad educativa y diversidad,
4. Juego, exploración y fantasía.

Dado el campo de esta investigación, resulta valioso recuperar lo planteado para el primero de ellos. Allí, el material indica que mediante

estos conocimientos los/as estudiantes se preparan para entender y cambiar el mundo, debido a que desarrollan conocimientos sobre los lenguajes y la lógica de las computadoras en estrecha relación con su realidad sociocultural; integran saberes de las ciencias de la computación para solucionar problemas y estimular la creatividad; y utilizan la programación y la robótica (no solo como medio, sino como objeto de estudio) para desarrollar sus ideas y participar activamente en el mundo real.

Al revisar el siguiente material, “Programación y robótica: objetivos de aprendizaje” (2017), se constata que dichos objetivos son los planteados por los NAP EDPD para cada uno de los niveles y ciclos. Lo que adiciona este documento es la información anexa respecto a la realización de una encuesta nacional, que implicó la circulación de un documento base entre docentes de primaria y secundaria (28% de la muestra, sin discriminación por nivel), referentes jurisdiccionales (24%), expertos de universidades (36%) y referentes de la sociedad civil e industria (12%). El material indica que luego de esta consulta los objetivos fueron ajustados (2017: 22). Entre los aportes para el Nivel Inicial, se pueden destacar la valoración sobre la incorporación de contenidos de programación y robótica desde tempranas edades, y por considerar que la mayoría de los niños son nativos digitales, que la escuela debe guiarlos a través de una mirada crítica y reflexiva sobre su uso y posibilidades. Se sugiere hacerlo en el marco del juego, tomando ejemplos y problemas para promover un uso creativo y no meramente instrumental. Entre ellos, se plantea que los de construcción, con una adecuada supervisión, favorecen la incorporación de nociones y principios de la robótica en particular y de la computación en general. Respecto a las habilidades destacadas para el nivel, el grupo de expertos encuestados privilegió *el trabajo colaborativo*. Otro planteo fue que las propuestas trabajadas en este nivel sean retomadas, profundizadas y complejizadas en los siguientes. Y, finalmente, el peligro del uso indiscriminado y acrítico de las tecnologías, reforzando como idea principal que se pretende desarrollar un tipo de pensamiento que tienda a la innovación (2017: 23-24).

Por otra parte, la síntesis general de los aportes recibidos para todos niveles, puntualiza que “El propósito último (y transversal a todos los ciclos) es brindar a las nuevas generaciones un marco conceptual y de habilidades que les permitan adaptarse a los cambios venideros” (2017: 31).

El Cuadernillo Aprender Conectados Nivel Inicial (2019), ubica a PAC como la primera iniciativa nacional en plantear un programa in-

tegral de educación digital, programación y robótica en todos los niveles de la educación obligatoria, extendiendo el inicio formal de la alfabetización digital desde la Sala de cuatro años (2019: 5).

Afirma que el mismo llega a todos los establecimientos educativos de gestión estatal del país con un Aula Digital Móvil (ADM) para iniciar a los estudiantes en la educación digital, la programación y la robótica; y que estos recursos se acompañan con contenidos innovadores, que buscan guiar a los estudiantes para que realicen un uso seguro, crítico y creativo de la tecnología. (2019: 8). En consonancia con esto, la entonces directora Nacional de Innovación Educativa, María Florencia Ripani, afirma que “... Los primeros años de vida son un período clave en el desarrollo de cada niña y niño, que influyen significativamente en su posterior trayectoria personal y educativa. Por eso, es importante iniciar la alfabetización digital en la educación inicial” (2019: 9).

En ese contexto, se plantea que la integración de recursos tecnológicos se enfoca en la mejora de posibilidades de aprendizaje de contenidos emergentes como programación y robótica, al tiempo que los tradicionales tales como matemática, prácticas del lenguaje, conocimiento del mundo y juego (2019: 16).

Finalmente, se describen recursos destacados que integran las ADM. Allí puede verse a *Robotita* (denominación de un dispositivo blue-bot), el entorno *Scratch Jr*, el software libre para diseño gráfico *Tux Paint*, junto con contenido multimedia sobre los museos nacionales, programas del canal infantil Paka Paka y una serie de dibujos animados llamada *Digi Aventuras*, con actividades interactivas vinculadas con los contenidos (2019: 20-22).

Observaciones II

El trayecto sobre PAC permite hacer algunas aseveraciones así como dejar planteados interrogantes para continuar reflexionando sobre esta temática.

Una primera afirmación, general, refiere al peso de los dispositivos, en detrimento del entorno global e institucional en el que se desarrollan y el papel que juegan/jugarían en él. En este sentido, debe prestarse atención a dos cuestiones que se observan relacionadas: la valoración de un mundo en permanente cambio al que es necesario adaptarse para poder integrarse plenamente; las tecnologías digitales y la automatización cre-

ciente como expresiones de este cambio. Desde esa descripción se explican los objetivos y propósitos del PAC. No se observa posicionamiento crítico respecto a las actuales dinámicas de diseño/desarrollo tecnológico, ni existen valoraciones y/o enfatizaciones en las expresiones de determinados intereses en el hardware y software. Esto constituye una manifestación local del *paralaje determinista* definido en el capítulo anterior.

En segundo término, se observa una pobre valoración de los contextos institucionales en los que se llevará a cabo la iniciativa. Aquí es posible advertir cierta continuidad entre PCI y PAC, puesta de relieve en trabajos anteriores (Torres, 2019). Con el agravante, en el caso de PAC, de contar con información y estudios sobre los resultados e impactos de PCI así como sobre el funcionamiento de las redes de Program.AR. Lo antedicho reafirma lo que allí se sostiene, respecto a los interrogantes que esta limitación plantea en cuanto a los planes de formación docente, así como a los objetivos de implementación por nivel y región (Torres, 2019: 16).

Una tercera afirmación, también general, se enfoca en la definición respecto a la necesidad de equipamiento más poderoso, contenida en el decreto de lanzamiento de PAC. Dado que la misma puede tener diversas interpretaciones, se decide contrastarla con el equipamiento efectivamente propuesto/distribuido. Al hacerlo, se presentan dos interrogantes:

1) Si el informe con los datos de acceso a dispositivos advierte la importancia de las políticas públicas de distribución de equipamiento, sobre todo aquellas de modalidad 1:1, ¿por qué se elige la modalidad ADM para el desarrollo de PAC?

2) ¿Cuáles son las consideraciones que permiten discernir sobre la potencialidad del hardware y software propuesto, respecto de otras alternativas?

Sin pretensión de imponer verdades absolutas, se consideran útiles los trabajos sobre PAC (Torres, 2019) y sobre “Robots y computadoras en educación” (Sandrone, Marpegán y Torres, 2020) para intentar abordarlos.

Yendo a lo vinculado con el Nivel Inicial, se observan dos vacíos y dos contradicciones. El primer vacío se vincula a la información sobre la realidad del nivel en cuanto al acceso a dispositivos, así como a conocimientos previos. No es posible encontrar ningún dato al respecto en los distintos materiales revisados. El segundo, respecto a las opiniones de los equipos docentes y directivos en las consultas dispuestas por las autoridades.

des. Si se considera que, a diferencia de Primaria y Secundaria, esta sería la primera vez en la historia que se implementa una iniciativa semejante en los jardines de infantes estatales, son vacíos nada despreciables.

En cuanto a las contradicciones, la primera se distingue en los NAP EDPR. Allí no existe ningún punto relacionado con la programación y, en el que se vincula con la robótica, se proponen juegos de construcción, mientras en los jardines se distribuye hardware de robótica que no admite ensamblado ni modificaciones por parte de sus estudiantes.

La segunda se vincula a la que aparece definida como la competencia más recomendada para el nivel por el grupo de expertos consultados. Como se indicó anteriormente, se trata del *trabajo colaborativo*. Dicha competencia no está específicamente relacionada con la enseñanza de la Programación y Robótica y, por otra parte, soslaya la necesidad de que los jardines promuevan una alfabetización digital para el uso *crítico y creativo* de las tecnologías. En este caso, cabe destacar la existencia de los NAP de Educación Inicial (2019 [2012]), que en su apartado sobre “La indagación del ambiente natural, social y tecnológico” aborda el reconocimiento de los distintos tipos de materiales y sus características en función de posibles utilidades, así como de herramientas, máquinas y artefactos inventados y usados en distintos contextos sociales (2019: 22 y ss.).

4.3. Nivel Inicial en Argentina: particularidades (breve puntualización)

La historia del Nivel Inicial de Argentina es tan rica como invisibilizada. Naturalmente, excede largamente los alcances del presente estudio. Sin embargo, se ha considerado que la existencia de algunas particularidades debe ser tenida en cuenta para el estudio de la temática en la que se enfoca esta investigación. Por ello, aún a riesgo de caer en un abordaje superficial, se ofrece una brevísima puntualización de las mismas.

La primera de ellas es que, en Argentina, la educación inicial remonta sus inicios *junto con el resto del sistema educativo nacional*. En este sentido, son valiosas algunas definiciones de Ponce (2006). En primer lugar, la inserción en el proyecto educativo fundacional sarmientino, contemplado por la Ley 1420 (1884) con su propio lugar en el sistema. Esto se materializó en la creación de salas de kindergarten en las escuelas normales y la preocupación por formar docentes especializadas en la materia. Asimismo, que desde esa época se desarrollaron debates y pro-

cesos que cuestionaron su legitimidad y, de la mano de esto, el papel del Estado en su sostenimiento.

También resultan útiles los aportes de Fernández Pais (2019), respecto al avance en la responsabilidad estatal en la cobertura de la educación inicial, con fuerte crecimiento desde la llegada del peronismo al gobierno en la década de 1940; con la propuesta de la Ley Simini, que plantea la obligatoriedad de las salas de 3, 4 y 5 años, y la definición del jardín de infantes como “la base de la educación popular” (2019: 121-128). Respecto a sus particularidades pedagógicas, Fernández Pais también da cuenta de innovaciones que resignifican los conceptos de *actividad*, *libertad*, *interés* y *concreto*, propuestos por la “Escuela Nueva”, otorgando valor a los sentidos de las propuestas, su contenido, así como al pensamiento crítico y a la participación consciente, por sobre la mera realización de acciones (2019: 173-174). Forman parte de estas innovaciones los “rincones” (hoy denominados “espacios”) y la modalidad juego-trabajo, vinculadas a cada “rincón” y con sus momentos de planificación, realización, ordenamiento y evaluación (2019: 181). El trabajo culmina poniendo en valor la definición de “Unidad Pedagógica” incluida en la Ley Nacional de Educación 26206, que reconoce la unidad de dos ciclos: 1) la educación desde los 45 días a los 2 años en el jardín *maternal*; 2) desde Sala de 3 a Sala de 5 años en *jardín de infantes* (2019: 250). La normativa establece objetivos de la educación inicial en su Art. 20, de los que a los fines de este trabajo, recuperamos:

- a) Promover el aprendizaje y desarrollo de los/as niños/as de cuarenta y cinco (45) días a cinco (5) años de edad inclusive, como sujetos de derechos y partícipes activos/as de un proceso de formación integral, miembros de una familia y de una comunidad.
- d) Promover el juego como contenido de alto valor cultural para el desarrollo cognitivo, afectivo, ético, estético, motor y social.
- e) Desarrollar la capacidad de expresión y comunicación a través de los distintos lenguajes, verbales y no verbales: el movimiento, la música, la expresión plástica y la literatura.

Complementariamente, se define recuperar algunas particularidades didácticas del nivel. Para ello, se traen a colación los aportes de Soto y Violante (2010) en los que, aprovechando las elaboraciones y producciones previas de diversas autorías, se proponen los pilares de la Didáctica de la Educación Inicial. A saber:

- La centralidad del juego.
- La multitarea con ofertas diversas-simultáneas y el trabajo en pequeños grupos como modalidad organizativa privilegiada.
- La enseñanza centrada en la construcción de escenarios [hoy espacios].
 - El principio de globalización-articulación de contenidos como modo de reunir aportes de los diferentes campos de conocimiento alrededor de ejes organizadores significativos para los niños.
 - El desarrollo personal y social y la alfabetización cultural, dimensiones de una Educación Integral.
 - La conformación de lazos de sostén, confianza, respeto, complementariedad con el niño y las familias (2010: 31-32).

Observaciones

De tal manera que, es posible afirmar que en nuestro país contamos con un Nivel Inicial con clara identidad, posicionamientos pedagógicos y didácticos, cuyas comunidades se han organizado desde el siglo pasado, generando conciencia sobre la importancia de los procesos que allí se desarrollan y sus posibles implicancias en el desarrollo individual y colectivo. Que el reconocimiento de su importancia, sin desaparecer debates y disputas de intereses, ha ido en aumento y se ha institucionalizado en las normativas nacionales que definen su unidad, obligatoriedad (desde los tres años) así como su organización, propósitos y contenidos *específicos* al interior del sistema educativo nacional.

Pueden añadirse, además, los datos sobre el acceso a la educación inicial en Argentina, presentados por Unicef - CIPPEC (2019) que muestran la extensión del mismo (aún con mucho por avanzar y cubrir). U otros trabajos sobre América Latina y el Caribe como el de la Campaña Latinoamericana por el Derecho a la Educación (Clade), en conjunto con la Organización Mundial de Educación Preescolar (Omep) publicado en 2018, que las ofertas estatales son limitadas, así como la construcción de edificios e inversiones (2018: 10); y la tendencia a la “primarización” del nivel, mediante la imposición de metas de éxito académico y pruebas estandarizadas (2018: 11). Ambos estudios permiten constatar la vitalidad y estructuración del nivel inicial en nuestro país.

Frente a lo antedicho, resultan particularmente notorias las ausencias de iniciativas anteriores sobre enseñanza y aprendizaje con tecno-

logías digitales, así como de formación docente. Esto también se manifiesta con la brevedad y escasez de materiales de la Iniciativa Program.AR y la poca o nula participación de docentes del nivel en las consultas sobre PAC y los NAP EDPR. Todo ello, en abierta contradicción con las definiciones sobre la importancia de los procesos de aprendizaje que inician en la primera infancia, así como con el propósito de avanzar hacia una formación integral, mediante procesos de apropiación, valoración y análisis crítico de las tecnologías digitales, la programación y la robótica.

4.4. A modo de cierre

El recorrido realizado por la experiencia argentina en la implementación de computadoras para la enseñanza ha permitido observar sus puntos de contacto con lo analizado a nivel global, así como algunas refracciones particulares en los diferentes momentos y el aparato conceptual que acompañó las diferentes iniciativas y/o prescripciones.

La experiencia inició a fines de la década de 1980 y una de las definiciones afirma que se ha impuesto la tendencia al uso de la computadora como herramienta, descartándose la enseñanza de la programación, en plena sintonía con el “momento TIC”. Dichas iniciativas comienzan en instituciones privadas y se motivan por los desarrollos tecnológicos de grandes empresas. Se destaca en este período, por un lado, el rescate de los saberes populares que pone de relieve el carácter *situado* de la educación; por otro el destaque de Logo. También, la poca disponibilidad de hardware, así como la falta de estudios sobre implementaciones y las deficiencias en la formación docente (corta e instrumental). Debe agregarse la alineación entre la implementación de la informática y el proyecto de desarrollo del país (o la región).

Ya en la década de 1990, en consonancia con lo avizorado a nivel global, se observa un gran protagonismo de organismos internacionales en el financiamiento, monitoreo y evaluación de las iniciativas. La perspectiva de implementación coincide con los postulados del que se ha definido en este trabajo como segundo momento o “momento TIC”, con las tecnologías informáticas como medios privilegiados para la enseñanza de distintas áreas de los currículos escolares. También la vinculación con las demandas del mercado laboral, expresada en la enseñanza de “ofimática”. Se destaca el uso de software de la empresa Microsoft

(Word, PowerPoint, Windows 35) y tampoco hay mención al hardware (ni del utilizado, ni de posibles incorporaciones de desarrollos locales).

Al inicio del presente siglo, se verifica la pobre experimentación de la enseñanza con Logo y la expansión de la “perspectiva TIC”, a la que ahora se le incorpora con un peso determinante la utilización de internet. Crece el consenso sobre la necesidad de superar la *brecha digital*, que luego evoluciona al enfoque de *inclusión educativa*. En este período, comienza la incorporación del software libre como una opción, al tiempo que se reeditan debates sobre la articulación de los estados con el sector privado, esto es la industria de software y hardware informático. Para ello, se plantea al Estado como mediador entre industria y escuela. No se encontraron planteos de desarrollos nacionales, ni en la modalidad de propuestas mixtas o experiencias piloto, lo cual es una limitación para las perspectivas inclusivas y de superación de las brechas digitales propuestas.

La década de 2010 cubre el pleno desarrollo del segundo momento en el país, al tiempo que la transición con el tercero. De la revisión del mismo, respecto a la distribución de equipamiento se destaca la convivencia de iniciativas 1:1 (PCI) con otras de ADM (PPD). Respecto a este tema, además del interrogante sobre cuál de las dos modalidades se considera más apropiada, cabe agregar que la modalidad 1:1 tomada de OLPC es parcial al no incorporar concepciones de diseño de software y hardware. Por otra parte, luego de implementarse PCI y PPD se observó un consenso que sobrevivió al cambio de administración de 2015 y afirma la superación de la brecha digital de acceso a nivel nacional. Dicho planteo presenta serias limitaciones al igualar dispositivos con posibilidades diferenciadas y soslayar los problemas de conectividad; y se complementa con la pobre estimación sobre la situación de los equipos docentes respecto a conocimientos y prácticas de uso, habiendo estudios disponibles. Asimismo, la valoración respecto al software libre manifiesta un crecimiento notable, expresado en la selección de SO en las portátiles de PCI, aunque sin énfasis en Program.AR. Sin embargo, este no es el caso del hardware libre, que permanece fuera de materiales y propuestas de enseñanza revisadas. Por otra parte, Program.AR se destaca por su lanzamiento en consonancia con iniciativas pioneras a nivel global. En ella se presentan por primera vez materiales de desarrollo nacional, con propuestas dedicadas a docentes de Primaria y Secundaria, aunque no se observa en ellos una clara vinculación entre programación y robótica ni enfatizaciones sobre software y/o hardware libre y sus par-

ticularidades/potencialidades. Se confirma a lo largo del período la persistencia de la *heterocromía pedagógico-técnica*, anteriormente definida. En todas las iniciativas del período –con excepción de una propuesta presentada por Program.AR años después de su lanzamiento– el nivel inicial fue excluido.

El tercer momento se materializa con PAC, sustentado en su lanzamiento en el consenso sobre “superación de la brecha digital de acceso”. Dicho plan presenta la valoración de un mundo en permanente cambio al que es necesario adaptarse para poder integrarse plenamente; las tecnologías digitales y la automatización creciente como expresiones de este cambio. Al hacerse desde un posicionamiento acrítico y meramente descriptivo, se considera una manifestación local del *paralaje determinista* definido en el capítulo anterior. Asimismo, se observa una pobre valoración de los contextos institucionales en los que se llevará a cabo la iniciativa, con el agravante de poseer experiencias como PCI PPD y Program.AR para extraer información valiosa sobre el punto. Respecto al equipamiento se indica que debe ser más poderoso, sin especificar por qué debe ser en ADM en lugar de 1:1, ni las consideraciones que permiten discernir sobre la potencialidad del hardware y software propuesto, respecto de otras alternativas.

Debe rescatarse que con PAC, por primera vez en la historia, la iniciativa alcanza al Nivel Inicial. Lamentablemente, no se presenta información sobre la realidad del nivel en cuanto al acceso a dispositivos, así como a conocimientos previos; tampoco se procedió a consultar a los equipos docentes y directivos en las encuestas dispuestas por las autoridades. Por otra parte, en los NAP EDPR para el nivel no existe ningún punto relacionado con la programación y, en el que se vincula con la robótica, se proponen juegos de construcción, mientras en los jardines se distribuye hardware de robótica que no admite ensamblado ni modificaciones por parte de sus estudiantes. Finalmente, se define que la incorporación de estos contenidos emergentes tengan como propósito la adquisición de competencia de *trabajo colaborativo*, que no está específicamente relacionada con la enseñanza de la programación y robótica y soslaya la necesidad de que los jardines promuevan una alfabetización digital para el uso *crítico y creativo* de las tecnologías, desatendiendo, además, lo propuesto por los NAP del nivel en lo concerniente al reconocimiento del entorno social, natural y tecnológico.

Por último, a pesar de que en nuestro país contamos con un Nivel

Inicial que nació al mismo tiempo que la escuela primaria, tiene una identidad, posicionamientos pedagógicos y didácticos, así como comunidades docentes organizadas desde el siglo pasado; y que tiene lugar propio en la legislación vigente, ha sido sistemáticamente excluido de las iniciativas, materiales, propuestas de formación docente y hasta consultas realizadas a nivel nacional. Si bien esto último puede atenuarse para los inicios de las experiencias locales, a partir del presente siglo o, al menos, de la década de 2010 en adelante, configura una contradicción con las definiciones sobre la importancia de los procesos de aprendizaje que inician en la primera infancia en general, así como con el propósito de avanzar hacia una formación integral, mediante procesos de apropiación, valoración y análisis crítico de las tecnologías digitales, la programación y la robótica, en particular.

Consideraciones finales

“Me tragué una luna de hierro”

*Me tragué una luna de hierro
Se refieren a ella como un clavo
Me he tragado estas aguas residuales industriales, estos documentos de desempleo
Los jóvenes encorvados ante las máquinas mueren antes de tiempo
Me tragué el ajetreo y la indignancia
Me tragué los puentes peatonales, la vida cubierta de óxido
No puedo tragar más
Todo lo que he tragado sale ahora a borbotones de mi garganta
Desembocando en la tierra de mis ancestros
En un poema vergonzoso.*

Xu Lizhi - 19 diciembre 2013¹

La realización del presente trabajo ha constituido un proceso combinado, en el que se revisaron publicaciones internacionales y locales; contribuciones académicas y teórico/conceptuales de informática, filosofía de la técnica, sociología de la tecnología, pedagogía, epistemología, política; normativas de diversos niveles y alcances, iniciativas nacionales para la enseñanza de programación y robótica en diferentes lugares del mundo y gran parte de la experiencia de implementación de tecnologías informáticas de nuestro país. En todo el trayecto se apostó a los intercambios y diálogos entre los distintos campos estudiados, a fin de atender vacancias y aportar, mediante estos entrecruzamientos, a la construcción de nuevos conocimientos sobre la temática investigada.

Llegando al final de este recorrido, puede afirmarse que ha permiti-

¹ Poeta chino que denunciaba las condiciones de trabajo en la industria hi-tech de su país. Se quitó la vida en septiembre de 2014, a los 24 años.

tido una serie de hallazgos, aportes e interrogantes, al tiempo que señala posibles líneas de trabajo futuro para ampliar/complementar lo aquí presentado.

Entre los hallazgos, debe indicarse la historización de las diferentes iniciativas, dando cuenta de una dinámica general que se viene reproduciendo, aún con particularidades, a nivel global. La determinación de tres momentos, el primero –entre las décadas de 1970 y 1980– ligado a la enseñanza de programación con Logo y la expansión de las microcomputadoras, sustentado en el planteo de Papert; el segundo –desde 1990 hasta la segunda década del presente siglo, con un marcado empuje en 2000 por el auge de internet– en el que se interrumpe el proceso anterior y se impone el enfoque TIC, que privilegia a las computadoras por su capacidad de acceso y procesamiento de la información y, por ello, como recurso potente para el aprendizaje de los contenidos curriculares, y el tercero –desde la segunda década y aún en desarrollo– en el que, en el marco de la creciente automatización de actividades humanas y de la mano del concepto de pensamiento computacional una exponencial expansión del hardware y software, se retoma la enseñanza de la programación y la robótica, esta vez incluyendo la educación en edades tempranas.

Dicha cronología, además de contribuir a la comprensión y evaluación de iniciativas locales permitió reconocer vacíos e inconsistencias existentes en los aparatos conceptuales que dieron sustento a estas orientaciones educativas. Así se fueron visibilizando generalizaciones respecto a culturas, concepciones de aprendizaje y posibles impactos de la enseñanza de Logo, al tiempo que desatención del papel docente en la propuesta de Papert. También, las concepciones lineales del desarrollo tecnológico y social, así como de neutralidad de las tecnologías, acompañadas de un mayor detenimiento en los desafíos pedagógicos, didácticos y de la formación docente, aunque en el marco de un notable crecimiento del papel de la industria informática en detrimento del poder de decisión de los sistemas educativos, materializada, por ejemplo, en convenios de multinacionales con Unesco. Aunque dichas tendencias y perspectivas no son reemplazadas en el momento que se desarrolla actualmente, es posible observar un retorno a postulados papertianos en el concepto de pensamiento computacional. En esta nueva etapa, las perspectivas universales y neutrales sobre las dinámicas de desarrollo tecnológico continúan siendo hegemónicas e informan el desarrollo de políticas públicas e iniciativas, en mayor sintonía con intereses indus-

triales/comerciales de grandes empresas (Microsoft, Apple, Lego, entre otras) en detrimento de necesidades e intereses de las comunidades educativas. La existencia y vitalidad de experiencias relacionadas con el software libre y, en menor medida, con el hardware libre (o de especificaciones libres) con sus respectivas comunidades de desarrollo y aprendizaje torna más preocupante estas situaciones, al tiempo que da cuenta de alternativas factibles. Esto se expresa en los pocos desarrollos nacionales de software libre, como Huayra-Linux en PCI y nulo de hardware libre para la implementación de iniciativas.

Por otra parte, en todos los momentos se distingue la deficitaria formación docente, en general orientada a manejo de dispositivos y de corta duración. También la incorporación de propuestas para la primera infancia.

La ausencia de análisis del diseño de hardware y software y sus posibles implicancias con las experiencias de aprendizaje en los materiales revisados constituye una característica generalizada, que se ha señalado como paralaje determinista con su secuela de errores de apreciación. Asimismo, la dificultad que presenta su convivencia e inserción en definiciones/discursos/orientaciones pedagógicas consistentes con el constructivismo, dando forma a una heterocromía pedagógico técnica que debe señalarse y superarse, por sus implicancias directas en lo referido a la construcción de procesos de enseñanza y aprendizaje que promuevan la apropiación crítica y creativa de estas tecnologías.

En estrecho vínculo con lo anterior, se propone el Índice EME, en busca de contribuir a la incorporación de esta dimensión de análisis, así como a la posibilidad de construir lenguajes comunes entre actores relevantes para propiciar procesos de diseño participativo, que permitan construir objetos técnicos más abiertos y transparentes, con mayores posibilidad de articulación al interior del sistema educativo y a tono con las necesidades de una alfabetización digital crítica para nuestras sociedades. La reciente presentación del Plan de Ciencia y Tecnología en las Escuelas da cuenta de estas falencias y de su posible impacto en el sistema educativo.

Es preciso reafirmar que el foco ha estado puesto en las orientaciones y propuestas de carácter global, así como en iniciativas de implementación a nivel de países (incluyendo el caso de Argentina). El sentido de este recorte se funda en la búsqueda de los trazos gruesos descritos por esas dinámicas, dadas sus consecuencias en los sistemas educativos

a gran escala². Lo dicho, implica reconocer que semejante rango de indagación conlleva el riesgo de pasar por alto propuestas que atiendan las consideraciones aquí presentadas, pero cuyo entorno de aplicación haya sido o sea de menor envergadura³.

Lejos de pensarse como un trabajo acabado y cerrado, la investigación también dibuja un horizonte de posibles líneas de trabajo para ampliar el campo de estudio. Una de ellas es la *formación docente en Ciencias de la Computación*, su perspectiva y la necesidad de elaborar propuestas que superen el instrumentalismo. Esto es, que se oriente a la enseñanza de las nuevas tecnologías computacionales a partir de pensarlas estrechamente integradas con las tecnologías convencionales, evitando reduccionismos pedagógicos que conspiran contra una necesaria comprensión sistémica. Pueden aprovecharse los aportes de la Educación Tecnológica, condensados en los NAP (2019 [2012]) aprobados para Inicial, Primaria y Secundaria (Ciclo Básico), con su enfoque de formación cultural e integral. De manera más general, interesa la posibilidad de elaborar/implementar/estudiar propuestas que promuevan la construcción de comunidades de prácticas. En ese marco, la preocupación es mayor para el nivel inicial, dada la poca información disponible y las particularidades locales.

También se visibiliza la *necesidad de profundizar estudios (comparativos u otros) de experiencias de hardware y software libre y las relaciones de estos diseños, las dimensiones del Índice EME y sus potencialidades pedagó-*

² Una primera revisión de publicaciones recientes permiten registrar importantes niveles de continuidad en las dinámicas descritas a lo largo del presente estudio. En el caso de Unesco, pueden revisarse los trabajos sobre Marco de competencias de los docentes en materia de TIC UNESCO (2019) / Consenso de Beijing. Sobre la inteligencia artificial y la educación <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303/PDF/368303qaa.pdf.multi> (2019) / Visión y marco de los futuros de la educación (2020) / Proteger y transformar la educación para futuros compartidos y una humanidad común https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373207_spa/PDF/373207spa.pdf.multi (2020) /

La educación en un mundo tras la COVID: Nueve ideas para la acción pública Comisión internacional sobre Los futuros de la educación. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373717_spa/PDF/373717spa.pdf.multi (2020).

³ Un caso podría ser el Plan Provincial de Robótica Educativa, dirigido a docentes de Primaria de la Provincia de Buenos Aires de 2018. Algunos intercambios con integrantes del mismo indican que allí se promocionó el uso de software y hardware libre. Otros, sobre PPD, se pueden rastrear en los trabajos de Alejandro Pizarro (2021) y Bang (2019) Reflexiones desde 5 escuelas primarias de caleta Olivia sobre el programa Primaria digital.

gicas. Propuestas como las de Roboticlaje⁴ (Santa Fe), Ícaro⁵, UNC ++⁶, Robótica Educativa Córdoba⁷ (Córdoba), incluso Escornabot⁸ (España) u otras similares se consideran de enorme valor para esta temática.

Otro camino que se presentó relevante, por la enorme difusión, es la perspectiva que presenta el *hardware y software de utilización en edades tempranas como juguetes*⁹ con los cuales “aprender jugando” y la posibilidad de ponerla en tensión respecto a la definición del juego como dimensión de la cultura y no solo como medio, así como las diferenciaciones didácticas entre juego, juego-trabajo y actividades lúdicas. En estrecha vinculación con esta temática, se presenta como relevante el campo de la llamada ludificación y demás estudios/propuestas¹⁰ de implementación de videojuegos para la enseñanza.

También resulta interesante abordar posibles funciones institucionales para la *coordinación pedagógico-técnica*¹¹, a la luz de la amplitud del campo de aplicaciones del hardware y software de programación y robótica, así como a la necesidad de fortalecer las articulaciones entre propuestas y proyectos de los distintos niveles educativos.

Finalmente, el abordaje de las Ciencias de la Computación como concepto y su relación con las propuestas de enseñanza. En este caso, para volver sobre la validez de *la definición de tecnología como ciencia aplicada y una posible superación de la misma por la de heurística situada*.

⁴ El “roboticlaje” fue vedette en la feria provincial de ciencias | <https://m.facebook.com/Roboticlaje/>

⁵ <https://roboticaro.org/>

⁶ UNC++ – Grupo de extensión de la Universidad Nacional de Córdoba.

⁷ Aunque no hay nuevas publicaciones, en la cuenta <https://m.facebook.com/RoboticaEducativaCba/> puede rastrearse la historia reciente de esta propuesta.

⁸ <https://escornabot.com/es/index>

⁹ Una perspectiva interesante con la cual vincular esta temática y la necesidad de democratizar diseños tecnológicos, se ofrece en el trabajo de Bustelo, E. (2007) *El recreo de la infancia: Argumentos para otro comienzo*. r- ed. Buenos Aires: Siglo XXI Editores Argentina.

¹⁰ En esta temática, existen contribuciones locales como las de Graciela Esnaola disponible <https://www.innovaruntref.com.ar/tag/graciela-esnaola/> y Marisa Conde, cuya perspectiva se puede apreciar en esta nota <https://www.redaccion.com.ar/marisa-conde-el-uso-de-los-videojuegos-en-el-aula-es-una-oportunidad-para-lograr-cambios-significativos/>

¹¹ Un aporte en este sentido lo constituye el trabajo de Lorenzo y Torres (2019) *TICs en secundaria: qué conocen y qué usan los docentes en Córdoba*. Presentado en las XI Jornadas de Investigación en Educación. “Disputas por la igualdad: hegemonías y resistencias en educación”. Publicado en el Libro de ponencias. Tomo II (pp. 485-499). CIFYFH-UNC.

Todo lo aquí presentado se pone a disposición de las comunidades educativas y de todas las organizaciones y personas interesadas en la generación de procesos de apropiación crítica de conocimientos y usos de hardware y software de programación y robótica para la educación en general y para la de la primera infancia, en particular.

Bibliografía

- Argentina. Ministerio de Educación de la Nación (2016). *Manual de primaria digital: instructivo técnico*. 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. [En línea] <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372138?posInSet=41&queryId=d6dc3b9c-3fc8-4ac0-bd1e-05aa4054d2a7>
- Argentina. Ministerio de Educación de la Nación (2017). *Aprender 2016. Acceso y uso de TIC en estudiantes y docentes*. Serie de Informes Temáticos I. [En línea] https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/acceso_y_uso_de_tic_en_estudiantes_y_docentes.pdf
- Argentina. Ministerio de Educación de la Nación (2017). *Resolución N° 1536-E/2017. Creación de Plan Nacional Integral de Educación Digital (PLANIED)*. [En línea] https://siteal.iiep.unesco.org/sites/default/files/sit_accion_files/863.pdf
- Argentina. Ministerio de Educación de la Nación (2017). *Competencias de Educación Digital*. 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. [En línea] <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/competencias-05-59cbfca1e2741.pdf>
- Argentina. Ministerio de Educación de la Nación (2017). *Programación y robótica: objetivos de aprendizaje para la educación obligatoria*. 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. [En línea] <https://www.educ.ar/recursos/fullscreen/show/22287>
- Argentina. Ministerio de Educación de la Nación (2018). *Resolución 1410/2018 Plan Aprender Conectados*. [En línea] <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/185279/20180605>

- Argentina. Ministerio de Educación de la Nación (2019). *Aprender Conectados Nivel Inicial*. Cuadernillo en el portal educ.ar. [En línea] <https://www.educ.ar/recursos/150253/aprender-conectados-nivel-inicial>
- Australian Curriculum (2016). *Digital Technologies*. [En línea] <https://www.australiancurriculum.edu.au/f-10-curriculum/technologies/digital-technologies/>
- Benítez Larghi, S., y Zukerfeld, M. (2015). *Flujos de conocimientos, tecnologías digitales y actores sociales en la educación secundaria. Un análisis socio-técnico de las capas del Programa Conectar Igualdad*. Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación (CIECTI). [En línea] https://www.academia.edu/28726927/Flujos_de_conocimientos_tecnolog%C3%ADas_digitales_y_actores_sociales_en_la_educaci%C3%B3n_secundaria_Un_an%C3%A1lisis_socio_t%C3%A9cnico_de_las_capas_del_Programa_Conectar_Igualdad
- Bijker, W.E. (1987). “La construcción social de la baquelita: hacia una teoría de la invención”. En Hernán Thomas y Alfonso Buch (comps.), *Actos, actores y artefactos: sociología de la tecnología*. 1ª ed. 1ª reimp. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes, 2013.
- Bijker, W.E. (2005). “¿Cómo y por qué es importante la tecnología?”. *Redes*, 11 (21): 19-53. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes. [En línea] <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/578>
- Boletín Oficial de la República Argentina (2007). Decreto 121/2007. Autorízase al Ministerio de Economía y Producción y al Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, a constituir la “Fundación ‘Dr. Manuel Sadosky’ de Investigación y Desarrollo en las Tecnologías de la Información y Comunicación” conjuntamente con otras instituciones y organismos. [En línea] <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/9127865/20070219?busqueda=1>
- Boletín Oficial de la República Argentina (2009). Decreto 678/2009. Autorización para constituir la “Fundación ‘Dr. Manuel Sadosky’ de Investigación y Desarrollo en las Tecnologías de la Información y Comunicación”. [En línea] <https://www.boleti>

noficial.gob.ar/detalleAviso/primer/9418340/20090610?busqueda=1

- Bonello, M.B. y Czemerinski, H. (2015). *Program.AR: una propuesta para incorporar Ciencias de la Computación a la escuela argentina*. Fundación Dr. Manuel Sadosky. [En línea] <https://es.scribd.com/document/326874109/Bonello-Belen-Una-Propuesta-Para-Incorporar-CC-en-La-Escuela-Argentina-1> [Consulta: 01/12/2016].
- Caballero González, Y.A. (2020). *Desarrollo del pensamiento computacional en Educación Infantil mediante escenarios de aprendizaje con retos de programación y robótica educativa*. Doctoral dissertation, Programa de Doctorado Formación en la Sociedad del Conocimiento. [En línea] https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/142799/PDFSC_CaballeroY__Pensamientocomputacional.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Campaña Latinoamericana por el Derecho a la Educación - Organización Mundial de Educación Preescolar Vicepresidencia Región Latinoamérica y Caribe (2018). *El derecho a la educación y al cuidado en la primera infancia: perspectivas desde América Latina y el Caribe*. Resumen ejecutivo. São Paulo. [En línea] https://red-cla.de.org/wp-content/uploads/CLADE_PrimeiraInfancia2018_esp_versao2web.pdf
- Cepal (2012). “Programa Nacional de Informática Educativa (PRONIE-MEP-FOD) Costa Rica”. En *Las tecnologías digitales frente a los desafíos de una educación inclusiva en América Latina. Algunos casos de buenas prácticas*. Repositorios CEPAL. [En línea] https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35383/S2012809_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Clements, D.; Meredith, J.S. (1992). *Estudio sobre Logo: Efectos y Eficacia*. State University of New York at Buffalo. Logo Foundation. [En línea] <https://neoparaiso.com/logo/estudio-logo.html>
- CODE@SG (2016). *Development computational thinking and making a national capability in Singapore*. [En línea] <https://codesg.imda.gov.sg/>
- Consejo Federal de Educación Argentino (2010). *Las políticas de inclusión digital educativa. El Programa Conectar Igualdad*. Consejo Federal de Educación Argentino, Resolución CFE (123/2010)

- Anexo I. [En línea] <https://skat.ihmc.us/rid=1M4M20FDJ-VQ84YQ-3RP3/Inclusion%20digital.pdf>
- De Michele, D. (2012). *Políticas educativas de alfabetización e inclusión digital en la Argentina: La experiencia de “Educ.ar” Sociedad del Estado 2000-2010*. Georgetown University. [En línea] https://repository.library.georgetown.edu/bitstream/handle/10822/557556/demichele_georgetown_0076m_11911.pdf?sequence=1
- Feenberg, A. (2005). “Teoría crítica de la tecnología”. *Revista CTS*, N° 5, Vol. 2, junio, pp. 109-123. [En línea] <http://www.revistacts.net/contenido/numero-5/teoria-critica-de-la-tecnologia/>
- Feenberg, A. (2012). *Transformar la tecnología. Una nueva visita a la teoría crítica*. 1ª ed. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- Feenberg, A. (2020). “Critical constructivism: An Exposition and Defense”. *Logos Journal*. Otoño 2020. [En línea] <http://logosjournal.com/2020/critical-constructivism-an-exposition-and-defense/>
- Fernández Pais, M. (2019). *Historia y pedagogía en la educación inicial en la Argentina: desde el proyecto sarmientino hasta los inicios del siglo XXI*. Rosario: Homo Sapiens.
- Fundación Sadosky (2018). *Ciencias de la computación para el aula: 1er ciclo de primaria: libro para docentes*. Hernán Czemerinski et al., compilado por Carmen Leonardi et al. 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Fundación Sadosky (2018). *Secuencia Didáctica para Nivel Inicial*. En web de iniciativa program.AR, sección “Material Didáctico”. [En línea] <https://program.ar/wp-content/uploads/2021/02/Secuencia-Didactica-para-Nivel-Inicial.pdf>
- Fundación Sadosky (2019). *Ciencias de la computación para el aula: 2do ciclo de secundaria*. Claudia Banchoff Tzancoff et al., 1ª edición para el profesor. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Gobierno de la República Argentina (2018). *Decreto 386/2018: Plan Aprender Conectados*. [En línea] <https://www.argentina.gov.ar/normativa/nacional/decreto-386-2018-309610/texto>
- González, I.; González, J. & Gómez-Arribas, F. (2003, septiembre). “Hardware libre: clasificación y desarrollo de hardware reconfigurable en entornos GNU/Linux”. En *VI Congreso de Hispalinux*, Universidad Rey Juan Carlos I. [En línea]

- <http://ftp1.nluug.nl/ftp/pub/ftp/os/Linux/doc/LuCaS/Presentaciones/200309hispalinux/8/8.pdf>
- HITSA – Information Technology Foundation of Education (2012). *ProgeTiger Programme*. Estonia. [En línea] <https://www.educationestonia.org/progetiger/>
- Intef (Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado) (2018). *Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula. Situación en España*. [En línea] <http://code.intef.es/wp-content/uploads/2017/09/Pensamiento-Computacional-Fase-1-Informe-sobre-la-situaci%c3%b3n-en-Espa%c3%b1a.pdf>
- Jiménez, M.; Cerdas, R. (2014). “La robótica educativa como agente promotor del estudio por la ciencia y la tecnología en la región atlántica de Costa Rica”. En *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*, Vol. 1, pp. 1-18. [En línea] <https://acortar.link/5XyVhw>
- Ley Federal de Educación N° 24195 (1993). [En línea] https://sital.iiep.unesco.org/sites/default/files/sit_accion_files/6134.pdf
- Light, D.; Vilela, A.; Manso, M. (2001). “Aprendiendo de los pioneros: una investigación de las mejores prácticas de la Red Telar”. En Marcelo Bonilla y Guilles Cliche (eds.), *Internet y sociedad en América Latina y el Caribe. Investigaciones para sustentar el diálogo* (pp. 174-210). Quito: Serie Foro FLACSO. [En línea] <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/44934.pdf#page=167>
- Massachusetts Institute of Technology (1971). *Logo Memos*. Artificial Intelligence Laboratory. [En línea] https://el.media.mit.edu/logo-foundation/resources/mit_logo_memos.html
- Mandón, J.; Marpegán, C. (2001). “Tecnología en la Educación Inicial: Nuevos y viejos escenarios”. *Revista 0 a 5*, N° 32, pp. 22-41. Buenos Aires: Ediciones Novedades Educativas.
- Martínez, S.L.; Gendler, M.A. & Méndez, A. (2017). “Los Núcleos de Acceso al Conocimiento: objetivos y alcances frente a la brecha digital”. *Textos y Contextos desde el Sur*, Vol. 3: 45-63. [En línea] <https://www.academica.org/anahi.mendez/51.pdf>
- Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología (2003). *Gestión pública*,

- Educación e Informática. El Caso del Prodymes II*. [En línea] <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/prodymesii.pdf>
- Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología (2013). *Estatuto Social De Educ.Ar Sociedad Del Estado*. Archivado del original [En línea] <https://web.archive.org/web/20130720125010/http://www.educ.ar/sitios/educar/institucional/estatuto>
- Ministerio de Educación Cultura, Ciencia y Tecnología de la Nación (2019). *Núcleos de Aprendizajes Prioritarios. Educación Digital, Programación y Robótica*. Resolución 348/18. Consejo Federal de Educación. [En línea] <https://www.educ.ar/recursos/fullscreen/show/162>
- NAACE – The Educational Technology Association (2014). *Computing in the national curriculum. A guide for primary teachers*. Reino Unido. [En línea] <https://pure.roehampton.ac.uk/ws/files/5138334/CASPrimaryComputing.pdf>
- Núñez, M.D.V. y Vercelli, A. (2018). “La trayectoria de cambio de los sistemas operativos de Conectar Igualdad (2010-2015)”. En *V Simposio Argentino sobre Tecnología y Sociedad (STS 2018) - JAIIO 47* (CABA, 2018). [En línea] http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/71987/Documento_completo.pdf?sequence=1
- One Laptop Per Child Initiative (2005). *About the project*. [En línea] <https://laptop.org/>
- One Laptop Per Child Initiative (2012). “OLPC Fundamental Ideas on Learning”. The OLPC Learning Team. [En línea] <http://wiki.laptop.org/go/Educators>
- Pantoja, Antonio (1997). “¿Ha muerto LOGO? Una reflexión sobre las posibilidades creativas de LOGO en el futuro de la informática educativa”. *Cultura y Educación*, 6/7: 157-172. [En línea] https://www.researchgate.net/profile/Antonio_Pantoja_Vallejo/publication/340377709_De_los_planos_de_informatica_educativa_a_la_generalizacion_de_las_NTIC_en_las_aulas/links/5e9422554585150839d96db2/De-los-planos-de-informatica-educativa-a-la-generalizacion-de-las-NTIC-en-las-aulas.pdf
- Papert, Seymour (1981). *Desafíos a la mente. Computadoras y educación*. [En línea] <https://es.scribd.com/document/381871179/Livro-seymour-papert-o-Desafio-de-La-Mente>

- Pea, Roy D.; Kurtland D.M. (1983). *On the Cognitive Prerequisites of Learning Computer Programming*. hal-00190531 [En línea] <https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00190531/document>
- Pea, Roy D.; Kurtland D.M. (1984). *On the Cognitive Prerequisites of Learning Computer Programming II*. [En línea] <https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00190532>
- Pea, Roy D.; Kurtland D.M. (1985). *LOGO and the Development of Thinking Skills*. [En línea] <https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00190534>
- Piaget, J. (1981). “La teoría de Piaget. Infancia y aprendizaje”. *4(sup2)*, pp. 13-54. [En línea] https://www.terras.edu.ar/biblioteca/6/PE_Piaget_Unidad_2.pdf
- Pinch, T.; Bijker, W. (2013). “La construcción social de hechos y artefactos: o acerca de cómo la sociología de la ciencia y la sociología de la tecnología pueden beneficiarse mutuamente”. En Hernán Thomas y Alfonso Buch (comps.), *Actos, actores y artefactos: sociología de la tecnología*. 1ª ed. 1ª reimp. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- Ponce, R. (2006). “Los debates de la educación inicial en la Argentina. Persistencias, transformaciones y resignificaciones a lo largo de la historia”. En A. Malajovich (comp.), *Experiencias y reflexiones sobre la Educación Inicial, una mirada latinoamericana*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Portal Educ.Ar (2018). *Núcleos de Aprendizaje Prioritario de Educación Digital, Programación y Robótica. Resolución CFE 343/2018*. [En línea] <https://www.educ.ar/sitios/educar/recursos/150123/nap-de-educacion-digital-programacion-y-robotica/>
- Portal Educ.Ar ([2012] 2019). *Colección Núcleos de Aprendizaje Prioritario (NAP)*. Resoluciones de 2004 a 2012 del CFE. [En línea] <https://www.educ.ar/recursos/150199/coleccion-nucleos-de-aprendizaje-prioritarios-nap>
- Quintanilla, M.Á.; Parselis, M.; Sandrone, D.; Lawler, D. (2017). *Tecnologías entrañables. ¿Es posible un modelo alternativo al desarrollo tecnológico?* Madrid: Catarata.
- Resnick, M. (2012). *Reviving Papert's Dream. Educational Technology*, Vol. 52, N° 4: 42-46. [En línea] <https://web.media.mit.edu/~mres/papers.html>

- Rodríguez, J.L. (1990). “La informática educativa: Presente y Futuro”. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 1992, 13: 51-72. [En línea] <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02147033.1992.10821000>
- Sandrone, D.R.; Marpegán, C. & Torres, M. (2020). “Robots y Computadoras en la Educación: Aportes filosóficos, políticos y pedagógicos para pensar su abordaje”. *Pensando. Revista de Filosofía*, 11 (23): 28-40. [En línea] <https://revistas.ufpi.br/index.php/pensando/article/viewFile/11099/6612>
- Simondon, G. ([1958] 2007). *El modo de existencia de los objetos técnicos*. 1ª ed. Buenos Aires: Prometeo Libros.
- Simondon, G. ([1953-1983] 2017). *Sobre la técnica*. 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Cactus.
- So, HJ.; Jong, M.SY. & Liu, CC. (2020). “Computational Thinking Education in the Asian Pacific Region”. *Asia-Pacific Edu Res* 29, 1-8. <https://doi.org/10.1007/s40299-019-00494-w>
- Soto, C.; Violante, R. (2010). *Didáctica de la educación inicial*. 1ª ed. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. [En línea] <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL002481.pdf>
- Stallman, R.M. (2004). *Software libre para una sociedad libre*. Título original: *Free Software, Free Society: Selected Essays of Richard M. Stallman* (GNU Press, 2002) Primera edición en castellano (en papel). [En línea] https://www.gnu.org/philosophy/fsfs/free_software2.es.pdf
- Steinberg, C. y Scasso, M. (2019). “El acceso a la educación inicial en Argentina”. En C. Steinberg y A. Cardini (dirs.), *Serie Mapa de la Educación Inicial en Argentina*. Buenos Aires: UNICEF-CIPPEC. [En línea] <https://www.cippec.org/publicacion/el-acceso-a-la-educacion-inicial-en-argentina/>
- Torres, M.I. (2019). “¿Innovan las innovaciones? Un análisis de Conectar Igualdad y Aprender Conectados”. *Hipertextos*, 7(12), 120-138. <https://doi.org/10.24215/23143924e006>
- Torres, M.I. (2019). “Innovaciones educativas, el plan Aprender Conectados”. *Ciencia, Tecnología y Política*, 2 (3), 032. <https://doi.org/10.24215/26183188e032>

- Unesco (1987). *Perspectivas: revista trimestral de educación*, XVII, 3. [En línea] https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000078097_spa
- Unesco (1990). *El uso de la informática en educación. Informe final Seminario-taller subregional Buenos Aires 1988*. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. [En línea] <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000088372?posInSet=7&queryId=845caab6-a053-414b-ab10-79bf9c6e6f98>
- Unesco (1990). *Cuaderno Educación e informática: algunas piezas del Congreso Unesco 1989. Perspectivas: revista trimestral de educación*, XX, 2, pp. 173-265. [En línea] https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000087147_spa.pdf.multi
- Unesco (1996). *Actas de la Conferencia General*. 28A reunión. París. Vol. 1. [En línea] https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000101803_spa/PDF/101803spa.pdf.multi
- Unesco (1996). *The State of Education in Latin America and The Caribbean 1980-1994*. Oficina Regional para la Educación de América Latina y el Caribe. Santiago. [En línea] <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000104719/PDF/104719engo.pdf.multi>
- Unesco (1997). *Creación de un instituto de la UNESCO para la utilización de las Tecnologías de la Información en Educación*. Resolución de la 152° Reunión del Comité Ejecutivo. [En línea] https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000108908_spa?posInSet=98&queryId=44693439-e83b-41e4-a194-83e65859c69d
- Unesco (1997). *Las Nuevas Tecnologías en la Educación. Perspectivas: revista trimestral de educación*, XXVII, 2. [En línea] https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109832_spa/PDF/109832spab.pdf.multi
- Unesco (1997). *Las Nuevas Tecnologías en la Educación II. Perspectivas: revista trimestral de educación*, XXVII, 3. [En línea] https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109430_spa/PDF/109430spao.pdf.multi
- Unesco (2004). *Información, informática y telemática*. Boletín del UNISIST. Vol. 32, N° 2. [En línea] https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000140151_spa

- Unesco (2005). *Experiencias de formación docente utilizando tecnologías de información y comunicación: estudios realizados en Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, México, Panamá, Paraguay y Perú*. [En línea] <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000141010>
- Unesco (2006). *La integración de las tecnologías de la información y la comunicación en los sistemas educativos. Estado del arte y orientaciones estratégicas para la definición de políticas educativas en el sector*. Informe IPE Sede Regional Buenos Aires. [En línea] <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000150785>
- Unesco (2008). *Estándares de competencias en TIC para docentes*. [En línea] <http://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/UNESCOEstandares-Docentes.pdf>
- Unesco (2010). *El impacto de las TICs en educación: relatoría de la Conferencia Internacional de Brasilia*. [En línea] <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000190555/PDF/190555spa.pdf.multi>
- Unesco (2011). *Unesco Ict Competency Framework for Teachers*. Versión 2.0. [En línea] <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000213475/PDF/213475eng.pdf.multi>
- Unesco (2015). *La agenda para el desarrollo sostenible*. [En línea] <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>
- Unesco (2017). “Ciencias de la computación en los sistemas educativos de América Latina”. Mara Borchardt e Inés Roggi. IPE Unesco Oficina para América Latina. [En línea] <https://www.buenosaires.iiep.unesco.org/es/publicaciones/ciencias-de-la-computacion-en-los-sistemas-educativos-de-america-latina>
- Unesco (2017). *Report of COMEST on Robotics Ethics*. [En línea] <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000253952/PDF/253952eng.pdf.multi>
- Unesco (2018). “Inteligencia artificial: Promesas y amenazas”. *El correo de la UNESCO*. [En línea] https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265211_spa
- Unicef (2013). *Las políticas TIC en los sistemas educativos de América Latina: Caso Perú*. Programa TIC y Educación básica. [En línea] <https://recursos.portaleducoas.org/sites/default/files/64.pdf>

- Unión Internacional de Telecomunicaciones (2004). *Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información. Declaración de Principios*. [En línea] <https://www.itu.int/net/wsis/docs/geneva/official/dop-es.html>
- Unión Internacional de Telecomunicaciones (2004). *Plan de Acción de Ginebra*. [En línea] <https://www.itu.int/net/wsis/docs/geneva/official/poa-es.html>
- Unión Internacional de Telecomunicaciones (2005). *Compromiso de Túnez*. [En línea] <https://www.itu.int/net/wsis/docs2/tunis/off/7-es.html>
- Unión Internacional de Telecomunicaciones (2005). *Agenda de Túnez para la Sociedad de la Información*. [En línea] <https://www.itu.int/net/wsis/docs2/tunis/off/6rev1-es.html>
- Unión Internacional de Telecomunicaciones (2015). *ICT. Facts and figures. The World in 2015*. [En línea] <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2015.pdf>
- Wing, J. (2006). “Computational Thinking”. *View Point. Communication of ACM*, Vol. 49, Nº 3: 33-35. [En línea] <http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/usr/wing/www/publications/Wing06.pdf>
- Wing, J. (2010). “Computational Thinking: What and Why?” [En línea] <http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLink-Wing.pdf>
- Wu, Di (2014). “An introduction to ICT in Education in China”. En R. Huang *et al.* (eds.), *ICT in Education in Global Context, Lecture Notes in Educational Technology*. DOI: 10.1007/978-3-662-43927-2. [En línea] https://www.researchgate.net/profile/Vassilios_Makrakis/publication/300398153_ICTs_as_Transformative_Enabling_Tools_in_Education_for_Sustainable_Development/links/573ec6aa08ae9f741b31d9c8.pdf#page=76

Colección Tesis

Títulos publicados (disponibles en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/553>)

La cosecha de caña de azúcar en Tucumán: cambios e innovaciones entre 1960-2005
Un estudio sociotécnico de mecanización agrícola

Marcos M. Ceconello

Mediatecas y canales cooperativos a partir de la Ley de Servicios de Comunicación Audiovisual. El caso de Mediateca Colsecor

Patricia Denise Gualpa

La politicidad popular entre el fin del ciclo kirchnerista y el inicio del gobierno de Cambiemos: hacia una pragmática de la gubernamentalidad

María Luz Ruffini

Lo que fue un paraíso, se tornó un infierno. Experiencias educativas de infancias en un hogar escuela de la ciudad de Córdoba durante la década de 1950

Mariano Pussetto

Biología sintética y producción de biocombustibles. Un análisis en el marco de la teoría crítica de la tecnología de Andrew Feenberg

Ariel Goldraj

Participación política femenina: escenarios, prácticas e identidades en el radicalismo y el peronismo (Córdoba, 1945-1955)

Marina Inés Spinetta

Con la gente adentro. Apuntes para pensar la inclusión social en la producción del hábitat. La experiencia de Bariloche

Virginia Martínez Coenda

¿Qué puede un espacio? Sacrificio ambiental y subjetividades disidentes en Ituzaingó Anexo (Córdoba, Argentina)

Fernando Vanoli

Reformas políticas en la Córdoba reciente (2001-2008): sus efectos sobre el sistema político-electoral provincial

Nadia Kohl

Escuela y niñez: conflictividades cotidianas y relaciones sociales en contextos de pobreza urbana

Gustavo Enrique Rinaudo

Las implicancias de la Unión Europea en la política exterior de España (1996-2004): el tratamiento de las migraciones en las relaciones bilaterales con Ecuador

Silvana E. Santi Pereyra

La palabra, la política, la vida. *Estética y política* en las trayectorias y producción intelectual de Eduardo Galeano y Francisco Urondo: 1955-1976

Gabriel Montali

“Me voy para estudiar, estudio para volver”. Un estudio sobre trayectorias educativas con jóvenes de una localidad del interior del sur cordobés: entre la universidad, el pueblo y el trabajo

Carla Falavigna

Editoriales literarias en el cambio de siglo: entre el mercado, la autogestión y el disfrute cultural

Lucía Coppari

Territorialidad y resistencias campesinas: el conflicto de Los Leones (Mendoza, Argentina)

Gabriel Liceaga

Literatura y narcotráfico en Colombia (1994-2011). La construcción discursiva de la violencia en la novela colombiana

Vanessa Solano Cohen

Escuela, Estado y sociedad: una etnografía sobre maestras de la Patagonia

Miriam Abate Daga

Oficialismo y oposición en gobiernos posneoliberales en el Cono Sur: los casos de Kirchner-Argentina y Tabaré Vázquez-Uruguay

Iván Tcach

Prácticas de resistencia de los productores familiares en el agro uruguayo

Virginia Rossi Rodríguez

Los lineamientos y estrategias del desarrollo del Banco Interamericano de Desarrollo 1960-2014. Análisis crítico

Guillermo Jorge Inchauspe

¿Qué es la escuela secundaria para sus jóvenes? Un estudio sociohermenéutico sobre sentidos situados en disímiles condiciones de vida y escolaridad

Florencia D’Aloisio

Estrategias de organización político-gremial de secundarios/as: prácticas políticas y ciudadanía en la escuela

Gabriela Beatriz Rotondi

“No era solo una campaña de alfabetización”. Las huellas de la CREAR en Córdoba

Mariana A. Tosolini

El turno noche: tensiones y desafíos ante la desigualdad en la escuela secundaria.

Estudio etnográfico en una escuela de la provincia de Córdoba

Adriana Bosio

El Partido Nuevo de Córdoba. Origen e institucionalización (2003-2011)

Virginia Tomassini

La cirugía estética y la normalización de la subjetividad femenina. Un análisis textual

Marcelo Córdoba

La extensión rural desde la comunicación. Los extensionistas del Programa ProFeder del INTA en Misiones frente a sus prácticas de comunicación con agricultores

Francisco Pascual

Artes de hacer en Encuentros Culturales de la Provincia de Córdoba, 2010- 2013

Florencia Páez

Estados locales y alteridades indígenas: sentidos sobre la inclusión habitacional en El Impenetrable

Cecilia Quevedo

La integración de la Región Norte de San Juan y la IV Región de Chile (La Serena y Coquimbo)

Laura Agüero Balmaceda

Las formas de hacer política en las elecciones municipales 2007 de Villa del Rosario

Edgardo Julio Rivarola

Análisis de una estrategia didáctica y de los entornos digitales utilizados en la modalidad B-Learning

Liliana Mirna González

Enseñar Tecnología con TIC: Saberes y formación docente

María Eugenia Danieli

De vida o muerte. Patriarcado, heteronormatividad y el discurso de la vida del activismo "Pro-Vida" en la Argentina

José Manuel Morán Faúndes

Lógica del riesgo y patrón de desarrollo sustentable en América Latina. Políticas de gestión ambientalmente adecuada de residuos peligrosos en la ciudad de Córdoba (1991-2011)

Jorge Gabriel Foa Torres

El neoliberalismo cordobés. La trayectoria identitaria del peronismo provincial entre 1987 y 2003

Juan Manuel Reynares

Marxismo y Derechos Humanos: el planteo clásico y la revisión posmarxista de Claude Lefort

Matías Cristobo

El software libre y su difusión en la Argentina. Aproximación desde la sociología de los movimientos sociales

Agustín Zanotti

Democracia radical en Habermas y Mouffe: el pensamiento político entre consenso y conflicto

Julián González

Radios, música de cuarteto y sectores populares. Análisis de casos. Córdoba 2010-2011

Enrique Santiago Martínez Luque

Soberanía popular y derecho. Ontologías del consenso y del conflicto en la construcción de la norma

Santiago José Polop

Cambios en los patrones de segregación residencial socioeconómica en la ciudad de Córdoba. Años 1991, 2001 y 2008

Florencia Molinatti

Seguridad, violencia y medios. Un estado de la cuestión a partir de la articulación entre comunicación y ciudadanía

Susana M. Morales

Reproducción alimentaria-nutricional de las familias de Villa La Tela, Córdoba

Juliana Huergo

Witoldo y sus otros yo. Consideraciones acerca del sujeto textual y social en la novelística de Witold Gombrowicz

Cristian Cardozo

Género y trabajo: Mujeres en el Poder Judicial

María Eugenia Gastiazoro

Luchas, derechos y justicia en clínicas de salud recuperadas

Lucía Gavernet

Transformaciones sindicales y pedagógicas en la década del cincuenta. Del ocaso de la AMPC a la emergencia de UEPC

Gonzalo Gutiérrez

Estrategias discursivas emergentes y organizaciones intersectoriales. Caso *Ningún Hogar Pobre en Argentina*

Mariana Jesús Ortecho

Vacilaciones del género. Construcción de identidades en revistas femeninas

María Magdalena Uzín

Literatura / enfermedad. Escrituras sobre sida en América Latina

Alicia Vaggione

El bloquismo en San Juan: Presencia y participación en la transición democrática (1980-1985)

María Mónica Veramendi Pont

La colectividad coreana y sus modos de incorporación en el contexto de la ciudad de Córdoba. Un estudio de casos realizado en el año 2005

Carmen Cecilia González

“Se vamo’ a la de dios”. Migración y trabajo en la reproducción social de familias bolivianas hortícolas en el Alto Valle del Río Negro

Ana María Ciarallo

La política migratoria colombiana en el período 2002-2010: el programa Colombia Nos Une (CNU)

Janneth Karime Clavijo Padilla

El par conceptual pueblo - multitud en la teoría política de Thomas Hobbes

Marcela Rosales

El foro virtual como recurso integrado a estrategias didácticas para el aprendizaje significativo

María Teresa Garibay

“Me quiere... mucho, poquito, nada...”. Construcciones socioafectivas entre estudiantes de escuela secundaria

Guadalupe Molina

Biocombustibles argentinos: ¿oportunidad o amenaza? La exportación de biocombustibles y sus implicancias políticas, económicas y sociales. El caso argentino

Mónica Buraschi

Educación y construcción de ciudadanía. Estudio de caso en una escuela de nivel medio de la ciudad de Córdoba, 2007-2008

Georgia E. Blanas