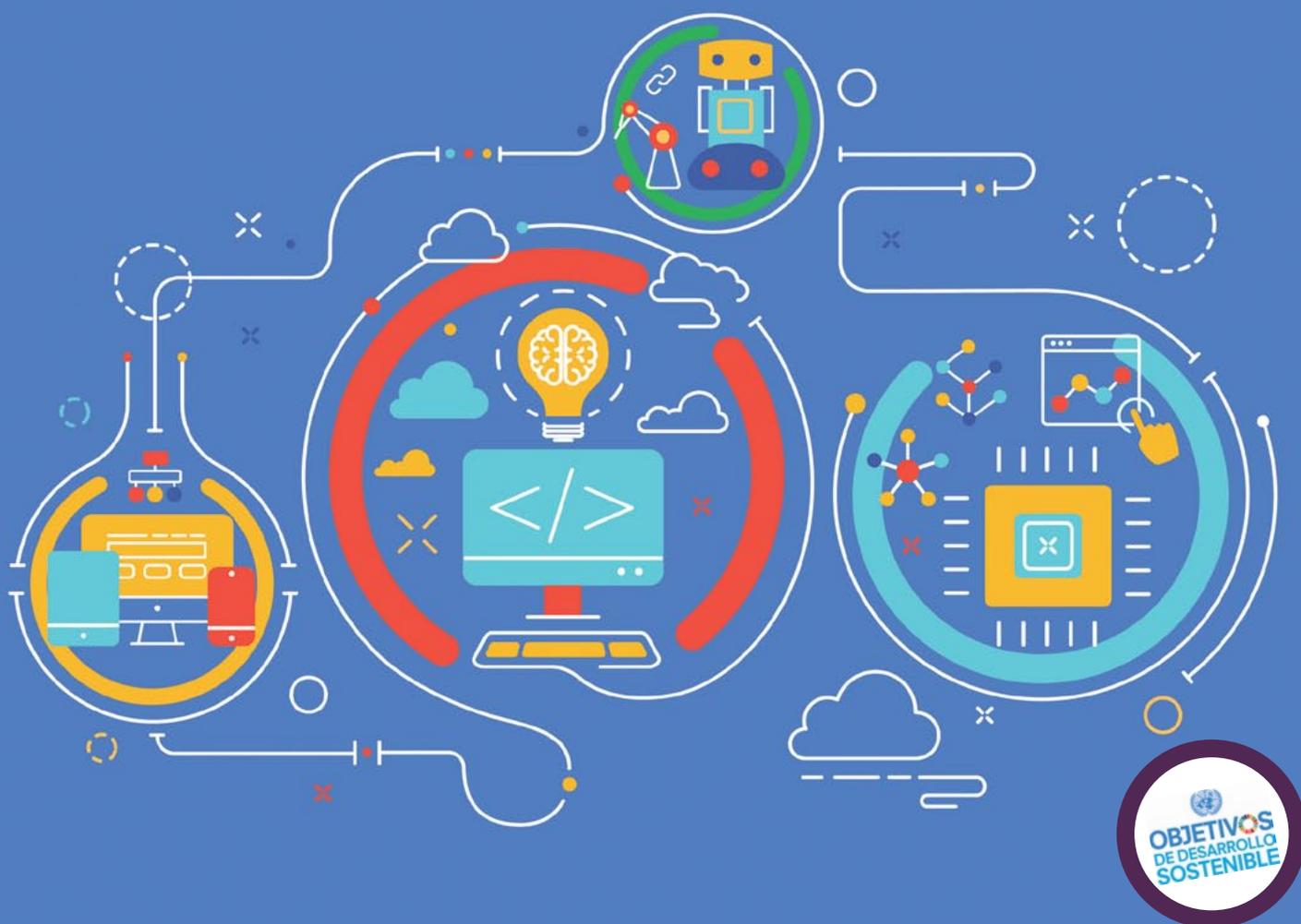


# Programación y robótica: objetivos de aprendizaje para la educación obligatoria



OBJETIVOS  
DE DESARROLLO  
SOSTENIBLE

Colección Marcos Pedagógicos Aprender Conectados

**APRENDER  
CONECTADOS**



Ministerio de Educación  
Presidencia de la Nación

# **Programación y robótica: objetivos de aprendizaje para la educación obligatoria**

---

# Autoridades

---

**Presidente de la Nación**

Mauricio Macri

**Vicepresidenta de la Nación**

Marta Gabriela Michetti

**Jefe de Gabinete de Ministros**

Marcos Peña

**Ministro de Educación**

Alejandro Finocchiaro

**Secretaria de Innovación y Calidad Educativa**

María de las Mercedes Miguel

**Directora Nacional de Innovación Educativa**

María Florencia Ripani

Ministerio de Educación de la Nación

Competencias de Educación Digital. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Ministerio de Educación de la Nación, 2017.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-950-00-1198-3

1. Aporte Educativo. 2. Medios Digitales. I. Título.

CDD 004.071

Este documento fue producido por la Dirección Nacional de Innovación Educativa,  
Secretaría de Innovación y Calidad Educativa.

ISBN: 978-950-00-1198-3

Autora: María Florencia Ripani

Colaboración: María Eugenia Alonso

Prólogo: Alejandro Finocchiaro

Introducción: Mercedes Miguel y María Florencia Ripani

Equipo de especialistas: Carolina Aguerre, Nancy Marino, Sandra Coronel y Gabriel Marey

Coordinación editorial: Maricel Baldoni y Camila Ferreyra Monge

Diseño: Leonardo Frino y Carla Spina

Agradecimientos: Oscar Bruno, Carlos Tomassino, Máximo Vazquez Brust y Gonzalo Zabala

# Índice

---

1. Prólogo .....	5
2. Introducción .....	6
3. Propósitos .....	8
4. Objetivos de aprendizaje .....	10
4.1. Educación Inicial .....	10
4.2. Educación Primaria .....	11
4.3. Educación Secundaria .....	13
5. Voces de la comunidad educativa ....	15
Anexo I: metodología y narrativa de la consulta nacional .....	21
Educación Inicial .....	22
Educación Primaria .....	24
Educación Secundaria .....	27
Síntesis general de la consulta para los tres niveles educativos .....	30
Bibliografía .....	31

# 1. Prólogo

---

Hoy, más que nunca, necesitamos transformar la educación en una fuente de crecimiento para construir una Argentina con una estructura social más justa. Es momento de dejar de esperar el futuro y salir a buscarlo, con una agenda a largo plazo en la que las capacidades humanas puedan conectarse con el avance tecnológico.

Los chicos que hoy dan sus primeros pasos en los jardines de infantes egresarán de la secundaria en el 2030. Por ellos, debemos lograr una educación de calidad, hacer de las escuelas un ámbito de profundo encuentro, de constante cambio, entendiendo que este es el único camino hacia una verdadera inclusión.

Queremos un modelo pedagógico innovador que permita a los alumnos formarse en un marco de creatividad, de exploración tecnológica y de profunda colaboración. Vamos a alfabetizar digitalmente a todos los niños, a través de la integración de áreas de conocimiento emergentes, como la programación y la robótica. Asimismo, queremos facilitar recursos digitales y propuestas educativas que favorezcan el aprendizaje de campos tradicionales del saber, como ciencias naturales, matemática, prácticas del lenguaje y lenguas extranjeras.

La tarea de educar requiere de convencimiento y voluntad para generar logros colectivos que aporten de forma concreta a las metas que tenemos que aspirar.

Como país, debemos generar capacidades humanas que conecten el desarrollo económico, social y cultural con el avance tecnológico. Para ello, nuestras instituciones educativas son centrales porque son las responsables de crear, adoptar y expandir el conocimiento.

Este documento es modelo de lo que podemos alcanzar cuando nos convencemos del rumbo que debe tomar nuestra Nación.



**Alejandro Finocchiaro**  
Ministro de Educación

## 2. Introducción

---

Según la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, adoptada por la Organización de las Naciones Unidas, la expansión de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y la interconexión mundial brindan grandes posibilidades para acelerar el progreso humano, superar la brecha digital y desarrollar las sociedades del conocimiento. El mundo afronta una profunda transformación impulsada por la emergencia de la cultura digital, en la cual tanto el pensamiento computacional como la robótica y la programación tienen un rol fundamental. Además de constituir la base material para nuevos modos de relaciones sociales, construcción de conocimiento y desarrollo de la ciencia —entre otras transformaciones—, estos campos emergentes cumplen un rol fundamental en el surgimiento de nuevas tecnologías de automatización y de inteligencia artificial. La internet de las cosas, las fábricas inteligentes y los sistemas ciberfísicos, entre otros, dan cuenta de lo que muchos expertos llaman la cuarta revolución industrial.

Estos cambios tienen su correlato en el mundo del trabajo. El 65 % de los niños y niñas que actualmente están incorporándose en el sistema educativo se desempeñarán en el futuro en puestos de trabajo que todavía no fueron creados. Además, para 2020, más de un tercio de las competencias básicas solicitadas por la mayoría de los empleos no son consideradas cruciales aún<sup>1</sup>.

En este sentido, resulta necesario que nuestras escuelas se transformen en escenarios desde donde se construya conocimiento que sirva a los estudiantes para insertarse en la cultura actual y en la sociedad del futuro, promoviendo la integración de saberes emergentes en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Diversos países han incluido la programación y la robótica en sus planes de estudios por su incidencia para el despliegue de habilidades, como el desarrollo del pensamiento lógico, la capacidad de abstracción, la resolución de problemas y el pensamiento creativo, entre otras. Pero, en los últimos años, estos saberes se han convertido en un objeto de estudio en sí mismos debido a su trascendencia y su creciente influencia en la vida cotidiana y en el mundo del trabajo.

En la Argentina, la Ley de Educación Nacional (N.º 26.206) aprobada en 2006, establece entre los fines y objetivos de la política educativa nacional el desarrollo de las competencias necesarias para el manejo de los nuevos lenguajes producidos por las tecnologías de la información y la comunicación. La ley propone además, entre los objetivos para la Educación Primaria, generar las condiciones pedagógicas para el manejo de las TIC. En la Educación Secundaria, con la finalidad de habilitar a los/las adolescentes y jóvenes para el ejercicio pleno de la ciudadanía, para el trabajo y para la continuación de estudios, dispone desarrollar las capacidades necesarias para la comprensión y utilización inteligente y crítica

---

<sup>1</sup> World Economic Forum. (enero, 2016). The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. Recuperado de [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_FOJ\\_Executive\\_Summary\\_Jobs.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_FOJ_Executive_Summary_Jobs.pdf)

de los nuevos lenguajes producidos en el campo de las tecnologías de la información y la comunicación. Asimismo, la ley afirma, en las disposiciones específicas referidas a la calidad de la educación, que el acceso y dominio de las tecnologías de la información y la comunicación formarán parte de los contenidos curriculares indispensables para la inclusión en la sociedad del conocimiento.

En este marco y en lo referido específicamente al aprendizaje de la programación, el Consejo Federal de Educación (CFE) la declaró de importancia estratégica en el Sistema Educativo Nacional durante la escolaridad obligatoria. Este antecedente requiere de una implementación sistematizada y una construcción articulada para facilitar su integración, en un marco que promueva la innovación y la calidad educativa.

Ante este enorme desafío, el Ministerio de Educación de la Nación se propone construir por primera vez objetivos de aprendizaje para la educación obligatoria en programación y robótica para iniciar el camino de su inclusión formal en las propuestas de enseñanza y aprendizaje en las escuelas de la República Argentina. Este proceso ha incluido aportes de diversos colectivos e integrantes de la comunidad educativa, plasmadas a través de una consulta nacional en la que participaron más de un centenar de expertos de todo el país, tanto del ámbito educativo como de la industria y de la sociedad civil.

En este marco, la Secretaría de Innovación y Calidad Educativa del Ministerio de Educación de la Nación, a través de la Dirección Nacional de Innovación Educativa, presenta este documento, cuyo eje son los propósitos y los objetivos de aprendizaje. Además, se incluye una compilación de testimonios de la comunidad educativa: de especialistas, de docentes y de alumnos, precursores en la integración de la programación y la robótica en las escuelas de nuestro país. Finalmente, se dedica un anexo a presentar la metodología y una narrativa que da cuenta de la diversidad de perspectivas recogidas durante la Consulta Nacional que dio sustento a este documento.

Esta iniciativa se enmarca en el plan Aprender Conectados y en el Plan Estratégico Nacional 2016-2021 «Argentina enseña y aprende», cuyo fin es lograr una educación de calidad, centrada en el aprendizaje de saberes y capacidades fundamentales para el desarrollo integral de los niños, niñas, adolescentes, jóvenes, adultos y adultas. Esta publicación forma parte de la Colección Marcos Pedagógicos Aprender Conectados, que se ofrece para acompañar el debate y la construcción compartida de la escuela del siglo XXI.



**María Florencia Ripani**  
Directora Nacional de Innovación Educativa



**María de las Mercedes Miguel**  
Secretaria de Innovación y Calidad Educativa

### 3. Propósitos

---

La cultura digital se sustenta sobre sistemas digitales, cuya existencia depende de la programación. La incidencia de los sistemas digitales en distintos ámbitos sociales es cada vez más frecuente, y será aún más importante en el futuro. Es por eso que la programación resulta una disciplina fundamental en la educación contemporánea. Al comprender sus lenguajes y su lógica en la resolución de problemas, los alumnos se preparan para entender y cambiar el mundo. La integración de este campo de conocimiento permite a los estudiantes desarrollar habilidades fundamentales para solucionar diversas problemáticas sociales, crear oportunidades y prepararse para su integración en el mundo del trabajo.

Los estudiantes necesitan conocer y comprender cómo funcionan los sistemas digitales —soporte material fundamental de la sociedad actual y de sus principales consumos culturales— para poder construirlos o reconstruirlos sobre la base de sus intereses, sus ideas y en función de su realidad sociocultural. Esto requiere abordar aspectos técnicos relativos a las ciencias de la computación y a la programación, aplicados a situaciones del mundo real.

En ese sentido, el pensamiento computacional ofrece un nuevo lenguaje y un nuevo modo de pensar, que permite a los alumnos reconocer patrones y secuencias, detectar y corregir errores a partir de la experimentación, y establecer hipótesis. Asimismo, funciona como guía para resolver problemas, simples o complejos, en distintos aspectos de su vida cotidiana, lo cual resulta fundamental para el desarrollo del pensamiento crítico.

El aprendizaje de la robótica sustentado en la programación es necesario para introducir a los alumnos en la comprensión de las interacciones entre el mundo físico y el virtual. Asimismo, resulta apropiado para entender tanto la relación entre códigos y comandos como otros principios de las ciencias de la computación. Además de ser un campo de la tecnología digital de creciente importancia en la sociedad actual, la robótica genera en los estudiantes un alto nivel de motivación, lo cual la convierte en un recurso pedagógico sumamente potente.

#### La robótica en perspectiva

Es importante destacar que tanto el significado de la robótica como el abordaje de su integración en el ámbito educativo tienen un sentido histórico. Tradicionalmente, la robótica educativa se propuso como recurso para el aprendizaje de las ciencias, incluyendo aspectos relacionados con la mecánica, en una sociedad en la cual los robots tenían una presencia significativa en la ciencia ficción y escasa en el mundo real. En los últimos años, la robótica emergió asociada a circuitos digitales y, en muchos casos, a la inteligencia artificial, mientras que ganó protagonismo y relevancia en distintos ámbitos del desarrollo social y económico. Por esta razón, y en relación con su trascendencia en la cultura digital, se propone a la robótica como objeto de estudio en sí misma, particularmente en sus aspectos ligados a los sistemas digitales de control y automatización, estrechamente vinculados a la programación.

El pensamiento computacional, la programación y la robótica no se instalan en la educación como fin último para atender solamente aprendizajes relacionados con la formación científico-tecnológica: estos saberes son fundamentales para la promoción del asombro, la curiosidad, el análisis y la experimentación, así como la creatividad. La dimensión de la creatividad se relaciona con actividades ligadas a las artes, como el diseño de interfaces, pero también y fundamentalmente con el desarrollo del pensamiento computacional y la definición y deconstrucción de problemas. Incluso la formulación de algoritmos se sustenta sobre bases creativas para su comprensión y desarrollo.

En la robótica y la programación, confluyen tanto la lógica y la abstracción como la imaginación, la expresión y la capacidad de idear y de construir, en forma individual o con otros. Estos campos de conocimiento favorecen el trabajo en equipo, la colaboración y el aprendizaje entre pares, dimensiones que deben promoverse en las propuestas de enseñanza y aprendizaje ya que forman parte de los modos de construcción de conocimiento, de interacción social y del mundo del trabajo de la sociedad digital.

El aprendizaje de la programación y la robótica se debe enmarcar en un proceso de alfabetización digital, que promueva la apropiación crítica y creativa de las tecnologías de la información y la comunicación, y que integre todo el espectro de las competencias y lineamientos de educación digital, presentados en las primeras dos publicaciones de la Colección Marcos Pedagógicos Aprender Conectados: *Orientaciones pedagógicas de educación digital* y *Competencias de educación digital*.

Es esencial habilitar de modo creativo la generación de proyectos originales y diversos, relacionados con las problemáticas de las comunidades educativas, las economías regionales y otros aspectos socioculturales relevantes, para promover la integración de las tecnologías digitales en la vida cotidiana.

Resulta, además, fundamental elaborar las propuestas de aprendizaje desde una perspectiva de género, a través de estrategias de aprendizaje de la programación y la robótica especialmente orientadas a niñas, jóvenes y mujeres, para acercarlas a espacios que, tradicionalmente, se encuentran ligados a los hombres. Es importante evitar la repetición de actividades estereotipadas a fin de promover la igualdad de oportunidades, la participación efectiva y el empoderamiento de las mujeres.

En este contexto, se proponen objetivos de aprendizaje de programación y robótica para la educación básica obligatoria, que contribuirán a sentar las bases para su integración formal en las prácticas de enseñanza y aprendizaje en la Argentina.

## 4. Objetivos de aprendizaje

---

### 4.1 Educación Inicial

Al finalizar el ciclo de Educación Inicial, los estudiantes serán capaces de:

1. reconocer las tecnologías digitales como elementos distintivos e integrados en la realidad de la vida cotidiana —hogar, escuela y comunidad— y distinguir cómo pueden ser usadas para resolver problemas y crear oportunidades;
2. identificar y utilizar recursos digitales básicos para la producción, recuperación, transformación y representación de información, en un marco de juego y creatividad, y en relación con las problemáticas de su entorno sociocultural;
3. formular problemas a partir de la exploración y observación de situaciones de su cotidianidad, buscando respuestas a través de la manipulación de materiales concretos —no necesariamente mediados por dispositivos electrónicos— y apelando a la imaginación;
4. desarrollar diferentes hipótesis para resolver un problema del mundo real, identificando los pasos a seguir y su organización, a fin de construir una secuencia ordenada de acciones;
5. usar juegos de construcción, en los que se involucren conocimientos introductorios a la robótica y su mecánica;
6. compartir experiencias y elaborar estrategias para la resolución de problemas en colaboración con sus pares, en un marco de respeto y valoración de la diversidad.

## 4.2 Educación Primaria

### 4.2.1 Primer Ciclo

Al finalizar el Primer Ciclo de la Educación Primaria, los estudiantes serán capaces de:

1. reconocer dispositivos computarizados y robóticos, así como el *software* relacionado —utilizados cotidianamente en el hogar, la escuela y la comunidad— como medios para resolver situaciones problemáticas, crear oportunidades y cambiar el mundo;
2. formular problemas simples y construir estrategias para su resolución, incluyendo su descomposición en pequeñas partes, utilizando secuencias ordenadas de instrucciones, valiéndose de la creatividad y experimentando con el error como parte del proceso;
3. comprender los principios generales del funcionamiento de los dispositivos computarizados, particularmente los elementos que permiten la entrada, el proceso y la salida de datos, en relación con ejemplos y problemas de su entorno sociocultural;
4. usar juegos y diversos recursos en los que se utilicen conocimientos sobre los principios básicos de la programación física y la robótica, incluyendo las dimensiones de diseño, construcción, operación y uso;
5. realizar tareas básicas de diseño y otras actividades vinculadas a las artes, asociadas al desarrollo de sistemas digitales, incluidos los videojuegos;
6. desarrollar experiencias de colaboración con sus pares, participando en equipos con roles complementarios y diferenciados —en un marco de respeto y valoración de la diversidad—, y comunicarlos de forma clara y precisa;
7. utilizar la tecnología en forma segura, respetuosa y responsable, con propósito de crear aplicaciones donde su uso no afecte la identidad ni la integridad de las personas.

### 4.2.2 Segundo Ciclo

Al finalizar el Segundo Ciclo de la Educación Primaria, los estudiantes serán capaces de:

1. comprender conceptos básicos de la funcionalidad de los dispositivos computarizados y desarrollos robóticos utilizados en el hogar, la escuela y la comunidad, analizando sus partes (*hardware*), qué información utilizan, cómo la procesan y cómo la representan (*software*);
2. utilizar estructuras de programación, trabajando con variables en una diversidad de entradas (*inputs*) y salidas (*outputs*), con distintos propósitos, incluyendo la automatización y el control o la simulación de sistemas físicos;
3. diseñar, construir y depurar secuencias de instrucciones simples para desarrollar proyectos de programación y robótica orientados a resolver problemas en el hogar, la escuela y la comunidad;

4. formular diferentes soluciones concretas a una situación problemática utilizando dispositivos robóticos o computación física, e identificar las dimensiones de diseño, construcción, operación y uso;
5. integrar soluciones digitales en el desarrollo de actividades creativas, interactivas y multimedia, incluyendo interfaces simples y animaciones, e incorporando los conceptos básicos de programación;
6. trabajar colaborativamente para la resolución de problemas, favoreciendo el intercambio de ideas, y comunicar de forma clara y secuenciada las estrategias de solución;
7. reconocer aspectos básicos de cómo la información es representada, recolectada, analizada y visualizada por computadoras, incluyendo grandes volúmenes de datos;
8. comprender de modo muy básico cómo algunos dispositivos son capaces de percibir el entorno y llevar a cabo acciones que maximan sus posibilidades de éxito para un determinado objetivo o tarea;
9. utilizar la tecnología en forma segura, respetuosa y responsable, con propósito de crear aplicaciones donde su uso no afecte la identidad ni la integridad de las personas;
10. comprender una variedad de maneras de utilizar la tecnología de forma segura, respetuosa y responsable, incluyendo la protección de sus datos personales y de los de otros.

## 4.3 Educación Secundaria

### 4.3.1 Ciclo Básico

Al finalizar el Ciclo Básico de la Educación Secundaria, los estudiantes serán capaces de:

1. desarrollar proyectos creativos que involucren la selección y el uso de programas para solucionar problemas del mundo real, incluyendo el uso de uno o más dispositivos y la aplicación, redacción y análisis de información;
2. resolver problemas a partir de su descomposición en partes pequeñas y aplicando diferentes estrategias, utilizando entornos de programación tanto textuales como icónicos, con distintos propósitos, incluyendo el control, la automatización y la simulación de sistemas físicos;
3. comprender el funcionamiento de los componentes de *hardware* y *software*, y la forma en que se comunican entre ellos y con otros sistemas, entendiendo los principios básicos de la digitalización de la información y la interactividad;
4. seleccionar, combinar y usar múltiples aplicaciones incluyendo preferentemente una variedad de dispositivos robóticos o de computación física para resolver diversos desafíos;
5. usar y reutilizar creativamente dispositivos digitales, plataformas de uso colaborativo y repositorios de datos para el desarrollo de proyectos que otorguen solución a distintos problemas sociales;
6. asumir roles diferenciados y utilizar metodología de trabajo iterativa e incremental para la gestión de proyectos, analizando, evaluando y comunicando su progreso;
7. comprender el funcionamiento de las redes informáticas, la forma en que pueden proporcionar múltiples servicios y las oportunidades que ofrecen para favorecer la comunicación y colaboración;
8. entender cómo la información, en sus diversos formatos (incluyendo textos, audio e imágenes), es recolectada, representada, visualizada y analizada, a través de dispositivos computarizados, y comprender el uso de grandes volúmenes de datos, relacionados con la cuantificación, la predicción y la optimización de procesos, reflexionando sobre su utilidad social y sobre aspectos éticos vinculados al acceso a información de usuarios;
9. reconocer el impacto y perspectivas futuras sobre los usos de la inteligencia artificial para la resolución de distintos problemas sociales y en diferentes ámbitos;
10. comprender una variedad de maneras de utilizar la tecnología de forma segura, respetuosa y responsable, incluyendo la protección de sus datos personales y de los de otros.

### 4.3.2 Ciclo Orientado

Al finalizar el Ciclo Orientado de la Educación Secundaria, los estudiantes serán capaces de:

1. utilizar sus conocimientos de programación y robótica para comprender y transformar su entorno, y para situarse como participantes activos en un mundo en permanente cambio;
2. programar rutinas para la resolución de problemas utilizando la abstracción, la lógica, la representación de información, incluyendo la automatización y la modularización como medio para la optimización de procesos;
3. intervenir sobre diversos componentes de *hardware* y *software*, apelando a la creatividad y a la experimentación directa, buscando formas innovadoras de transformación de modelos y usos convencionales;
4. utilizar sus habilidades analíticas, de resolución de problemas, de diseño y de pensamiento computacional para desarrollar proyectos de robótica o programación física, de modo autónomo, crítico y responsable, construyendo soluciones originales a problemas de su entorno social, económico, ambiental y cultural;
5. participar, planificar y administrar proyectos, asumiendo roles diferenciados y utilizando metodología de trabajo iterativa e incremental, e integrando recursos colaborativos previamente producidos por la comunidad como insumos para la creación;
6. utilizar redes informáticas para generar diversos servicios que favorezcan la comunicación entre dispositivos y la colaboración en un proyecto de programación, robótica o computación física;
7. reconocer desarrollos emergentes relacionados con la robótica y la programación física, y analizar críticamente su uso, preparándose para generar cambios e innovar;
8. utilizar crítica y reflexivamente la innovación tecnológica en los diversos ámbitos sociales, identificando aspectos que afecten la identidad y la privacidad digital.

## 5. Voces de la comunidad educativa

Para elaborar este documento se consultó tanto a expertos nacionales e internacionales en la materia, como a precursores de la comunidad educativa. Las experiencias de estos últimos, educadores y alumnos, muestran el potencial transformador y las posibilidades concretas de trabajar con estos aprendizajes en distintos contextos educativos del país.

### Especialistas

#### Manuel Area Moreira

Doctor en Pedagogía y catedrático en Tecnología Educativa de la Universidad de La Laguna, España.

*«En el marco de la competencia digital, un aspecto o dimensión importante es el saber crear contenidos digitales, programas, aplicaciones, robots. En ese sentido, soy defensor de que entre en el currículum. De lo que ya no soy tan partidario —y esa es mi ambivalencia— es que eso se tenga que convertir en una materia (...). Corre el riesgo de convertirse en una forma de enseñanza tradicional, repetitiva, donde los alumnos están (digamos) forzados a tener que adquirir esos saberes».*

#### David Buckingham

Especialista en Medios y Educación, Gran Bretaña.

*«No es tan complicado aprender a programar, pero es mejor hacerlo en el marco de un proyecto: hay un riesgo cuando la escuela enseña en abstracto, es más difícil de aprender (...). Pensamiento computacional me parece más apropiado que el término programación, en tanto implica pensar cómo resolvemos problemas, cómo diseñamos trabajos y procesos con medios computacionales».*

#### Sugata Mitra

Profesor de Educación Tecnológica, Universidad de Newcastle, Gran Bretaña.

*«La gente usualmente habla de enseñar programación, que considero debe hacerse, pero en el marco de una asignatura más amplia que llamaría "Internet y computación". Debe tener elementos de cómo funciona una computadora, cómo desarrollar programas informáticos, cómo conectar computadoras entre sí, qué es internet y cómo funciona».*

### **María Florencia Ripani**

Directora Nacional de Innovación Educativa, Ministerio de Educación de la Nación, República Argentina.

*«La programación es el lenguaje fundamental a través del cual se construyen los relatos de la cultura digital y es por eso muy importante que los alumnos puedan comprenderlo, puedan entender su semántica y su lógica. (...) Lo más importante sobre el acercamiento de los alumnos al lenguaje de la programación tiene que ver con poder entender el mundo y, a partir de ello, poder cambiarlo».*

### **Oscar Bruno**

Director de la cátedra “Algoritmos y estructuras de datos” en la Universidad Tecnológica Nacional (UTN).

*«La abstracción, la programación y la robótica ofrecen mecanismos que permiten (...) reformular problemas, reconsiderar soluciones, ir en camino de soluciones aún inesperadas. (...) La práctica sistemática de la programación genera un progreso concreto del pensamiento, lo hace visible, es un motor de motivación para los estudiantes ya que permite generar alternativas, profundizar en el análisis y reflexionar sobre el tema en estudio».*

### **Carlos Tomassino**

Presidente de Fundesco.

*«Dada su proliferación en todas las disciplinas, las tecnologías de la información y las comunicaciones son los arietes del cambio para que las primeras encuentren en estas últimas sus nuevos “modus operandi”. Una nueva educación, basada en el uso racional de esas tecnologías, permitirá al país generar ciudadanos con capacidades óptimas para enfrentar los nuevos tiempos».*

### **Andreas Schleicher**

Director de Educación y Capacitación y asesor especial sobre Políticas de Educación en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), París, Francia.

*«En promedio, en los países de la OCDE, la cuarta parte de los docentes consideran que la innovación hace una diferencia, pero la mayoría restante considera que las aulas son ambientes hostiles a la innovación. Debemos cambiar esto y desarrollar una cultura emprendedora que premie y reconozca la innovación, el uso de la tecnología y que proporcione entornos donde los docentes puedan aprender de los demás —y con ellos— para construir las nuevas pedagogías que nos permitirán avanzar con el aprendizaje de los alumnos».*

### Santiago Siri

Presidente de la Fundación Democracy Earth, California, Estados Unidos de América.

*«La computación para mí es un conocimiento indispensable, es la alfabetización del siglo XXI. (...) Quien pueda manejar estas herramientas gana mucho poder. (...) Una computadora es una máquina universal —una máquina capaz de transformarse en cualquier tipo de máquina según el código que uno le ponga—, (...) cualquiera que use estas máquinas se va a potenciar creativamente de manera muy drástica».*

### Marina Umaschi Bers

Directora del equipo de investigación Dev Techs Tecnologías para el Desarrollo, Tufts University, Estados Unidos de América.

*«Las computadoras —los lenguajes de programación— nos ayudan a poner de forma concreta pensamientos abstractos. Cuando podemos plasmar esas abstracciones en algo concreto, las estamos haciendo más tangibles, y el potencial de hacer el pensamiento tangible es gigante. (...) Básicamente, el pensamiento computacional es aprender a pensar sobre cómo pensamos».*

### Luciana Benotti

Profesora Adjunta con Dedicación Exclusiva en la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación de la Universidad Nacional de Córdoba e Investigadora Asistente en CONICET

*«La robótica y la programación son dos buenas herramientas para enseñar los fundamentos de las Ciencias de la Computación. Es importante que en las aulas quede claro que los conceptos que sirven para entender cómo funciona un robot, un videojuego, un programa de chat o la máquina que lee las tarjetas del colectivo son las mismas».*

### José Martínez-Viademonte

Investigador y docente de la Universidad Nacional de General Sarmiento

*«La enseñanza de la programación y la robótica sirven en sí mismas por la forma organizada de pensar que desarrollan y, también, como ayuda para enseñar otros temas más abstractos, básicamente matemática».*

## Docentes

### José Campos

Escuela Técnica N.º 1 de Río Seco, Tucumán

*«Lo considero muy importante, a tal punto que programar les enseña a pensar, y poco a poco van adentrándose en el mundo de la deducción».*

### Miguel Laiun

Escuela Secundaria Técnica N.º 2 Patricias Argentinas, Buenos Aires

*«Nuestra escuela tiene como especialidad la informática y para nosotros la programación representa un tema importante. Hemos observado que los alumnos la asimilan mejor en la medida que la aplican como un medio para obtener un resultado que les interese a ellos».*

### Mateo Carabajal

Escuela de Bellas Artes y Artes Decorativas e Industriales Atilio Terragni, Tucumán

*«A los docentes les recomiendo no dejar de experimentar y estar abiertos, estar atentos a lo que pasa afuera y a lo que sus alumnos les están exigiendo y brindando. La experimentación es fundamental en la docencia».*

# Precursores en las aulas

## Proyecto Robótica en Clase, EPET N.º 4, San Juan Ganador del Premio Maestros Argentinos 2016

### ● Rubén Zabaleta (docente)

*«El concepto de programar está casi en todo, hasta en un lavarropas... El alumno asimila y debe saber que programar es dictaminar una serie de sentencias para lograr determinado resultado. La educación debe incorporar en todos sus niveles los conceptos y principios de la programación, y, si está acompañada de la robótica, los conceptos serán aprendidos más rápidamente y de forma más didáctica».*

### ● Fabián Pallavicini (docente)

*«Es importante superar el paradigma que se tiene de la robótica como una actividad extracurricular y reconocerla como una herramienta de aprendizaje, que permite generar interesantes ambientes interdisciplinarios donde el estudiante, como actor principal, pueda crear sus propias ideas y vincularlas con su realidad».*

### ● Facundo Rodríguez (alumno de 4.º año)

*«Para mí la robótica en el ámbito educativo es un gran aporte para un futuro profesional. Esto va junto con la programación porque sin ella no podríamos hacer funcionar un robot. Esto tendría que aplicarse a la educación así uno se entretiene, curiosear y experimenta sobre la base de lo pedido».*

### ● Mateo Luna (alumno de 5.º año)

*«Me pone muy contento haber trabajado sobre este tema que tanto nos apasiona. La programación sería el “pensamiento” de la robótica. Mediante simples palabras, podemos darle instrucciones al robot para que haga cosas impresionantes».*

### ● Carla Saraspe (alumna de 3.º año)

*«La parte de programación me ayudó en algunas materias y la de crear robots me gustó: la imaginación de mis compañeros me ayudó a pensar en cómo ayudar a las personas».*



**Proyecto Testcoholemia, Colegio Nacional de Ushuaia, Tierra del Fuego**  
**Ganador del premio Menciones a la Innovación Pedagógica en Educación Digital 2016**



**Irina Busowsky (docente)**

*«Diseñé con mis alumnos un proyecto para controlar el consumo excesivo de alcohol, que en Ushuaia es una problemática. La aplicación permite determinar el índice de alcoholemia aproximado y tiene accesorios para saber qué hacer con alguien alcoholizado. Es importante no quedarse encerrado en su espacio y que la escuela salga a la comunidad».*



**Lucas Parreta (alumno de 3.º año)**



*«Mi trabajo fue ser programador de la aplicación y ser parte del diseño. Aprendí cómo desarrollar una aplicación, muchos chicos aprendieron sobre la temática del alcohol. Aprendí a programar solo, buscando por internet cómo desarrollar y diseñar».*

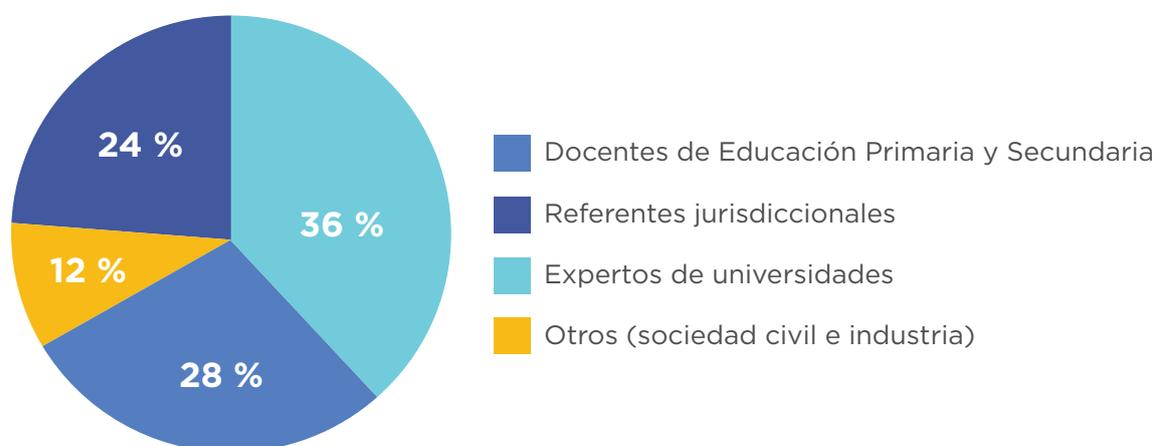
## Anexo I: Metodología y narrativa de la consulta nacional

---

En este apartado, se presentan los aportes recibidos en la consulta nacional realizada a referentes y expertos en las temáticas, convocados en noviembre y diciembre de 2016 por el Ministerio de Educación de la Nación. Se circuló un documento base, con los objetivos de aprendizaje propuestos, entre especialistas nacionales e internacionales, incluyendo docentes de nivel primario y secundario, referentes jurisdiccionales y representantes de la sociedad civil y de la industria. Además participaron de la consulta expertos de más de 20 universidades, entre las que se encuentran: la Universidad Abierta Interamericana, la Universidad Autónoma de Entre Ríos, la Universidad de Buenos Aires, la Universidad del Salvador, la Universidad Nacional de Córdoba, la Universidad Nacional de Entre Ríos, la Universidad Nacional de Jujuy, la Universidad Nacional de Lomas de Zamora, la Universidad Nacional de Misiones, la Universidad Nacional de Quilmes, la Universidad Nacional de Río Negro, la Universidad Nacional de Rosario, la Universidad Nacional de San Juan, la Universidad Nacional de San Luis, la Universidad Nacional de Santiago del Estero, la Universidad Nacional de Tierra del Fuego, la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, la Universidad Nacional del Comahue, la Universidad Nacional del Nordeste, la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA), la Universidad Nacional General Sarmiento, la Universidad Tecnológica Nacional (Facultad Regional Buenos Aires, Facultad Regional Córdoba, Facultad Regional Mendoza y Facultad Regional Resistencia).

Se procesaron 128 encuestas, que corresponden a 90 personas únicas. El desglose de la participación por sector se compone de la siguiente manera:

### Participación en la consulta por sector



En función de los comentarios de los participantes, se ajustaron los objetivos de aprendizaje. A continuación, se incluye una síntesis de los aportes, presentados por nivel educativo.

Educar digitalmente, en este caso a través de la programación y la robótica, es una necesidad y un gran desafío para el sistema educativo actual. La incorporación de estas temáticas, vitales para la construcción de una ciudadanía con capacidad de innovación, requiere de una planificación y un diseño curricular integrado desde la Educación Inicial.

Si bien la mayoría de los niños y niñas que asisten a la Educación Inicial —nativos digitales— están familiarizados con el uso de algunas tecnologías, el trabajo de las instituciones educativas debe orientarse a guiarlos —agregándole valor y una mirada crítica y reflexiva— en su uso y posibilidades.

Una de las primeras habilidades por desarrollar es la capacidad para (re)conocer dentro de su contexto el uso de las tecnologías digitales. Dadas las características de los alumnos de Educación Inicial, es muy importante que la sensibilización con dichas tecnologías se dé en un marco de juegos, trabajando a partir de ejemplos y problemas, enfatizando el uso creativo y no meramente instrumental de las tecnologías.

Debido a la cantidad de información a la que los niños y niñas están expuestos, es vital el trabajo que se haga en pos de favorecer la (re)apropiación significativa de esa información, dando espacio a la creación y con ello a la posibilidad de trascender el rol de consumidor pasivo para poder generar cambios en su vida y entorno. Es por ello que hay un gran consenso entre los expertos acerca de la necesidad de trabajar en la identificación y utilización de recursos digitales básicos para la producción, recuperación y representación de la información.

El juego es una herramienta fundamental en los procesos de enseñanza y aprendizaje, particularmente en este nivel, ya que facilita la exploración, familiariza al sujeto en la práctica de ensayo-error —que es vital para el proceso creativo— y favorece el trabajo colaborativo ya que se enriquece con las diferencias.

Dentro de lo lúdico, una propuesta atractiva y desafiante para los estudiantes son los juegos de construcción, que, con una adecuada supervisión, son un medio que favorece la incorporación de nociones y principios de la robótica en particular y de la computación en general. Este insumo permite que los estudiantes desplieguen su capacidad de aprender haciendo; además, la inmediatez en los resultados genera un impacto cognitivo positivo que favorece el aprendizaje.

Otra de las habilidades que los expertos reconocen como necesaria es la capacidad para problematizar —entendiendo por ello la identificación de problemas y la búsqueda de soluciones—, la cual estimula el uso creativo y creador de las tecnologías.

La indagación, a partir de situaciones cotidianas, favorece el *apre(he)ndizaje*, ya que facilita la capacidad para identificar problemas, plantear hipótesis y elaborar (en caso de ser necesario) alguna secuencia para su resolución. La reiteración de esta práctica permite reconocer patrones y favorece el pensamiento abstracto-objetivo último y fundamental.

En este contexto, es importante transmitir a los alumnos que no hay respuestas unívocas. Es por ello que la educación debe tender a fomentar en los niños la capacidad de explorar múltiples opciones (hipótesis) conjuntamente con la habilidad de evaluar ventajas y desventajas en cada caso particular. Algunos expertos enfatizan también la necesidad de familiarizarlos con el hecho de que puede haber soluciones fuera del marco de lo que están pensando —y de cómo lo están pensando—.

Paralelamente, y en la medida en que el docente identifique que es posible, es deseable colaborar con los alumnos para que sean capaces de descomponer un problema o pensamiento en partes y trabajar cada uno de ellos por separado. También es deseable ayudarlos a que sean conscientes de la estrategia utilizada para la resolución de su problema —y que, de esta manera, se la puedan apropiar—, por ejemplo, pidiéndoles que le expliquen a un compañero cómo resolvieron una determinada situación problemática. Esa verbalización es una manera incipiente de sistematización.

De todas las habilidades sugeridas en este nivel, la que generó mayor consenso entre los expertos encuestados fue la de estimular el trabajo colaborativo en un marco de respeto y valoración de la diversidad.

Si bien es necesario que se trabaje sobre esta idea transversalmente en todos los niveles educativos, en este caso en particular su inclusión es vital porque refleja lo que efectivamente sucede en el mundo real: el desarrollo y la utilización de la tecnología se da por los otros y con los otros. En el caso de los niños, no solo en la relación con sus pares, sino también en el trabajo con los docentes. Producto de esa interacción es que surgen las innovaciones ya que el proceso creativo es siempre un proceso social de aprendizaje.

Es importante que las propuestas que se exploran en la Educación Inicial sean retomadas, profundizadas y complejizadas a medida que se avanza en los niveles superiores del sistema educativo.

En todos los casos, hay que enfatizar en la necesidad de una incorporación armónica de las tecnologías destacando la importancia de las relaciones y, sobre todo, de las comunicaciones personales (físicas).

En ese sentido, los expertos han señalado el peligro del uso indiscriminado y acrítico de las tecnologías en el sistema educativo. Se debe reforzar la idea de que la finalidad última es desarrollar un tipo de pensamiento que tienda a la innovación. El uso instrumental de la tecnología debería tener lugar en los casos en los que represente una ventaja frente a otras opciones pedagógicas.

### Primer Ciclo

El objetivo en este ciclo es recuperar, reforzar y profundizar conocimientos y habilidades de los alumnos sobre aspectos esenciales de la robótica y la programación.

En este nivel, se espera que los alumnos no solo identifiquen los dispositivos computarizados y robóticos que forman parte de su entorno, sino, principalmente, que comiencen a entender su funcionamiento. Una estrategia recomendada por los expertos consultados es estimular, a partir de ejemplos de la vida cotidiana, el pensamiento acerca de nuevos y diferentes usos tendientes a mejorar nuestra vida y entorno. Es necesario trabajar en desnaturalizar la existencia y función de dichos objetos poniendo énfasis en la idea de que la inteligencia no está en ellos, sino que se la damos nosotros.

Este concepto se alinea con otro de los objetivos de este ciclo, que es estimular a los alumnos en la formulación de problemas y estrategias de resolución, en especial a partir del uso de la técnica de descomposición. Esta técnica consiste en dividir cada problema en la menor cantidad de partes posible e ir encontrando soluciones a cada una de ellas para que, tomadas conjuntamente, construyan una solución general. Los expertos coinciden en que, siempre que haya una buena guía, es un ejercicio abordable para alumnos de esa edad. Su ventaja radica en que favorece el desarrollo de la creatividad y el pensamiento algorítmico y lógico.

También se espera que los alumnos puedan empezar a comprender la funcionalidad y las características de dispositivos computarizados sencillos que están presentes en su entorno, pudiendo identificar qué elementos permiten la entrada, el proceso y la salida de datos. Una actividad que tiene buena recepción en los estudiantes —y que los sensibiliza con el manejo de la complejidad y la abstracción— es la de analizar la presencia de *software* en su entorno cercano: tarjeta SUBE, televisor inteligente (*smart TV*), reloj inteligente (*smartwatch*).

Un recurso potente para plasmar y evaluar la comprensión de los alumnos acerca de estas problemáticas es la elaboración de modelos simplificados. Ese trabajo les permite asentar el conocimiento, explorar opciones, trabajar colaborativamente y —lo que es fundamental— empezar a pensarse y actuar como creadores de tecnología.

Los expertos consultados encuentran ventajoso continuar trabajando con juegos de construcción. Ello permite reforzar algunos principios de la robótica, que fueron trabajados en la Educación Inicial, y ejercitarse en la elaboración de estrategias de selección —que es una manera más abordable de pensar en los algoritmos (principios de programación)—. En este nivel, se recomienda pensar los algoritmos como una manera de presentar una solución tecnológica. Es importante que los alumnos descubran que los principios de la robótica tienen múltiples aplicaciones, y que su comprensión nos permite, por ejemplo, entender cómo funciona Facebook o un videojuego.

El valor y la importancia de la inclusión de estos juegos radica en que propician aproximaciones estimulantes al conocimiento, generando espacios de confianza y creatividad, facilitando la construcción y apropiación del conocimiento por parte de los alumnos.

En ese sentido, se espera que los alumnos exploren su habilidad para realizar tareas de diseño asociadas al desarrollo de sistemas digitales. En esta etapa, lo más adecuado sería trabajar desde la gamificación, que permite la construcción utilizando modelos matemáticos en Scratch con alguna producción interactiva. Eventualmente, y de acuerdo con la evolución de cada alumno y del grupo en general, se puede pensar en el diseño de videojuegos.

La ventaja de estas propuestas es que se desarrollan a partir de los intereses y/o necesidades de cada alumno o grupo en particular. Estos procesos creativos se vinculan estrechamente a la actividad artística en la medida en que promueven el desarrollo de estrategias disruptivas para pensar nuevas soluciones.

Por último, fomentar la construcción de experiencias de colaboración entre pares es, sin duda, un objetivo fundamental y transversal a todo el sistema educativo. Se trataría entonces de reforzar y trabajar a partir de las ideas de respeto y valoración de la diversidad, destacando las ventajas del trabajo en equipo y de la asignación de roles. Recordemos que el propósito último es contribuir a la inclusión social y digital de todos los alumnos.

Algunos expertos consultados consideran pertinente incluir en este nivel secuenciaciones a partir de entornos simples ligados a la construcción de juegos básicos o a la resolución de desafíos (Lightshot, ScratchJr, Arduino, LEGO WeDo, LEGO WeDo 2.0), así como también la incorporación de juegos de construcción de fácil elaboración (kits semiestructurados).

La construcción de entornos lúdicos de aprendizaje es un desafío para el docente. Para que el aula sea un lugar de construcción de conocimiento —y no un espacio meramente recreativo— necesitamos docentes atentos y capaces de realizar las intervenciones —de síntesis, anclaje y recuperación de conceptos— adecuadas para cada ocasión.

## Segundo Ciclo

Uno de los objetivos principales de este ciclo es avanzar en la comprensión del manejo básico de la programación y la robótica de manera tal que los alumnos puedan diseñar y depurar programas simples. Por *diseño* entendemos un proceso que incluye el planeamiento creativo y también todo lo relativo a su representación, que puede ser a través de la escritura, un dibujo o la combinación de símbolos.

Pensamos en la robótica y/o en los videojuegos por lo atractivos y motivantes que resultan para los alumnos y también por las posibilidades que brindan. Sin embargo, dependiendo del grupo y de las habilidades del docente, se puede trabajar con otras actividades o entornos —siempre que contribuyan a incorporar conceptos y habilidades vinculadas a las ciencias de la computación—. Una actividad que tiene un impacto positivo en los alumnos —y en la institución educativa— es la de generar contenidos para cursos inferiores.

Respecto a la programación, los expertos consultados afirman que el trabajo a partir de distintas secuencias —que incluyan variables en una diversidad de entradas y salidas— es fundamental para estimular la creatividad y el pensamiento lógico. En esta etapa, se recomienda trabajar con programas iniciales sencillos —acordes al nivel del grupo— en donde todos los datos de entrada estén disponibles al iniciar el programa y todos los de salida al finalizarlo.

Sería esperable que los alumnos terminen la escuela primaria pudiendo comprender la importancia de los sistemas, de los conjuntos de elementos interrelacionados, de la modularidad, de la secuencia y del control, así como también que sean capaces de distinguir entre instrucciones generales y específicas, y de establecer relaciones entre el orden de las acciones programadas y los resultados obtenidos.

Otro de los objetivos se vincula a la capacidad para identificar los componentes del *hardware* y del *software*, y a medida que sea posible, avanzar en el conocimiento de su funcionamiento. Muchos de los expertos consultados dan cuenta de la importancia de este saber, aunque son cautos acerca de su inclusión en este ciclo por las dificultades y complejidades que podría representar. Ellos coinciden en que, para que sea abordable, debería tratarse de una aproximación introductoria que permita conocer (de manera esquemática) las diferencias y relación entre *hardware* y *software*, y también comprender el proceso de digitalización de la información —y su flujo— a través de los diferentes sistemas de manera que puedan traspasar la barrera de lo abstracto.

Entender los conceptos generales sobre el funcionamiento de las redes (en especial internet y *World Wide Web*) es una de las habilidades fundamentales que todos los estudiantes deben desarrollar. Su abordaje tiene que estar ligado a la construcción de una mirada reflexiva y crítica sobre las posibilidades que las redes brindan, nuestro rol en estas y la necesidad de dar el salto cualitativo de usuarios a creadores responsables.

Debido al gran caudal de información que hay en las redes, es fundamental el desarrollo de habilidades asociadas a la búsqueda y validación de resultados obtenidos. Una manera atractiva y vivencial de trabajar estos conceptos es, como sugiere uno de los expertos consultados, a través de la construcción de un buscador de información —un *crawler* con un indexador—.

En este contexto, es necesario sensibilizar a los alumnos (y a su entorno) en algunas de las problemáticas que el uso de las redes conlleva, a saber: la construcción de una identidad digital, la importancia del no olvido en internet, la importancia de la privacidad de los datos personales, la necesidad de un uso responsable de las redes, el respeto por la propiedad intelectual, así como también situaciones de *grooming* y *ciberbullying*. Al respecto, hay un consenso generalizado acerca de la necesidad de incorporar y discutir acerca de los aspectos éticos vinculados a los sistemas y tecnologías digitales. Es esencial reflexionar sobre los problemas inherentes que su uso (y abuso) conlleva, así como también destacar las oportunidades que brinda. Tal como venimos sosteniendo, el trabajo tiene que orientarse a desarrollar la capacidad reflexiva de los alumnos sobre estos temas para que sean usuarios críticos y responsables de la tecnología.

Por último, es necesario preparar a los alumnos para que sean capaces de brindar soluciones digitales a las problemáticas que se les vayan presentando, en particular a aquellas vinculadas a la creación y al diseño. Ello puede incluir la creación de interfaces simples y animaciones. Estos recursos son muy atractivos para los estudiantes de Segundo Ciclo por las posibilidades creativas que brindan, así como también porque les permite materializar de una manera relativamente sencilla sus ideas. Esa aplicabilidad las convierte en insumos didácticos muy potentes y estimulantes para los alumnos. Al respecto, la mayoría de los expertos recomiendan trabajar con Scratch.

Más allá de la opción que elijan, lo importante es que cada grupo de alumnos vaya encontrando junto con sus docentes soluciones y formas que se adapten a sus preferencias, habilidades y necesidades, sin perder de vista que lo que se pretende es que piensen que lo digital puede brindarles soluciones específicas.

Se reitera la importancia del rol docente, sobre todo en lo relativo al diseño y planificación de las clases. Es fundamental que pueda balancear y armonizar entre las actividades creativas (que suelen generar más interés en los alumnos) y aquellas de realización, además de que se espera que sean capaces de despertar o detectar vocaciones científicas tempranas.

También es muy importante que se trabaje en paralelo con las familias de los estudiantes —que también son usuarias de tecnologías— para guiarlas y, en caso de ser necesario, asesorarlas sobre los usos, posibilidades e implicancias de la tecnología en sus vidas. En ese sentido, se sugiere hacer una clase abierta o un taller para padres.

## Educación Secundaria

### Ciclo Básico

Continuando con la idea de aprendizaje incremental y espiralado, los objetivos de esta etapa profundizan y complejizan las habilidades desarrolladas en los ciclos anteriores.

En primer lugar, se espera que los alumnos comprendan el funcionamiento de dispositivos computarizados y desarrollos robóticos que forman parte de su entorno, siendo capaces también de analizar qué información utilizan, cómo la procesan y cómo la representan. En la medida en que adquieran dominio sobre estos temas, se podrían introducir aspectos nuevos como el cómputo distribuido local y remoto (GPS, la nube, internet de las cosas, etc.).

Se reitera la importancia de trabajar a partir de los saberes y habilidades de los alumnos, y con objetos que formen parte de su entorno ya que, además de ser más atractivo, facilita la apropiación y la resignificación del conocimiento.

El objetivo en este punto es desarrollar y estimular capacidades en los alumnos que les permitan hacer elecciones tecnológicas fundamentadas (de sus equipos y periféricos) y pensar en nuevos desarrollos tecnológicos.

En ese sentido, se espera que los alumnos empiecen a proyectar y desarrollar sistemas programables simples, acordes a sus conocimientos. Al respecto, algunos de los expertos consultados recomiendan el uso de Python para introducir a los alumnos en el mundo de la programación.

La reflexión y el posterior desarrollo de sistemas programables pone a prueba los conocimientos adquiridos, favorece el sentido emprendedor y estimula la creatividad —elemento clave y diferenciador en el futuro—. Es fundamental reforzar la idea de que una manera de mejorar nuestro entorno es siendo productores de soluciones tecnológicas.

Es muy útil que empiecen a trabajar en la definición de algunos algoritmos a fin de resolver problemas tratando de entender cómo, a partir de la resolución de tareas simples, se pueden resolver problemas complejos. Para ello hay que estimular la aplicación del pensamiento computacional a través de la descomposición, la abstracción y el reconocimiento de patrones. Los expertos consultados coinciden en que, para que ello sea efectivo, es importante seleccionar problemas sencillos y lenguajes de programación que requieran pocos detalles (o ninguno).

Una actividad que ayuda a reforzar estos conceptos y habilidades es la de rehacer programas de objetos de nuestro entorno (televisor, auto, equipo de música, etc.). Ello permite además familiarizarnos con la idea de que todo *software* que se consume puede ser repensado y mejorado.

Profundizando esta idea, se espera que los alumnos comiencen a trabajar planteando diferentes estrategias —sobre la base de algoritmos— para resolver un mismo problema. La idea es que exploren diferentes lenguajes de programación (textuales y de bloques) a fin de familiarizarse con las características, ventajas y desventajas que presenta cada uno y que puedan identificar qué estrategia es la más apropiada en cada caso en particular. Este objetivo reitera uno de los aspectos centrales de la enseñanza de la programación y la robótica, que es familiarizarnos con la idea de que puede haber más de una solución ante un determinado problema.

Además, se espera que los alumnos amplíen su comprensión acerca de los sistemas computarizados, en particular que entiendan cómo se ejecutan las instrucciones en dicho sistema y cómo se representa digitalmente la información en códigos binarios.

La comprensión del pasaje entre la representación cotidiana de la información y la representación binaria es uno de los temas más complejos de abordar por los docentes por su cualidad contra-intuitiva. Los expertos entrevistados sugieren que se comience trabajando a partir de representaciones de información en alto nivel —a través de estructuras de datos sencillas y números—y que, recién cuando los alumnos comprendan las ideas de modelado y de representación, se pase a las capas inferiores mostrando cómo representar información como texto o imágenes en esas estructuras, para finalmente llegar a la codificación binaria.

También se sugiere que, dependiendo de las capacidades y habilidades del grupo, se comience a trabajar con estructuras de datos sencillas (listas, registros) utilizando estructuras como servicios y su utilización en la representación de la información y el modelado de problemas, así como formas básicas de tratamiento de estas estructuras (recorridos para búsqueda, totalización).

Para que este trabajo resulte más fructífero, es fundamental que se realice en un contexto de gran intercambio. Para ello es necesario trabajar en la planificación, desarrollo y administración de proyectos colaborativos ya que ello permite que los alumnos desplieguen y ejerciten habilidades que son básicas para el desarrollo de cualquier actividad (liderazgo, capacidad de escucha, trabajo en equipo, división de tareas, entre otras). En ese sentido, la programación y la robótica son medios propicios para la creación de ambientes de aprendizajes dinámicos y multidisciplinarios, habilidades básicas para ser protagonistas en un mundo cambiante.

Para poder desarrollar las propuestas mencionadas, es necesario que las escuelas cuenten con

el equipamiento básico adecuado, en especial para las actividades vinculadas a la robótica, que para muchos alumnos resultan dispositivos más ajenos a su realidad cotidiana. Este aspecto es fundamental para garantizar la equidad educativa entre los alumnos de todo el país.

Sería importante reforzar y complementar estos conocimientos con la participación de las escuelas en encuentros, jornadas y/o competencias interescolares. Este tipo de espacios fomentan el intercambio, el trabajo colaborativo y por objetivos, y estimulan la creatividad de los participantes; todas, habilidades fundamentales para enfrentar los desafíos actuales.

## **Ciclo Orientado**

En este último ciclo los estudiantes deberán integrar y profundizar todas las habilidades que, en distinto grado, fueron desplegando durante su trayectoria educativa, siendo el objetivo último transferir dicho conocimiento a la sociedad para mejorarla y para que los alumnos tengan más oportunidades laborales.

En concreto, se espera que los alumnos sean capaces de utilizar sus conocimientos de programación y robótica para comprender, intervenir y resolver creativamente problemas de su entorno social. Dadas las características cambiantes del mundo actual, este objetivo es central ya que posiciona a los alumnos como actores autónomos capaces de agregar valor y (re)crear su entorno. Es fundamental que los estudiantes egresen siendo conscientes de que están atravesados por la tecnología, de que esta nunca es neutra, y de que para ser protagonistas en el mundo actual es necesario apropiarse de ella y de las posibilidades que brinda.

Los expertos consultados sugieren trabajar con sistemas embebidos, ya que resulta atractivo para los alumnos al tiempo que les permite reforzar y fijar los contenidos aprendidos. Según el grado de evolución de cada grupo, se podría aspirar a que estudiantes de este ciclo utilicen una interfaz de programación (API) popular (como buscadores, mapas, redes sociales, GPS), como forma de evaluar su capacidad para interactuar con programas ajenos, o bien combinar programas escritos en más de un lenguaje de programación.

Los egresados deben ser capaces de diseñar y desarrollar programas modularizados, usando procedimientos o funciones, y de desarrollar proyectos de programación y robótica —cada vez más complejos— intentando encontrar respuestas no convencionales a problemas existentes. Reiteramos que es fundamental que se ejerciten en el error entendiendo que este puede ser una instancia de aprendizaje; al respecto, se sugiere realizar ejercicios de fallas controladas.

El objetivo último —de estas y de todas las propuestas pedagógicas mencionadas— es estimular el desarrollo del pensamiento lógico-computacional y contribuir a la formación de una ciudadanía digital. Entendemos por ello a ciudadanos que hagan un uso crítico, reflexivo e innovador de las tecnologías, generando mejoras en su entorno (social, económico, ambiental y cultural). Quienes lo logren liderarán los cambios por venir.

En particular se pondrá especial atención en potenciar la capacidad de los alumnos para adaptarse, imaginar y —en la medida de lo posible— crear trabajo. En un contexto donde la creación y la innovación son elementos diferenciales, es fundamental estimular la autonomía y el espíritu emprendedor en los adolescentes, preparándolos para el mundo laboral.

Se considera esencial que los egresados sean capaces de comprender la influencia y el alcance de la tecnología en sus vidas, así como también que sean conscientes del entramado de intereses, motivaciones e implicancias que su existencia conlleva. Es prioritario que comprendan que no es algo dado y que los usos —o no usos— que se hacen de ella no son neutros.

Si bien es importante mostrar las oportunidades creativas y liberadoras que brinda la tecnología, no se debe desconocer que, dadas la edad y características de los alumnos de este ciclo, sería importante reforzar aspectos vinculados a la privacidad y a la seguridad informática. Ejercicios sencillos sobre los usos de las redes sociales (propias y de su entorno) pueden resultar clarificadores al respecto.

Finalmente, y luego de todo el recorrido educativo, los alumnos estarán en condiciones de vincular sus habilidades para resolver problemas y crear oportunidades en ámbitos laborales, científicos, tecnológicos y artísticos.

Se sugiere la elaboración por parte de los alumnos de cada curso de un trabajo final —grupal e integral— que retome los contenidos abordados, cuyo objetivo final sea mejorar algún aspecto de su comunidad.

Por último, se desea destacar que la enseñanza de programación y robótica propicia la creación de ambientes de aprendizaje dinámicos y multidisciplinarios, tanto como el desarrollo del pensamiento lógico-creativo. Todos, aspectos (y ventajas) que trascienden el aula y se extienden a la vida y entorno de cada uno de los alumnos y docentes involucrados.

## Síntesis general de la consulta para los tres niveles educativos

- El compromiso institucional resulta un componente central para cualquier diseño curricular que incorpore estas temáticas.
- La enseñanza de estos contenidos implica necesariamente una formación docente acorde para llevar adelante el programa y la identificación de un espacio curricular específico o figura de referencia en los establecimientos educativos.
- Se debe trabajar en el diseño e implementación de estrategias pedagógicas adecuadas para la incorporación de estas temáticas en los planes de estudio.
- El abordaje de estas temáticas implica trabajar sobre premisas de conocimiento incremental y espiralado, donde la enseñanza no se reduce a la transmisión de conocimiento, sino que su vez se busca desarrollar en el alumno el ejercicio de su capacidad crítica, de su creatividad y curiosidad, a la vez que el dominio de metodologías específicas de trabajo.
- 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.

# Bibliografía

---

- Area Moreira, M.** (abril, 2016). Entrevista con Educar. Buenos Aires: Ministerio de Educación y Deportes de la Nación.
- Alimisis, D.** (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71.
- Asilomar Artificial Intelligence Principles.** (2017). Future of Life Institute. Recuperado el 18 de febrero de 2017 de <https://futureoflife.org/ai-principles/>
- Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority (ACARA).** Australian curriculum, digital technologies. Recuperado el 14 de noviembre de 2016 de <http://www.australiancurriculum.edu.au/technologies/digital-technologies/curriculum/f-10?layout=1#level7-8>
- Barlex D., Givens N., Steeg T.** (2016). *Teaching emerging and Disruptive Technologies*. Recuperado el 6 de febrero de 2017 de <https://dandfordandt.files.wordpress.com/2016/02/dt-tg-feb20161.pdf>
- BBC.** (2016). Bitesize. Introduction to computational thinking. Recuperado el 14 de noviembre de 2016 de <http://www.bbc.co.uk/education/guides/zp92mp3/revision>
- Benitti, F. B. V.** (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988.
- Umaschi Bers, M., Ponte, I., Juelich, K., Viera, A. y Schenker, J.** (2002). *Teachers as designers: Integrating robotics in early childhood education*. Information Technology in childhood education, 123, 145.
- Brynjolfsson, E. y McAfee, A.** (2014). The second machine age: work, progress and prosperity in a time of brilliant technologies. Nueva York: W. W. Norton.
- Buckingham, D.** (2008). Más allá de la tecnología: aprendizaje infantil en la era de la cultura digital. Buenos Aires: Manantial.
- Buckingham, D.** (abril, 2016). Entrevista con Educar. Buenos Aires: Ministerio de Educación y Deportes de la Nación.
- Claro, M.** (2010). *Impacto de las TIC en los aprendizajes de los estudiantes. Estado del arte*. Documento de proyecto: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- Cobo C.** (2016). *La innovación pendiente*. Montevideo: Fundación Ceibal. Recuperado el 20 de febrero 2017 de <http://innovacionpendiente.com/>
- CODE.org.** (2016). Middle School. Recuperado el 14 de noviembre de 2016 de <https://code.org/educate/curriculum/middle-school>
- CTE Model curriculums standards.** Career Technical Education Standards for California Public Schools. Recuperado el 12 de octubre 2016 de <http://www.cde.ca.gov/ct/sf/documents/infocomtech.pdf>
- Departamento de Educación del Reino Unido.** (2013). National curriculum in England: computing programmes of study. Reino Unido.
- Departamento de Educación y Habilidades del Gobierno de Irlanda.** (2016). Short Course Coding Specification for Junior Cycle. Irlanda.
- Eguchi, A.** (julio, 2014). Robotics as a learning tool for educational transformation. *Proceeding of 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education Padova (Italy)*.
- Federal Ministry for Economic Cooperation and Development of Germany.** (2017). Women's Pathways to the Digital Sector: Stories of Opportunities and Challenges. Recuperado de [https://www.bmz.de/en/publications/type\\_of\\_publication/weitere\\_materialien/study\\_eSkills4girls.pdf](https://www.bmz.de/en/publications/type_of_publication/weitere_materialien/study_eSkills4girls.pdf)
- ICT Steering Group.** (2013). The ICT Steering Group's Report to the Welsh Government. Cardi: Gobierno de Gales.
- IIEP UNESCO.** (2006). *Estado del arte y orientaciones estratégicas para la definición de políticas educativas en el sector*. Buenos Aires: PROMSE, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.
- Initiative “#eSkills4Girls”.** *Transforming the future of women and girls in the digital economy*. G20 Annex to G20 Leaders Declaration. 7 y 8 de julio de 2017. Recuperado de [https://www.g20.org/Content/DE/\\_Anlagen/G7\\_G20/2017-g20-initiative-eskills4girls-en.html;jsessionid=CEA851DA48191D1ED8CE6345359A3A31.s6t1?nn=2190012](https://www.g20.org/Content/DE/_Anlagen/G7_G20/2017-g20-initiative-eskills4girls-en.html;jsessionid=CEA851DA48191D1ED8CE6345359A3A31.s6t1?nn=2190012)
- ISTE.** (2011). Operational Definition of Computational Thinking for K–12 Education. Recuperado el 14 de noviembre de 2016 de <http://www.iste.org/docs/ct-documents/computational-thinking-operational-definition-yer.pdf?sfvrsn=2>
- Jenkins, H.** (2009). Confronting the Challenges of Participatory Culture. *Media Education for the 21st Century*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Kemp, P.** (2014). *Computing in the national curriculum: A guide for secondary teachers*. Reino Unido: Computing at School, NAACE.

- Ley N.º 26.206.** Ley de Educación Nacional. Boletín Oficial de la República Argentina, Presidencia de la Nación, 28 de diciembre de 2006.
- Levine, D.** (2016). Artificial intelligence: What does it mean for machines – and humans? Scientific Discovery, Elsevier. Recuperado el 18 de febrero de 2017 de <https://www.elsevier.com/connect/artificial-intelligence-what-does-it-mean-for-machines-and-humans>
- Longworth, N.** (2005). *El aprendizaje a lo largo de la vida en la práctica: Transformar la educación en el siglo XXI*. Buenos Aires: Paidós.
- McCarthy, J.** (2007). What is Artificial Intelligence?, Documento de trabajo de la Universidad de Stanford. Recuperado el 18 de febrero de 2017 de <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai/node3.html>
- Ministerio de Educación e Investigación de la República de Estonia.** (2014). National curricula. República de Estonia.
- Mitra, S.** (abril 2016). Entrevista con Educar. Buenos Aires: Ministerio de Educación y Deportes de la Nación.
- ONU.** (2015). Transformar nuestro mundo. La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Resolución aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas el 25 de septiembre de 2015.
- Papert, S.** (1987). *Desafío a la mente: computadoras y educación*. Buenos Aires: Galápagos.
- Papert, S.** (1993). *Mindstorms : children, computers, and powerful ideas*. (2.º ed.). Nueva York: Basic Books.
- Papert, S. y Harel, I.** (1991). Situating constructionism. *Constructionism*, 36, 1-11.
- Perasso V.** ¿Qué es la cuarta revolución industrial? (Y por qué debería preocuparnos). *BBC Mundo*. Recuperado el 10 de febrero de 2017 de <http://www.bbc.com/mundo/noticias-37631834>
- Perkins, D.** (2010). *El aprendizaje pleno*. Buenos Aires: Paidós.
- Program.AR.** (2016). Observaciones sobre el documento preliminar “Programación y robótica: habilidades para la educación básica”. Buenos Aires: Fundación Sadosky.
- Rainie, L. y Anderson, J.** (2017). Code-Dependent: Pros and Cons of the Algorithm Age, Pew Research Center. Recuperado el 18 de febrero de 2017 de [http://assets.pewresearch.org/wp-content/uploads/sites/14/2017/02/08181534/PI\\_2017.02.08\\_Algorithms\\_FINAL.pdf](http://assets.pewresearch.org/wp-content/uploads/sites/14/2017/02/08181534/PI_2017.02.08_Algorithms_FINAL.pdf)
- Resnick, M.** (diciembre, 2007; enero, 2008) Sowing the Seeds for a More Creative Society. *Learning and Leading with Technology*, 18-22.
- Ripani, M. F.** (2014a). *Anexo curricular de educación digital nivel primario*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Educación GCBA.
- Ripani, M. F.** (2014b). Fantasías 2.0: Digital Literacy and Social Inclusion in the South Through Collective Storytelling. En Vazquez-Brust, Diego A., Sarkis, Joseph y Cordeiro, James J. (Eds.), *Collaboration for sustainability and innovation: a role for sustainability driven by the global south?* Tomo 3. Nueva York y Londres: Springer Netherlands.
- Ripani, M. F.** (2018a). *Orientaciones pedagógicas de educación digital*. Buenos Aires: Dirección Nacional de Innovación Educativa, Ministerio de Educación de la Nación.
- Ripani, M. F.** (2018b). *Competencias de Educación Digital*. Buenos Aires: Dirección Nacional de Innovación Educativa, Ministerio de Educación de la Nación.
- Rusk, N., Resnick, M., Berg, R. y Pezalla-Granlund, M.** (2008). New pathways into robotics: Strategies for broadening participation. *Journal of Science Education and Technology*, 17(1), 59-69.
- Schwab, K.** (2017). The Fourth Industrial Revolution. Recuperado el 13 de febrero de 2017 de [http://www3.weforum.org/docs/Media/KSC\\_4IR.pdf](http://www3.weforum.org/docs/Media/KSC_4IR.pdf)
- Severin, E. y Capota, C.** (2011). *Modelos uno a uno en América Latina y el Caribe: Panorama y perspectivas*. Inter-American Development Bank.
- Weinachter, D.** (2016). *Python pour les kids dès 10 ans*. París: Eyrolle.
- Wing, J.** (2006). Computational thinking in k-12 Education. *Communications of the ACM*, 49 (3). Estados Unidos: Association for Computing Machinery.
- World Economic Forum.** (enero, 2016). *The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*. Recuperado de [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_FOJ\\_Executive\\_Summary\\_Jobs.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_FOJ_Executive_Summary_Jobs.pdf)

**APRENDER  
CONECTADOS**



Ministerio de Educación  
Presidencia de la Nación

