



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

FACULTAD DE EDUCACIÓN

DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA, ORGANIZACIÓN Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Programa de Doctorado
Formación en la Sociedad del Conocimiento
(RD 99/2011)

TESIS DOCTORAL

**Desarrollo del pensamiento computacional
en Educación Infantil mediante escenarios
de aprendizaje con retos de
programación y robótica educativa**

Autor:

D. Yen Air Caballero González

Directora:

Dra. Ana García-Valcárcel Muñoz-Repiso

Salamanca, 2020



FACULTAD DE EDUCACIÓN

Departamento de Didáctica, Organización y Métodos de Investigación

Dña. Ana García-Valcárcel Muñoz-Repiso, Catedrática de Didáctica y Organización Escolar en la Universidad de Salamanca.

Hace constar que la Tesis Doctoral titulada **“Desarrollo del pensamiento computacional en Educación Infantil mediante escenarios de aprendizaje con retos de programación y robótica educativa”**, realizada bajo mi dirección por D. Yen Air Caballero González, reúne, dese mi punto de vista, todas las condiciones exigibles para ser presentada y defendida públicamente, tanto por la relevancia del tema estudiado como por el adecuado procedimiento metodológico utilizado: revisión teórica, contextualización, definición de objetivos, variables estudiadas y estructuración del análisis de datos pertinente a la naturaleza de la información recogida, así como las conclusiones aportadas.

Por todo ello manifiesto mi acuerdo para que se autorizada la presentación del trabajo referido.

Salamanca, a 13 de febrero de 2020.

LA DIRECTORA DE TESIS

Fdo. Ana García-Valcárcel Muñoz-Repiso

Resumen

Actualmente una de las iniciativas que ha irrumpido con gran fuerza en los entornos educativos consiste en promover la implementación de prácticas pedagógicas que favorezcan el desarrollo de las nuevas alfabetizaciones (código-alfabetización), habilidades digitales (pensamiento computacional) y fomenten comportamientos sociales positivos en estudiantes desde las primeras etapas escolares. En este sentido, la presente investigación tiene como propósito el diseño e integración de actividades educativas basadas en escenarios de aprendizaje, con retos de programación y robótica educativa, orientados a escolares de educación infantil. Inicialmente, se realizó una revisión teórica sobre las nuevas alfabetizaciones para el siglo XXI y la influencia que presentan tecnologías como la robótica educativa en el fomento de los nuevos aprendizajes y formas de pensamiento. Para alcanzar el objetivo propuesto se organizaron dos estudios bajo un enfoque cuantitativo y un diseño cuasiexperimental con medidas pretest/posttest, en dos casos contando con grupo control. A los datos que fueron recolectados se les realizó análisis de tipo estadístico y se obtuvieron resultados con diferencias significativas a favor de los estudiantes que participaron en las actividades de aprendizaje, en comparación con aquellos que no lo hicieron. Además, se encontró que las actividades propuestas fomentaron habilidades sociales y comportamientos positivos entre los estudiantes. Igualmente, los participantes manifestaron un marcado interés y motivación con respecto al recurso de robótica educativa y las actividades de aprendizaje. Finalmente, la información que se generó en esta investigación representa una contribución a la base de conocimiento científico que existe sobre el aprendizaje y desarrollo del pensamiento computacional en etapas educativas tempranas.

Palabras Clave

Aprendizaje, tecnología educativa, pensamiento computacional, robótica educativa, programación, códigoalfabetización, habilidades sociales, educación infantil, resolución de problemas, experiencias de aprendizaje, estrategias pedagógicas, metodologías activas.

Abstract

Currently, a very strong initiative in educational environments is to promote the implementation of pedagogical practices that favor the development of new literacies (literacy code), digital skills (computer thinking) and encourage positive social behaviors in students from the early stages of schooling. In this sense, this research aims at designing and integrating educational activities based on learning scenarios, with challenges of programming and educational robotics, oriented to school children in early education. Initially, a theoretical review was carried out on the new literacies for the 21st century and the influence that technologies such as educational robotics have on the promotion of new learning and ways of thinking. To achieve the proposed objective, two studies were organized under a quantitative approach and a quasi-experimental design with pre/post test measures, in two cases with a control group. The data collected were analyzed statistically and results were obtained with significant differences in favor of students who participated in the learning activities, compared to those who did not. In addition, it was found that the proposed activities promoted social skills and positive behaviors among the students. Likewise, participants showed a marked interest and motivation with respect to educational robotics resource and learning activities. Finally, the information generated in this research represents a contribution to the scientific knowledge base that exists on the learning and development of computational thinking in early childhood education.

Keywords

Learning, educational technology, computational thinking, educational robotics, programming, code literacy, social skills, early childhood education, problem solving, learning experiences, pedagogical strategies, active methodologies.

Dedicado

A mis padres.

A Inés y Sofía mis principales pilares y motivación.

Agradecimientos

Doy gracias a Dios por su infinita luz, amor y gracia, sin su presencia este proyecto no hubiese sido una realidad.

El desarrollo de esta Tesis Doctoral implicó un gran reto en el plano personal, profesional y familiar. El trabajo realizado ha sido posible gracias al apoyo sincero de un grupo de personas a las cuales presento mi más profundo agradecimiento en estas líneas.

A mis padres, Benedicto y Nimia, por haber sentado en mí las bases para valorar el significado del esfuerzo, el trabajo y la constancia para alcanzar una meta.

A Inés, por acompañarme en este camino de altas y bajas, por estar a mi lado, por comprender mis fallos y aciertos y enseñarme a ser mejor persona.

A Sofía, por su tiempo, comprensión y sonrisas que significaron una inspiración en cada momento de este viaje.

A los miembros de la familia que han hecho suyo este proyecto, ofreciendo su apoyo y confianza incondicional: Nando, Vilma, Deyka, Margareth, Enrique, Xiomara y Didier, a ustedes mi más sincero agradecimiento.

A mi directora académica, Ana, sin su apoyo, orientación, paciencia y consejos no hubiese podido llegar a buen puerto este proyecto de investigación. Infinitas gracias por cada uno de los momentos que compartió su tiempo, experiencia, calidad humana y familia. Le agradezco la oportunidad y confianza depositada en mí como ser humano y profesional.

A los integrantes del Grupo de Investigación-Innovación en Tecnología Educativa, por permitirme realizar mi investigación como miembro del equipo GITE-USAL.

Al grupo de investigación GRIAL a Fran, Alicia y Lucía, por toda la ayuda recibida durante nuestra estadía en Salamanca como participante del programa de doctorado Formación en la Sociedad del Conocimiento.

A la Universidad de Salamanca, al personal directivo y administrativo del Departamento de Didáctica Organización y Métodos de Investigación y del Instituto de Investigación en Ciencias de la Educación (IUCE) por la colaboración y ayuda durante el periodo del doctorado.

A los amigos por su apoyo, compañía, sugerencias y consejos durante este camino de enseñanzas y crecimiento, en especial a Anne, Ernesto, Bea, Farrah y Santiago. Igualmente, a los compañeros del programa por los momentos compartidos.

También, es muy importante para nosotros reconocer el apoyo que recibimos de la Dirección de Infantil y Primaria del Colegio Concertado Maestro Ávila de Salamanca, por permitirnos desarrollar nuestra investigación, concretamente a los profesores, estudiantes y padres de familia, gracias por apoyar esta iniciativa.

Finalmente, a la Secretaria Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) y al Instituto para la Formación y Aprovechamiento de los Recursos Humanos (IFARHU), de la República de Panamá por el apoyo económico y humano necesarios para el desarrollo de esta investigación doctoral.

A todos ustedes gracias.

Índice de contenidos

Resumen.....	v
Agradecimientos.....	ix
Introducción.....	21

Marco Teórico

CAPÍTULO 1. Las TIC y las nuevas alfabetizaciones que modelan el escenario educativo y los aprendizajes en la sociedad del siglo XXI	35
1.1 Exploración conceptual: tecnología y TIC	36
1.2 Las TIC: integración y cambio de enfoque en el escenario educativo.....	38
1.2.1 Innovación educativa impulsada por las TIC.....	42
1.2.2 Las TIC en los procesos de aprendizaje.....	46
1.2.2.1 Métodos activos y recursos tecnológicos para el aprendizaje.....	47
1.3 El escenario social y tecnológico emergente	51
1.4 Nuevas alfabetizaciones para el escenario social y tecnológico	53
1.4.1 Codificación: la nueva alfabetización.....	56
Resumen	60
CAPÍTULO 2. Robótica como tecnología educativa para el aprendizaje de las nuevas alfabetizaciones.....	67
2.1 Robótica: origen, definición y evolución.....	68
2.2 Aproximación al concepto de Robótica Educativa.....	70
2.3 Enfoques y corrientes educativas asociadas a la RE	72
2.3.1 Constructivismo.....	74
2.3.2 Construccinismo	75
2.3.3 Pedagogía lúdica: aprender jugando.....	76
2.4 Perspectivas de la Robótica Educativa en el aprendizaje.....	78
2.4.1 Robótica y Educación STEM o STEAM.....	80
2.4.2 Aprendizaje de la codificación y programación en la infancia temprana.....	81
2.4.3 Desarrollo de habilidades sociales mediante actividades con Robótica.....	86

Resumen.....	88
CAPÍTULO 3. Pensamiento computacional: enfoque de aprendizaje para fomentar el desarrollo de las nuevas alfabetizaciones	95
3.1 Antecedentes e iniciativas desarrolladas sobre PC.....	96
3.1.1 Exploración conceptual.....	104
3.2 Pensamiento computacional desde la perspectiva de las Teorías y los principios educativos del aprendizaje	108
3.3 Componentes y características que estructuran el PC	112
3.4 Desarrollo y evaluación del pensamiento computacional: marcos de referencia	115
3.5 Pensamiento computacional en la infancia temprana.....	120
3.5.1 Soporte Pedagógico y enfoques activos utilizados.....	120
3.5.2 Recursos utilizados para el desarrollo de estrategias de aprendizaje	123
3.5.3 Enfoques para evaluar el aprendizaje del pensamiento computacional	126
Resumen.....	132

Estudios Empíricos

CAPÍTULO 4. Metodología de la investigación	141
4.1 Planteamiento del problema	141
4.2 Preguntas, hipótesis y objetivos.....	141
4.3 Diseño metodológico del estudio	144
4.3.1 Muestras	146
4.3.2 Variables estudiadas.....	147
4.4 Técnicas e instrumentos para la recolección datos	148
4.4.1 Diseño y selección de los instrumentos.....	149
4.4.2 Realización del trabajo de campo.....	151
4.4.2.1 Contexto del centro educativo	152
4.4.3 Recursos utilizados.....	155
4.5 Análisis realizados.....	157

CAPÍTULO 5. Estudio 1. Fomento del pensamiento computacional en educación Infantil: experiencia de aprendizaje jugar y programar con Bee-Bot® 162

5.1 Metodología de la investigación 163

- 5.1.1 Objetivos del estudio e hipótesis.....163
- 5.1.2 Preguntas de investigación.....164
- 5.1.3 Selección del diseño metodológico.....164
- 5.1.4 Descripción de la experiencia de aprendizaje: jugar y programar con Bee-Bot®166
 - 5.1.4.1 Organización de actividades en la experiencia de aprendizaje 168
 - 5.1.4.2 Estructura y procedimiento para el desarrollo de la intervención.....169
- 5.1.5 Variables e instrumentos.....174
- 5.1.6 Muestra 174

5.2. Resultados del estudio.....177

- 5.2.1Análisis de la normalidad en los datos del pretest..... 177
- 5.2.2 Estudio de la equivalencia de los grupos experimental y control en el pretest.....178
- 5.2.3 Análisis de los resultados del postest contrastes entre grupos (experimental y control).....179
- 5.2.4 Análisis gráfico de las diferencias entre los grupos experimental y control.....182

Resumen..... 183

CAPÍTULO 6. Estudio 2: Fortaleciendo el pensamiento computacional y habilidades sociales en niveles escolares iniciales mediante robótica educativa 189

6.1 Metodología de la investigación 190

- 6.1.1 Objetivos del estudio e hipótesis..... 190
- 6.1.2 Preguntas de investigación..... 191
- 6.1.3 Selección del diseño metodológico 192
- 6.1.4 Descripción de la experiencia de aprendizaje..... 192
 - 6.1.4.1 Materiales utilizados 193
 - 6.1.4.2 Organización de actividades en la experiencia de aprendizaje 193
- 6.1.5 Variables e instrumentos..... 195
- 6.1.6 Muestra 196

6.2 Resultados del estudio..... 198

6.2.1 Análisis de la normalidad en los datos del pretest estudio 2.....	198
6.2.2 Estudio de la equivalencia de los grupos experimental y control en el pretest.....	198
6.2.3 Análisis de los resultados del postest y contrastes entre grupos (experimental y control).....	199
6.2.4 Análisis de los datos recolectados en las listas de verificación del PTD.....	201
6.2.5 Análisis de los datos recolectados en los cuestionarios de opinión	201
Resumen	203

Discusión y conclusiones

CAPÍTULO 7. Discusión y conclusiones derivadas de la investigación.	209
7.1 Discusión desde el marco teórico	209
7.2 Discusión del Estudio Empírico 1	213
7.3 Discusión del Estudio Empírico 2	215
7.4 Valoración global de la investigación (teórica y experimental).....	217
7.4.1 Valoración de los profesores.....	218
7.5 Limitaciones.....	221
7.6 Futuras líneas de investigación	221
7.7 Difusión y publicaciones vinculadas a la Tesis Doctoral	222
7.7.1 Artículos en revistas científicas	223
7.7.2 Contribuciones a congresos Nacionales e Internacionales	223
7.7.3 Participación en proyectos de fomento a la innovación	225
Referencias bibliográficas.....	229
Anexos.....	255

Índice de Tablas

Tabla 1.1 Definiciones clásicas asociadas al concepto de tecnología educativa	37
Tabla 1.2 Clasificación de las alfabetizaciones	54
Tabla 2.1 Características de las experiencias lúdicas	78
Tabla 2.2 Tipos de estudio existente en la literatura científica sobre aprendizaje a través de RE	83
Tabla 2.3 Estudios que utilizaron la robótica con el propósito de enseñar contenidos de otras materias	85
Tabla 3.1 Habilidades sobre PC identificadas en la literatura, basado en el trabajo de Bocconi et al. (2016).....	114
Tabla 3.2 Ideas potenciales sobre pensamiento computacional orientado a la infancia temprana.....	122
Tabla 3.3 Ejemplos de kits de robótica educativa utilizados para el aprendizaje de la codificación programación y pensamiento computacional en la infancia temprana	125
Tabla 3.4 Ejemplos de recursos virtuales (aplicaciones y simuladores) que pueden utilizarse para el aprendizaje de la codificación programación y pensamiento computacional en la infancia temprana	126
Tabla 3.5 Enfoques de evaluación propuesto por Brennan y Resnick (2012) utilizando como referencia fundamental el “computational thinking framework”	128
Tabla 4.1 Muestra de participantes en los estudios realizados y tipo de diseño de investigación utilizado	147
Tabla 4.2 Descripción de variables utilizadas en la investigación.....	148
Tabla 5.1 Conceptos de pensamiento computacional explorados en el programa de aprendizaje jugar y programar con Bee-Bot®	168
Tabla 5.2 Estructura de la sesión 1 de intervención en el estudio 1.....	172
Tabla 5.3 Test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov en el pretest para cada una de las características de la variable pensamiento computacional y en la prueba completa	178
Tabla 5.4 Test diferencias en el pretest entre grupo experimental y control (Prueba de Mann-Whitney).....	179
Tabla 5.5 Diferencias en el posttest entre grupo experimental y control (Prueba de Mann-Whitney).....	180
Tabla 5.6 Análisis de las diferencias entre posttest y pretest (Prueba de Wilcoxon).....	181
Tabla 5.7 Análisis de las diferencias entre grupo experimental y control (prueba de Mann-Whitney).....	181
Tabla 6.1 Estructura de la sesión 2 de la intervención en el estudio 2.....	194
Tabla 6.2 Test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov en el pretest del estudio 2.....	198
Tabla 6.3 Prueba t-student para los datos obtenidos en la evaluación pretest del estudio 2.....	199
Tabla 6.4 Estadísticos descriptivos para los valores del pretest y posttest en los grupos experimental y control del estudio 2.....	200
Tabla 6.5 Prueba t-student para los datos obtenidos en la evaluación posttest del estudio 2.....	200

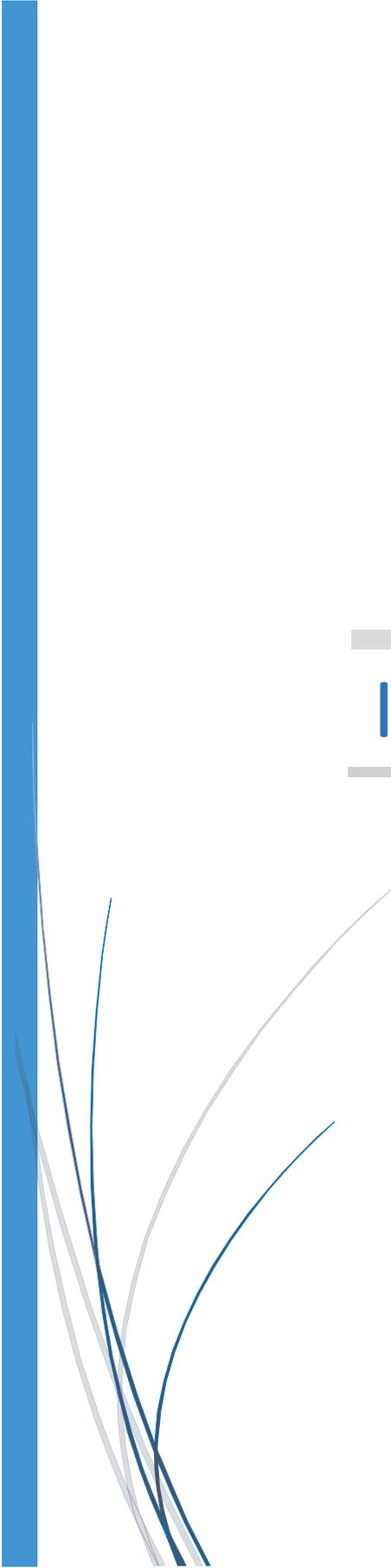
Índice de Gráficas

Gráfica 5.1 Distribución de participantes de acuerdo con la edad estudio 1.....	175
Gráfica 5.2 Distribución de participantes en los grupos experimental y control estudio 1.....	175
Gráfica 5.3 Distribución de participantes en el grupo experimental del estudio 1 de acuerdo con el sexo.....	176
Gráfica 5.4 Distribución de participantes en el grupo control del estudio 1 de acuerdo con el sexo.....	176
Gráfica 6.1 Distribución de estudiantes por sexo en el estudio 2	197
Gráfica 6.2 Distribución de estudiantes de acuerdo con la edad en el estudio 2	197
Gráfica 6.3 Promedio de comportamientos (comunicación y colaboración) observados en los estudiantes de acuerdo con el grupo al que pertenecen en el estudio 2.....	201
Gráfica 6.4 ¿Como piensas que fue la actividad de programar los movimientos para el robot Bee-Bot®?.....	202
Gráfica 6.5 ¿Estarías de acuerdo en continuar utilizando al robot Bee-Bot ® para otras actividades de aprendizaje en clase?	202
Gráfica 7.1 ¿Considera que las actividades de RE efectuadas son un apoyo al desarrollo creativo y crítico de los estudiantes?	219
Gráfica 7.2 ¿Cuánto consideras que las actividades realizadas, en la experiencia de aprendizaje, promueven la adquisición de aprendizajes significativos en los estudiantes?.....	220

Índice de figuras

Figura 1.1	Modelo de utilización de las TIC	40
Figura 1.2	Tendencias en innovación educativa	43
Figura 1.3	Atributos de un ambiente de aprendizaje innovador con tecnologías.....	45
Figura 1.4	Propuesta clasificatoria clásica de los medios o materiales didácticos.....	46
Figura 1.5	Metodologías Activas para la enseñanza-aprendizaje	50
Figura 1.6	Cantidad de usuarios de tecnologías basadas en los servicios y tecnologías de la red Internet.....	51
Figura 1.7	Comparación cantidad de usuarios del Internet y población mundial.....	52
Figura 1.8	Habilidades y competencias del Siglo XXI.....	55
Figura 1.9	Tendencias que aceleran la adopción de Tecnología en la Educación K-12.....	59
Figura 2.1	Orientación o enfoque educativo de la robótica.....	73
Figura 3.1	Anuncio de la iniciativa «Ciencias de la Computación para todos» a cargo del presidente de los Estados Unidos en 2016, Barack Obama.....	99
Figura 3.2	Lanzamiento de iniciativas sobre alfabetización digital, bajo un esfuerzo conjunto entre IMDA (Singapur) y la empresa Microsoft Corp.....	100
Figura 3.3	La compañía Microsoft Malasia lanza el programa juvenil 'Innovate for Good' en Malasia	101
Figura 3.4	Ejemplo del sitio web de la iniciativa barefoot computing.....	102
Figura 3.5	Conceptos vinculados al pensamiento computacional.....	107
Figura 3.6	Descripción del marco conceptual del pensamiento computacional	116
Figura 3.7	Comportamientos que integran el marco referencial del PTD.....	119
Figura 3.8	Marco de Desarrollo Tecnológico Positivo. Basado en el trabajo desarrollado por Bers, 2012	132
Figura 4.1	Pasos de la metodología general utilizados para el desarrollo de la investigación	146
Figura 4.2	Vista de la entrada principal del colegio Maestro Ávila, Salamanca	153
Figura 4.3	Vista de una galería en el claustro, colegio Maestro Ávila, Salamanca.....	153
Figura 4.4	Descripción de funciones y botones del robot Bee-Bot®	156
Figura 4.5	Cartas con los movimientos del robot Bee-Bot®	156
Figura 4.6	Muestra de tapetes utilizados en las actividades de formación y aprendizaje.....	157
Figura 5.1	Diagrama sobre el diseño de investigación estudio 1.....	165
Figura 5.2	Estructura de la actividad: experiencia de aprendizaje jugar y programar con Bee-Bot®	169
Figura 5.3	Rincón de Bee-Bot® en una de las clases que participaron de la experiencia de aprendizaje	171
Figura 5.4	Actividad de personalizar a Bee-Bot® a través de la pintura de un gráfico del robot.....	171
Figura 5.5	Actividad desarrollada en las sesiones de intervención 3 y 4 del estudio 1	173
Figura 5.6	Actividad desarrollada en las sesiones de intervención 5 y 6 del estudio 1.....	173
Figura 5.7	Curva ROC sobre las diferencias pretest-posttest (grupo experimental).....	183
Figura 6.1	Materiales utilizados en los retos sobre secuencias estudio 2.....	193

Figura 6.2 Distribución de las sesiones de evaluación, formación y aprendizaje	194
Figura 7.1 ¿Como visualizas el recurso de robótica educativa en tu aula?.....	220



Introducción

La única habilidad competitiva a largo plazo es la habilidad para aprender.

Seymour Papert

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han transformado el quehacer de la sociedad actual, integrando dispositivos, programas de ordenador, formas y medios de comunicación como soporte principal para el desarrollo eficaz de las actividades que estructuran las diversas líneas de actuación y participación del andamiaje social (García-Valcárcel y Hernández, 2013).

Algunas investigaciones han utilizado ciertos términos que hacen una distinción entre las personas que han nacido y se desarrollan bajo el esquema de integración de las TIC en los distintos ámbitos «nativos digitales», y quienes han transitado su niñez y adolescencia sin haber convivido con estos recursos tecnológicos, a estos últimos se les conoce como «inmigrantes digitales» (Prensky, 2010).

Por otro lado, el avance generado por la creciente integración de las TIC en los sectores social y económico exige que los sistemas educativos ofrezcan la posibilidad de adquirir habilidades y competencias necesarias para enfrentar con éxito los retos de un entorno global y dinámico. En este la tecnología, la innovación y la generación de conocimientos significativos son factores determinantes del progreso y el bienestar social.

Las habilidades y competencias a las que hacemos referencia se denominan habilidades y competencias del siglo XXI. Según Ananiadou y Claro (2010) estas habilidades se encuentran “... más relacionadas con las necesidades de los modelos emergentes de desarrollo económico y social que con aquellas del siglo pasado al servicio del modo industrial de producción”. El interés por diseñar, integrar e implementar propuestas orientadas al desarrollo de este tipo de habilidades tiene su origen en importantes foros científicos y de investigación realizados en distintas regiones a nivel global. Las propuestas que se han realizado tienen como foco de atención la idea clave de capacitar a los ciudadanos para que puedan realizar un trabajo efectivo, tanto en el ámbito social, como en su tiempo de ocio, concretándose el desarrollo de una verdadera «cultura digital» en la población (Kalantzis y Cope ,2008).

Las iniciativas y proyectos que se han desarrollado para fomentar la adquisición de las nuevas habilidades y competencias han contado con el apoyo de profesores, investigadores, instituciones de las administraciones públicas, políticos, y el sector privado. Entre los proyectos están: Partnership for 21st skills¹ y el Proyecto para la enseñanza y evaluación de las habilidades del siglo XXI².

En estas iniciativas se analiza la necesidad de realizar reformas en los procesos educativos formales para dar respuesta a los requerimientos que imponen las nuevas alfabetizaciones, focalizadas en la comprensión y uso eficiente de los desarrollos tecnológicos más recientes como: el internet de las cosas (por las siglas de los términos en inglés *Internet of Thing, IoT*), el *cloud computing*, el *Big Data*, la inteligencia artificial (AI del inglés *Artificial Intelligence*), la robótica y otras tecnologías disruptivas.

Por otro lado, la integración de las TIC en los entornos educativos ha permitido que surjan de forma progresiva nuevos escenarios de enseñanza, aprendizaje más dinámicos y participativos. Lo que produce un cambio de enfoque, orientando el foco de interés hacia el estudiante como elemento clave del proceso. Para esto se implementan nuevos recursos educativos basados en la tecnología y la aplicación de métodos activos para el aprendizaje.

¹ <http://www.battelleforkids.org/networks/p21>

² <http://www.atc21s.org/>

La integración y uso de las tecnologías digitales están configurando lo que algunos autores denominan «cultura digital» favoreciendo el desarrollo de una nueva alfabetización denominada código-alfabetización (Vee,2013; Zapata-Ros, 2015; Bers, 2018).

La código-alfabetización, «code-literacy» o codificación hace referencia a las nuevas teorías y prácticas que permiten desarrollar en una persona la capacidad de comunicarse efectivamente con diversos dispositivos o artefactos tecnológicos, utilizando instrucciones escritas en lenguajes informáticos (Liu, Perera, y Klein, 2017). Esto conlleva el dominio cognitivo de una nueva forma de pensar, llamada pensamiento computacional (Papert, 1980; Wing, 2006; Lye y Koh, 2014; Berrocoso, Sánchez y Arroyo, 2015; Zapata-Ros, 2015; García-Peñalvo y Mendes, 2018).

En los últimos años una de las iniciativas que ha irrumpido fuertemente en los entornos educativos radica en lograr diseñar e implementar prácticas pedagógicas que favorezcan el desarrollo de las nuevas alfabetizaciones (código-alfabetización), competencias y habilidades digitales (pensamiento computacional) fortaleciendo los conocimientos y aprendizajes de áreas como las disciplinas STEM (por los términos en inglés Science, Technology, Engineering and Math) así como el desarrollo de comportamientos sociales positivos, desde las primeras etapas escolares (Cejka, Rogers y Portsmore, 2006; Bers et al., 2014; González y Muñoz-Repiso, 2017; Strawhacker y Bers, 2019).

Estudios realizados informan de los beneficios que se pueden alcanzar desarrollando programas formativos, basados en estrategias de aprendizaje, que integran metodologías activas y medios didácticos tangibles mediante el uso de recursos de tecnología educativa, como los robots programables, todo bajo un enfoque pedagógico orientado a niños pequeños (Bers et al., 2014, Chen, et al., 2017).

En consecuencia, la robótica se concibe como un recurso de tecnología educativa que posee las propiedades necesarias para contribuir a desarrollar habilidades vinculadas a la codificación, programación y pensamiento computacional (Bruni y Nisdeo, 2017; González y Muñoz-Repiso, 2018).

La robótica educativa (RE), se fundamenta en los principios del constructivismo de Piaget y el construccionismo de Papert. Teorías donde se favorece el diseño, construcción y desarrollo de escenarios de aprendizaje que impulsen el desarrollo de conocimientos y aprendizajes significativos, pasando del dominio abstracto al tangible.

En estos ambientes el participante se involucra de forma directa en la generación de su aprendizaje (Papert, 2000; Bers, 2008; Pittí, Curto-Diego, Moreno-Rodilla, 2010). Además, la robótica fortalece otro tipo de habilidades en los estudiantes como: el trabajo colaborativo, la creatividad, la autoestima y el liderazgo (Bravo-Sánchez y Guzmán, 2012; Kandlhofer y Steinbauer, 2016).

Sin embargo, el diseño e implementación de estas estrategias de aprendizaje vinculadas al desarrollo de las nuevas alfabetizaciones y formas de pensamiento, asociadas a las ciencias de la computación, sólo representan «la piedra angular» sobre la cual se deberá erigir una serie de transformaciones pedagógicas, que permitirán adecuar los sistemas educativos actualizando el contenido de los planes de estudio a los cambios y necesidades de los nuevos escenarios educativos que caracterizan la sociedad altamente tecnificada en que vivimos (Fundación-Telefónica, 2018).

Un aspecto importante para destacar en esta corriente de transformación es la necesidad imperante de diseñar y desarrollar iniciativas de formación y aprendizaje que vayan orientadas a las primeras etapas de educación formal (Kazakoff y Bers, 2014; Strawhacker y Bers, 2015; García-Peñalvo, et al., 2016; Sullivan, Bers y Mihm, 2017; Serholt, 2018; Gonzalez-Gonzalez, 2019a). El propósito es permitir que la sociedad cuente con personas que sean constructores de soluciones basadas en la tecnología «creadores tecnológicos», rompiendo con el esquema de «consumidor tecnológico».

Para contribuir a fortalecer la base de conocimiento científico en relación con el dominio de las nuevas habilidades y formas de pensamiento, se propone para esta tesis doctoral el objetivo de diseñar e integrar en el desarrollo curricular actividades de aprendizaje basadas en retos de programación y robótica educativa dirigidos a escolares de primeros niveles de educación formal y valorar el impacto que tiene en la formación del

pensamiento computacional de los estudiantes. Para alcanzar efectivamente el objetivo principal propuesto se establecen los siguientes objetivos específicos:

- Explorar y examinar los aportes existentes en la literatura, en relación con los marcos de referencia utilizados en investigaciones previas, para el diseño e implementación de estrategias de aprendizaje que favorezcan el desarrollo del pensamiento computacional en etapas educativas tempranas, determinado si es posible emplear algunas de las propuestas existentes (adecuándola a la realidad del contexto educativo donde se experimentará) o definitivamente crear una alterna.
- Explorar las características y limitaciones de los recursos tecnológicos y medios didácticos disponibles a fin de seleccionar aquellos que permitan desde un enfoque pedagógico activo e inclusivo realizar actividades de aprendizaje para el desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes de primeros niveles de educación formal.

El presente trabajo de investigación se enmarca en el Programa de Doctorado Formación en la Sociedad del Conocimiento, que se desarrolla en el Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Salamanca, iniciando el primer grupo en el curso 2013/2014, actualmente el programa ha superado los estándares establecidos para alcanzar un informe favorable a la renovación de la acreditación, según el informe de la Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León con fecha del 10 de 2019. El programa se encuentra regulado por el Real Decreto 99/2011, de 28 enero, que fue publicado en el BOE número 35 correspondiente al 10 de febrero de 2011, la referencia del documento es BOE-A-2011-2541.

La investigación se ha desarrollado en el seno del Grupo de Investigación GITE-USAL (Grupo de Investigación-Innovación en Tecnología Educativa de la Universidad de Salamanca) ubicado en la Facultad de Educación. Este grupo trabaja en el ámbito de la Innovación Educativa desarrollando proyectos (internacionales, nacionales, autonómicos y universitarios) sobre diferentes tópicos relacionados con la incorporación de las tecnologías

de la información y comunicación (TIC) a los procesos de enseñanza-aprendizaje en los distintos niveles educativos, la formación del profesorado y la innovación educativa. El grupo lo integran profesores del Dpto. de Didáctica, Organización y Métodos de Investigación.

El estudio realizado se ubica en la línea de investigación sobre integración de las TIC desde una perspectiva innovadora, ya que para el desarrollo del estudio se utilizó la robótica, como tecnología educativa y medio didáctico facilitando la realización de experiencias de aprendizaje innovadoras en los primeros niveles de educación formal. Por otro lado, el estudio guarda relación con la línea de investigación que se refiere a cambios en los procesos de aprendizaje mediados por las TIC.

El presente documento de tesis doctoral se organiza de forma general en cuatro secciones principales: el Marco Teórico, los Estudios Experimentales, Discusión y Conclusiones, así como la sección de Bibliografía y Anexos.

La sección Marco Teórico describe de forma detallada los aportes más significativos que se presentan en la literatura científica en relación con la temática central de la investigación. Esta sección se estructura en base a tres capítulos. El capítulo 1 del Marco Teórico se denomina: Las TIC y las nuevas alfabetizaciones que modelan el escenario educativo y los aprendizajes en la sociedad del siglo XXI, presenta las nuevas alfabetizaciones que se promueven como consecuencia de la integración de los recursos de tecnología en la sociedad actual. En el capítulo 2, Robótica como tecnología educativa para el aprendizaje de las nuevas alfabetizaciones, se describen las potenciales de la robótica como recurso de tecnología educativa que posibilita la realización de actividades de aprendizaje vinculadas al desarrollo de las nuevas alfabetizaciones digitales. El capítulo 3, Pensamiento computacional: enfoque de aprendizaje para fomentar el desarrollo de las nuevas alfabetizaciones, se reconoce a este nuevo dominio de aprendizaje como una corriente de formación con gran impacto internacional.

La segunda sección de este documento corresponde a los Estudios Empíricos, que incluyen los aspectos y fundamentos metodológicos asociados a los dos estudios realizados en el marco de esta investigación por lo cual, en el capítulo 4, Metodología de la

investigación, se describen: los objetivos, hipótesis, diseño de investigación utilizados en los estudios, muestras, variables estudiadas, realización del trabajo de campo, recursos utilizados y tipos de análisis efectuados.

El capítulo 5 muestra los resultados alcanzados en el **Estudio 1, Fomento del pensamiento computacional en Educación Infantil: experiencia de aprendizaje jugar y programar con Bee-Bot®**, en el cual se enfatizó el dominio del pensamiento computacional a través de las características: secuencias, correspondencia acción-instrucción y depuración.

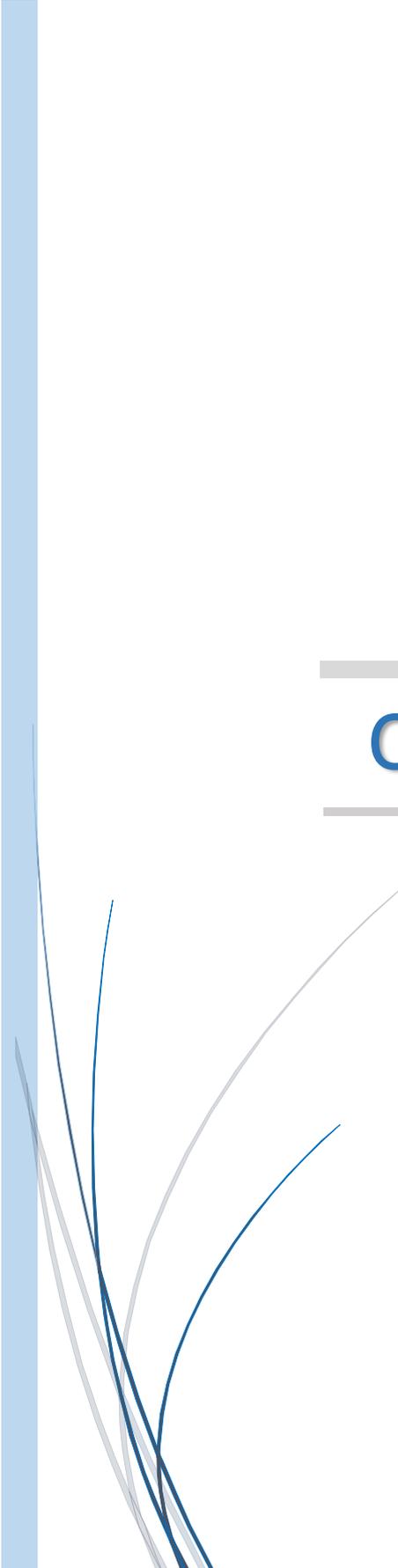
En el capítulo 6 se describen los resultados logrados en el **Estudio 2, Fortaleciendo el pensamiento computacional y habilidades sociales en niveles escolares iniciales mediante robótica educativa**. El enfoque de este segundo estudio fue el dominio del pensamiento computacional, específicamente de la característica secuencia observando paralelamente el desarrollo de comportamientos sociales positivos, entre los estudiantes que participaron de las actividades de aprendizaje.

La tercera sección de este documento recoge la Discusión y Conclusiones; en esta se contrastan los resultados obtenidos en cada uno de los estudios con los aportes provenientes de otras iniciativas realizadas y se valora la contribución que representa el presente estudio al marco de conocimiento científico, presentando las conclusiones obtenidas con la realización de cada uno de los estudios y sugiriendo futuras líneas de investigación.

La última sección de este documento corresponde a la Bibliografía y los Anexos. En esta se muestran las referencias utilizadas en la investigación y el material complementario que apoya y da soporte a las actividades que fueron desarrolladas.

Marco Teórico



A vertical blue bar is positioned on the left side of the page. From its base, several thin, curved lines in shades of blue and grey extend upwards and to the right, creating an abstract, organic shape.

Capítulo 1

CAPÍTULO 1.

Las TIC y las nuevas alfabetizaciones que modelan el escenario educativo y los aprendizajes en la sociedad del siglo XXI

- 1.1 Exploración conceptual: tecnología y TIC
- 1.2 Las TIC: integración y cambio de enfoque en el escenario educativo
 - 1.2.1 Innovación educativa impulsada por las TIC
 - 1.2.2 Las TIC en los procesos de aprendizaje
 - 1.2.2.1 Métodos activos y recursos tecnológicos para el aprendizaje
- 1.3 El escenario social y tecnológico emergente
- 1.4 Nuevas alfabetizaciones para el escenario social y tecnológico
- 1.5 Codificación: la nueva alfabetización

Resumen

CAPÍTULO 1.

Las TIC y las nuevas alfabetizaciones que modelan el escenario educativo y los aprendizajes en la sociedad del siglo XXI

“Necesitamos la tecnología en cada aula y en las manos de cada estudiante y de cada profesor, porque es el bolígrafo y el papel de nuestro tiempo y es la lente a través de la cual experimentamos gran parte de nuestro mundo.”

David Warlick

Actualmente el progreso que mantiene la sociedad en sus diferentes ámbitos está vinculado directamente a la integración y uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como soporte principal para el desarrollo eficiente de las actividades y procesos que constituyen el entramado social.

En las últimas tres décadas la tecnología en forma general y las TIC de manera particular han impactado fuertemente diversos sectores que mantienen un vínculo directo con la educación, lo cual plantea nuevos retos y paradigmas asociados a las formas de aprender y generar conocimiento (Fundación-Telefónica, 2018). Estamos inmersos en lo que algunos autores denominan la revolución digital; es decir, el cambio de la tecnología analógica a una digital.

Aguilar (2012), haciendo referencia a los trabajos de diversos teóricos e investigadores manifiesta que se han propuesto algunos términos que permiten definir la actividad que se genera en la sociedad, como consecuencia de la integración y desarrollo de las TIC. Algunos de los términos empleados para citar a la nueva sociedad que nace son: **sociedad de la información**, otros la describen como **la sociedad del conocimiento** y en otros círculos la llaman la **sociedad digital o de las redes**.

Cualquiera que sea la denominación que se le asigne, la realidad es que estas sociedades se caracterizan por generar una gran cantidad de datos e información, sin precedentes en la evolución social, afectando las acciones que se organizan en los diferentes ámbitos, desde la industria y los negocios, hasta las áreas culturales, de ocio y las educativas (Medina, 2003, citado por López, 2008). En este sentido, se observa un cambio fundamental en la forma en la que se busca, trasmite y se comparte información, lo cual repercute directamente en el intercambio de conocimientos y la construcción de nuevos aprendizajes.

En este capítulo abordaremos los aspectos teóricos más relevantes vinculados al escenario social y tecnológico que surge como consecuencia del desarrollo e integración de las TIC. Igualmente, se explorarán las principales formas de alfabetización, así como las habilidades y competencias que plantea la nueva sociedad digital y tecnológica, enfatizando en la codificación considerada como «la nueva alfabetización para el siglo XXI» (Román-González, 2016; Bers, 2018; Strawhacker y Bers, 2019). Además, se abordará la innovación educativa en los procesos de enseñanza-aprendizaje integrando medios y materiales didácticos con un claro enfoque tecnológico y la implementación de métodos de aprendizaje activos.

1.1 Exploración conceptual: tecnología y TIC

La tecnología está constituida por el conjunto de conocimientos sustentados en la ciencia, este bloque de saberes da pie a la descripción, explicación, diseño y aplicación de instrucciones para lograr resolver problemas y obtener resultados concluyentes Alonso y Arzoz (2003).

Igualmente, Grinspun (2001) citado en Barros (2012) señala:

“(…) la tecnología se caracteriza, de una manera general, como un conjunto de conocimientos, informaciones y habilidades que prueban una innovación o invención científica, realizándose por medio de distintos métodos y técnicas utilizados en la producción y consumo de bienes y de servicios (…)”

En este sentido, las TIC se presentan como el conjunto de herramientas tecnológicas utilizadas en la producción, almacenamiento y transmisión digitalizada de información, empleando para lograrlo una diversidad de medios y recursos (Sánchez-Torres, González-Zabala y Muñoz, 2012; Domingo y Marqués, 2011; Zuppo, 2012).

En la **Tabla 1.1** se presentan algunas consideraciones de tipo conceptual sobre las TIC.

Tabla 1.1 Definiciones clásicas asociadas al concepto de tecnología educativa

Autor	Definición
UNESCO (1984)	“modo sistemático de concebir, aplicar y evaluar el conjunto de procesos de enseñanza y aprendizaje, teniendo en cuenta a la vez los recursos técnicos y humanos y las interacciones entre ellos, como forma de obtener una más efectiva educación” (pp. 43-44).
Chadwinck (1987)	La Tecnología Educativa implica la utilización de un enfoque sistemático y la aplicación de un conjunto de conocimientos científicos para el ordenamiento del ámbito específico conocido con el nombre de educación.
Sarramona (1994)	“disciplina que reflexiona sobre la aplicación de la técnica a la resolución de problemas educativos”
Brown y Duguin, 2000	Las TIC en el campo educativo se conciben como el grupo de tecnologías que contribuyen a mejorar y aumentar las capacidades del hombre, en relación con la gestión de la información: búsqueda, almacenamiento, tratamiento, estimación y uso.

Por su parte Cabero (2001) sostiene que “...las TIC son tecnologías que están desarrolladas en torno a cuatro medios básicos: la informática, la microelectrónica, los multimedia y las telecomunicaciones...”.

1.2 Las TIC: integración y cambio de enfoque en el escenario educativo

La utilización de las tecnologías en las actividades educativas involucra, proveer las condiciones necesarias para realizar las acciones formativas, la gestión y todos los procesos que implica el trabajo educativo (Barros, 2012). Es decir, se le asigna a la tecnología un rol de responsabilidad en las necesidades educativas que plantea la sociedad. “Al hacer de ellas una forma y un contenido con características didáctico-pedagógicas para el proceso de enseñanza y aprendizaje” (Barros, 2012, p. 82).

Laborda, por su parte, sustenta:

“La aparición de lo que en su momento se llamaron «Nuevas Tecnologías» en las últimas décadas del siglo XX ha sido la causa de la llamada “Revolución Digital”, revolución que, a diferencia de otras anteriores, ha conseguido que los cambios y las transformaciones derivados de lo que hoy se llaman “Tecnologías de la Información y las Comunicaciones” (TIC), se hayan producido muy rápidamente en todos los ámbitos de la sociedad”(2005, p. 4).

En los primeros años del siglo XXI la Tecnología Educativa afrontó un periodo de reformulación provocado en cierto modo por la necesidad de contar con nuevos paradigmas sobre las ciencias sociales, un contenido curricular que facilitará el desarrollo de aprendizajes críticos y por otra debido al desarrollo en materia de tecnología de la información y comunicación (Vidal Ledo et al., 2009). En este periodo se considera que la Tecnología Educativa debe reconceptualizarse considerándola “como ese espacio intelectual pedagógico cuyo objeto de estudio son los medios y las tecnologías de la información y comunicación en cuanto formas de representación, difusión y acceso al conocimiento y a la cultura en los distintos contextos educativos...” (Vidal Ledo et al., 2009, p.20).

Riveros y Mendoza, 2005 consideran que:

“... las TIC dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje deben desarrollar en los individuos habilidades que les permitan su adaptabilidad a los cambios de manera positiva, así como contribuir al enriquecimiento de sus potencialidades intelectuales para enfrentar la sociedad de la información (p. 318)”.

En otras investigaciones realizadas se manifiesta que la tecnología educativa contempla el uso eficaz de las herramientas tecnológicas aplicadas al desarrollo de actividades que generan aprendizajes en los participantes de un contexto educativo específico. Concretamente la tecnología educativa “es el estudio y la práctica ética de facilitar el aprendizaje y mejorar el rendimiento mediante la creación, el uso y la gestión de procesos y recursos tecnológicos adecuados” (Januszewski & Molenda, 2013, p. 1).

En referencia al efecto causado por la integración de las TIC al ámbito educativo, García-Valcárcel y Hernández (2013), manifiestan que “la evolución de las tecnologías de la información y la comunicación está imponiendo un cambio sustancial en los procesos de acceso a la información, distribución y gestión de esta, lo que conlleva al desarrollo de nuevas estrategias didácticas y de aprendizaje (...)” (p.17).

Por su parte Cabero (2015), argumenta:

“(...) las exigencias que plantea la sociedad de la información son verdaderamente significativas, y no es suficiente con poseer la capacidad de memorizar la información. Lo que se requiere es la capacidad para reformular la realidad, aportar soluciones a los problemas, ser creativo e innovador en la aplicación de las soluciones a los problemas, saber moverse en un contexto cercano y futuro incierto y dinámico” (...) (p. 20).

Con base a estos argumentos podemos establecer que la integración de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje está facilitando la creación de nuevos escenarios que propicien la generación de aprendizajes significativos, aportando una dinámica más activa y flexible a la relación profesor-estudiante.

La estructuración de esta nueva escenografía para los contextos de aprendizaje vanguardistas focaliza su atención en el desarrollo de un modelo educativo centrado en el estudiante como elemento clave del proceso. Al respecto, Cabero (2015) manifiesta que “uno de los aspectos importantes para la incorporación de las TIC es no plantearnos su utilización simplemente para hacer mejor las cosas que hacemos actualmente, sino fundamentalmente plantearnos hacer cosas diferentes, y que no podríamos hacer sin ellas (...)” (p. 22).

El uso de herramientas TIC, bajo un enfoque orientado al estudiante, contribuirá a fortalecer la motivación y el interés del participante en las actividades de aprendizaje que componen el proceso. Lo que permitirá alcanzar una mayor interacción del individuo con la realidad, observando los resultados de forma tangible, favoreciendo el desarrollo del pensamiento crítico y transformando las habilidades desarrolladas en competencias más perdurables (EsteveMon y Gisbert Cervera, 2011).

En este sentido, Cabero (2015) propone un modelo para la utilización de las TIC en contextos de aprendizaje. En este se distinguen tres enfoques que describen la función de las TIC como recursos educativos dentro del proceso enseñanza-aprendizaje (**Figura 1.1**).

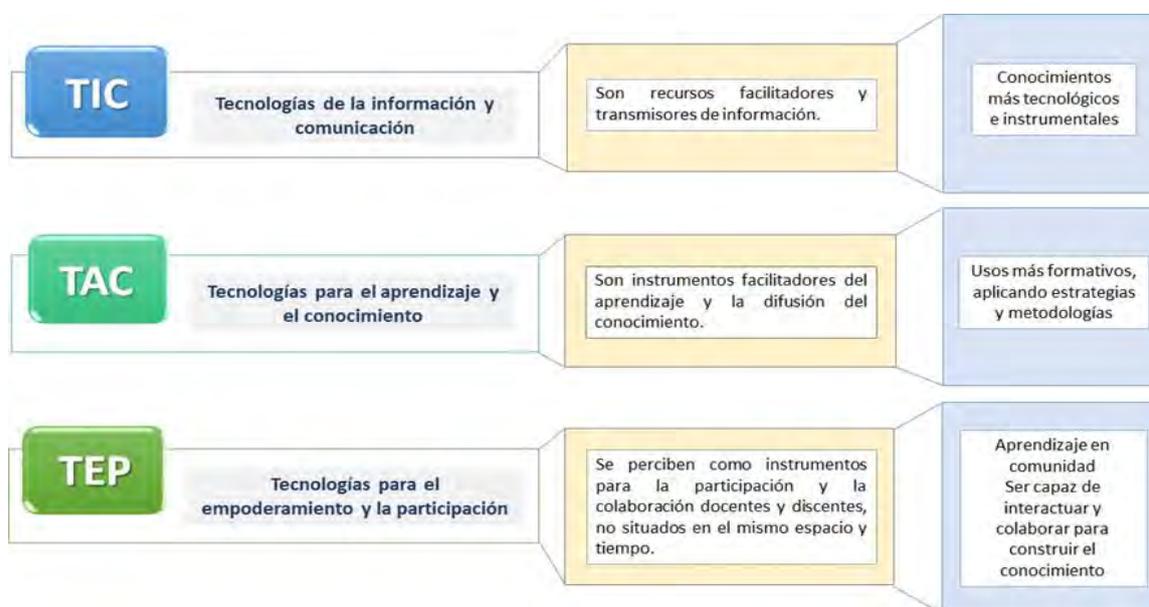


Figura 1.1 Modelo de utilización de las TIC (elaborado a partir de la propuesta de visiones sobre las TIC creada por Cabero, 2014)

La transformación conceptual aplicada al término TIC ha contribuido al surgimiento del concepto TAC (tecnología para el aprendizaje y el conocimiento). El cambio ha sido de tipo cualitativo; es decir, las TAC robustecen las acciones pedagógicas que se ha evadido en la aplicación de las TIC a los procesos educativos. Este cambio está orientado a los aspectos metodológicos del concepto TIC, fortaleciendo su empleo eficiente en los procesos de enseñanza-aprendizaje (Enríquez, 2012).

La asociación entre TIC y contextos educativos contribuirá al diseño, desarrollo e implementación de iniciativas de aprendizaje innovadoras. Facilitando la transformación de las estructuras educativas tradicionales, sujetas a las barreras del tiempo y espacio, a otras con la capacidad de aprovechar al máximo las ventajas operativas y pedagógicas que aporta los recursos tecnológicos disponibles.

En consecuencia, la tecnología y las nuevas y diversas formas de comunicación en la que se mueve la sociedad actual, están generando otras perspectivas para los fines educativos y de enseñanza, reorientándolos hacia líneas de actuación que permitan alcanzar mayores beneficios hacia los diferentes estratos de la sociedad (García-Vacárcel, Basilotta y López, 2014).

Rangel y Martínez (2013) consideran que las propuestas que se desarrollen, en este sentido, deberán contemplar lineamientos de ejecución que permitan establecer un marco referencial para alcanzar un desarrollo, eficiente y fluido del proceso, y al mismo tiempo adquirir habilidades y conocimientos necesarios para adaptarse a los continuos cambios que se producen.

Dentro del ámbito educativo, hay quienes proponen un cambio de enfoque sobre las TIC. Los argumentos sostienen que ya no basta con dotar a los estudiantes de conocimientos puramente técnicos para alcanzar un dominio específico. Ahora, se debe enfatizar la importancia metodológica de las TIC, para generar aprendizajes en diversas áreas de conocimiento (Lozano, 2011).

Los cambios propuestos consisten en aprovechar las posibilidades que aportan las TIC/TAC para adquirir conocimientos, habilidades y competencias en función de las diferentes necesidades que surjan en el contexto educativo donde se realizan las actividades de aprendizaje. Igualmente, permitirán reorientar el dominio técnico que posean los participantes promoviendo prácticas y comportamientos sociales positivos logrando una verdadera inclusión y equidad en los procesos pedagógicos.

1.2.1 Innovación educativa impulsada por las TIC

En términos generales podemos especificar que pese a la existencia de diversas corrientes de trabajo donde se abordan los aspectos conceptuales de las TIC y su impacto en los entornos educativos, existe una convergencia entre los distintos autores e investigadores. El enfoque al que hacemos referencia resalta el carácter innovador de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje que se desarrollan en los distintos niveles y contextos educativos (Luz, 2018; González-Ramírez y López-Gracia, 2018). Sería importante establecer una base conceptual sobre la innovación educativa. En tal sentido, Montero y Gewerc (2011) se refieren a la innovación educativa "...como aquel proceso interno de la escuela que, en algún sentido, altera las condiciones y características de su trabajo. Toda innovación tiene en su seno, la idea de cambiar la esencia o la forma de algo...".

Igualmente, en estudios que se han realizado previamente y que abordan esta temática se han propuesto algunas líneas de acción que representaban una tendencia sobre innovación tecnológica en los entornos educativos. En el desarrollo de estos trabajos los investigadores han tomado en cuenta aquellos tópicos que generan mayor interés en foros, conferencias y revistas especializadas, así como en las temáticas de proyectos vinculados a la innovación educativa.

En la **Figura 1.2** se presentan algunos de los principales focos de interés, que consideramos como tendencias en la innovación educativa. Se puede apreciar en el diagrama expuesto, que entre los principales focos de interés (regiones del gráfico) se producen intersecciones (relaciones) que representan corrientes de interés; estas son consideradas como tendencias de carácter específico. Por ejemplo, al realizar una ampliación al área sobre desarrollo de competencias transversales, ya que en estas secciones se vinculan a los principales activos del proceso enseñanza-aprendizaje, se pueden observar las relaciones que existen con otros tópicos.

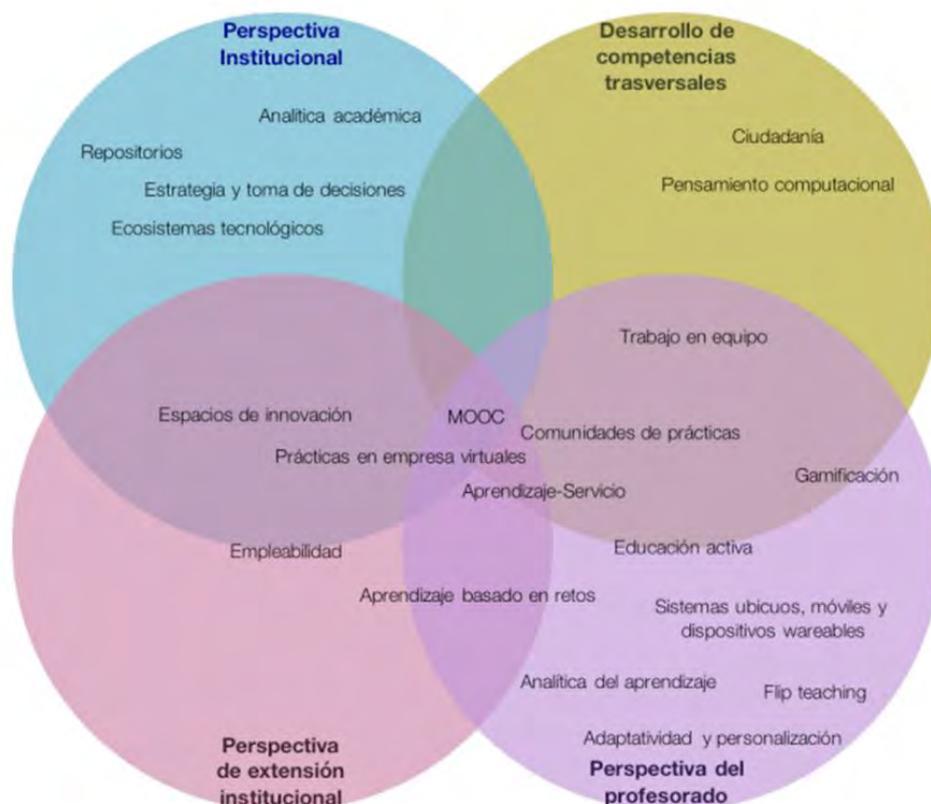


Figura 1. 2 Tendencias en innovación educativa

Fuente: argumentos propuestos por, García-Peñalvo, 2015

El desarrollo de las tecnologías y su vinculación a los entornos educativos nos lleva a repensar los aspectos pedagógicos, los métodos y las técnicas que son utilizadas en el proceso enseñanza-aprendizaje. Al respecto Adell (2018), haciendo referencia a los resultados de las pruebas PISA 2012, que aparecen en el informe de la OECD (2015), afirma que “las conexiones entre estudiantes, ordenadores y aprendizaje no son simples ni directas; y la contribución real que las TIC pueden hacer a la enseñanza y el aprendizaje todavía no se han realizado y explotado plenamente.”

Las posibilidades que proporcionan las TIC para promover el cambio hacia un nuevo paradigma educativo, más personalizado y centrado en la actividad de los estudiantes, constituyen una poderosa razón para aprovechar las posibilidades de innovación metodológica que estas tecnologías representan. Lo que contribuye a edificar progresivamente una institución educativa más eficaz e inclusiva, que pueda dar respuesta a la creciente multiculturalidad de la sociedad, las demandas de formación en nuevas

habilidades y competencias, la deserción y el fracaso escolar motivado por aspectos como la desmotivación y el desinterés (Graells, 2013).

Las tecnologías se van configurando en el entramado social como herramientas que permiten la construcción de nuevos significados y como medios encargados de su distribución (Echaurren, 2017). En respuesta, los centros educativos de este siglo deben preparar y formar a las nuevas generaciones para gestionar exitosamente factores como el cambio y la innovación; por ende, las aulas demandan una dinámica pedagógica fluida, incluyente y flexible, capaz de preparar a los estudiantes para que comprendan su rol como creadores de soluciones a los desafíos que plantea un contexto social versátil e incierto (Riveros, María y Mendoza, 2005).

Por otro lado, frente a todas las nuevas exigencias que impone la sociedad altamente tecnificada en la que vivimos, es importante considerar que la innovación educativa no es el objetivo en sí, sino un medio para lograr el desarrollo de procesos educativos de calidad. Este juicio permitirá, por un lado, alcanzar los objetivos propuestos en los programas curriculares y por otro, que los estudiantes logren adquirir aprendizajes valiosos y cónsonos con la realidad social actual en la que vivimos (Esteve, 2016).

En este sentido, la integración de la tecnología, como innovación en los entornos educativos no puede ser resultado de la casualidad, sino, de una orquestación de iniciativas bien organizadas y dirigidas, con políticas educativas claramente establecidas y la existencia de recursos económicos, tecnológicos y humanos necesarios para su implementación y desarrollo exitoso (Pablos-Pons, 2015).

En relación con la forma de gestionar la innovación educativa García-Peñalvo(2016b) argumenta:

“La creciente complejidad de las TIC y su alta penetración en todos los ámbitos hacen necesario que estas se aborden desde una perspectiva integral, comprendiendo los problemas, desafíos e importancia cada vez mayor en el desarrollo, ejecución y gestión de estrategias, con el objetivo de mejorar el rendimiento global y la rentabilidad de la organización en la que se implantan.”

Según Díaz (2009), las TIC pueden integrarse de forma efectiva e innovadora en los procesos de formación y aprendizaje cuando se emplean como apoyo al proceso, contribuyendo de esta forma al logro de los objetivos curriculares y facilitando que los estudiantes adquieran conocimientos y habilidades necesarias y de calidad.

No obstante, uno de los principales problemas que encuentran las acciones de innovación educativa, es su escasa sostenibilidad. Esto se debe a una serie de factores como la escasez de recursos económicos, la cobertura de las políticas educativas, el interés de las autoridades y responsables de las instituciones educativas, entre otros (Marcelo, 2013).

En relación con las características que deberá poseer un ambiente innovador con tecnologías, Jonassen et al. (2002) sostiene que este tendría que poseer algunos de los siguientes atributos (**Figura 1.3**).

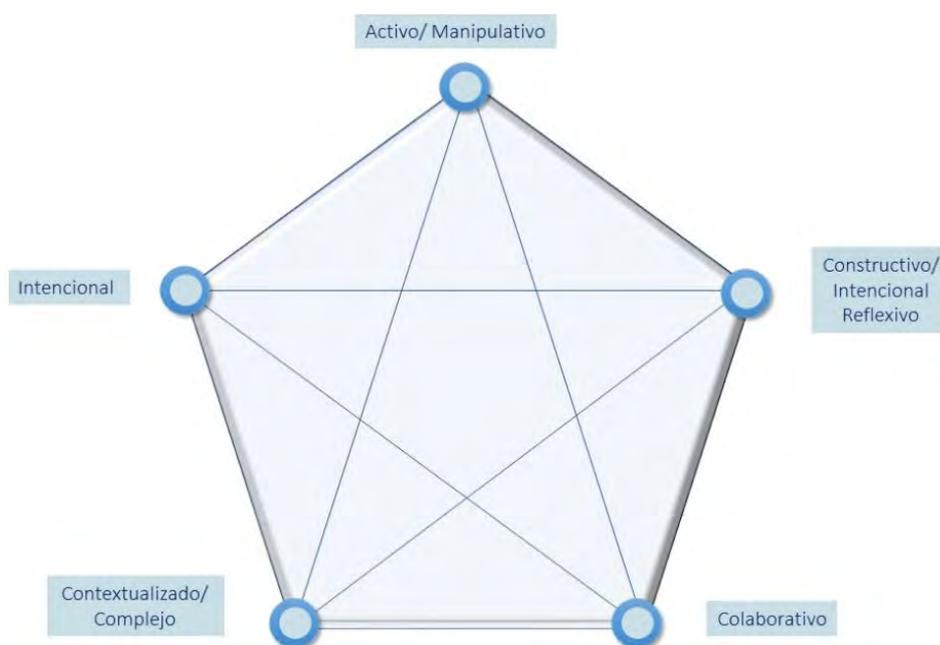


Figura 1.3 Atributos de un ambiente de aprendizaje innovador con tecnologías (elaborado a partir de los argumentos utilizados por, Jonassen et al., 2002)

En los ambientes de aprendizaje innovadores que propone Jonassen et al. (2002) las actividades son una condición necesaria; pero aclaran, que será necesario que el ambiente de aprendizaje proporcione los espacios para la reflexión e integración de las nuevas experiencias adquiridas en el proceso.

Para lograrlo será importante la participación del estudiante en la construcción activa del conocimiento, partiendo de fundamentos claros sobre el qué y para qué, de lo que se desarrolla en el proceso de aprendizaje. Además de ser consciente de las ventajas que aporta el trabajo colaborativo frente a los esfuerzos individuales. Este hecho vislumbra nuevos roles para los estudiantes y profesores en la ecuación enseñanza-aprendizaje.

1.2.2 Las TIC en los procesos de aprendizaje

Un factor relevante al considerar la utilización de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje es la diversidad de medios y materiales didácticos que pueden utilizarse dentro de los entornos educativos (**Figura 1.4**). Lo que requiere el establecimiento de criterios que permitan abordar eficazmente su selección, análisis y utilización de forma adecuada. Esto permitirá, en cierta medida, garantizar el logro de resultados de calidad en referencia con el aprendizaje de habilidades y competencias adaptadas a las exigencias del contexto y la realidad actual.



Figura 1.4 Propuesta clasificatoria clásica de los medios o materiales didácticos (elaborado a partir de los argumentos utilizados por, Area-Moreira, 2004)

Consideremos lo expuesto por Area-Moreira, 2010 en referencia a los medios y materiales didácticos “...son objetos físicos que vehiculan información codificada mediante formas y sistemas de símbolos que proporcionan al sujeto una determinada experiencia de aprendizaje...”.

La transformación y los cambios que está impulsando la digitalización e integración de las TIC en los diferentes sectores de la sociedad, generando nuevos modelos y formas de

realizar las actividades, afecta de forma directa a las estrategias y técnicas utilizadas en los procesos educativos que conducen a la obtención de nuevos saberes.

El avance de la tecnología “ha generado una gran variedad de plataformas, equipos, sistemas, redes y aplicaciones, que en algunos casos ya están presentes en las aulas y que parece que cada vez lo van a estar más (Fundación-Orange, 2016, p.5)”. Además, la incorporación de estrategias educativas centradas en tecnologías disruptivas va en aumento.

Este hecho afectará las actividades de los diferentes elementos y componentes del escenario educativo (estudiantes, profesores, familias, centros educativos) así lo ponen de manifiesto los resultados alcanzados en algunos estudios que se han desarrollado recientemente (UNESCO, 2016; Fundación Orange, 2016).

Igualmente, en otros análisis y previsiones realizados, para el año 2020, como es el propuesto por *Global Center for Digital Business Transformation* “sitúan al sector de la educación en un punto intermedio, entre las principales áreas de actividad, en materia de impacto de la disrupción digital” (Fundación-Orange, 2016, p. 6).

Otros trabajos desarrollados fijan el interés por incorporar soluciones educativo-tecnológicas orientadas a diversos niveles de educación. No obstante, en los últimos años está creciendo el interés por desarrollar iniciativas pedagógicas para la formación de nuevas habilidades y competencias iniciando desde las primeras etapas de educación formal (Berrocoso, Sánchez y Arroyo, 2015; Cerebro, 2017).

1.2.2.1 Métodos activos y recursos tecnológicos para el aprendizaje

Las metodologías activas hacen referencia a los procesos de aprendizaje que buscan que los estudiantes vivencien de forma directa el aprendizaje, es decir, donde ellos sean los agentes principales en la generación de conocimientos significativos sobre el área o fenómeno en estudio.

Labrador, Andreu y Ribes (2008) consideran que las metodologías activas se entienden hoy día como aquellos métodos, técnicas y estrategias que utiliza el docente para convertir el proceso de enseñanza en actividades que fomenten la participación del estudiante y lo lleven al aprendizaje. Para este fin se deberán considerar características propias de la personalidad de los estudiantes que conforman la diversidad del aula, en plena consonancia con el carácter y valor plural de los contextos educativo-vanguardistas de la sociedad actual (Espejo y Sarmiento, 2017).

La diversificación en las aulas, que caracteriza los tiempos en que vivimos, tiene un precedente activo en la década de los 90 donde el fenómeno educativo se caracterizó "...por que las aulas no se volvieron más grandes sino más diversificadas en cuanto a las capacidades, motivación y base cultural de los estudiantes. Los modelos de clase magistral y tutoría tradicional perdieron vigencia en clases en donde era cada vez más complejo mantener un alto nivel académico" (Bernal y Carmen, 2009, p.102).

López-Noguero (2002), sostiene que este hecho generó que progresivamente se difundiera el pensamiento, que una enseñanza de calidad radica en lograr estimular a los estudiantes para que utilizarán procesos de aprendizaje abiertos, espontáneos y donde ellos tomen un papel de mayor importancia, por encima del rol que desempeña el profesor (Bernal y Carmen, 2009). Basándonos en estos argumentos se puede establecer que lo que actualmente conocemos como «metodologías activas», en esencia, hace referencia al desarrollo de prácticas educativas basadas en tres ideas fundamentales:

1. El estudiante es un protagonista activo de su aprendizaje.
2. El aprendizaje es social, es decir, los participantes de las acciones educativas aprenden mejor a través de la interacción que se produce con el intercambio entre iguales (compañeros de clase) que solamente de la exposición temática (ejercida de forma clásica por un profesor).
3. Los aprendizajes deben ser significativos. El aprendizaje requiere en esencia de grandes dosis de realismo, lo que permitirá que el estudiante le asigne relevancia, pertinencia y significado duradero.

En un sentido más amplio, las metodologías activas, refuerzan el desarrollo de comportamientos positivos basados en la responsabilidad, el interés, el compromiso y la colaboración. Todo sustentado en prácticas motivadoras que promueven estructuras de aprendizaje flexibles y participativas, capaces de facilitar los diferentes temas del currículo formal, robusteciendo su sentido crítico y de análisis necesarios para abordar los desafíos del contexto social y tecnológico actual.

El escenario educativo actual, caracterizado por sus continuos cambios, que en su mayoría están asociados al desarrollo tecnológico, exige una constante actualización de conocimientos. Concretamente lo que se busca es utilizar procesos educativos, para la enseñanza-aprendizaje, que permitan integrar eficientemente la realidad y los fenómenos que se producen en los diferentes contextos sociales, económicos y culturales (Sanz, 2003; March, 2006).

Serrano, Restrepo y Posada (2012) sostienen que “... se hace necesaria una reconceptualización de la formación del aprendizaje del estudiante, así como el diseño de herramientas metodológicas que favorezcan la adquisición de habilidades y estrategias para la gestión, análisis, evaluación y recuperación de la información” (p. 129).

Las metodologías activas transforman el proceso de aprendizaje en una experiencia significativa, dejando a los métodos, técnicas y recursos tradicionales en un segundo plano. Además, con estas metodologías la evaluación se orienta de forma directa al proceso de aprendizaje globalizando el abordaje de los contenidos de las diferentes materias, ya que estos se pueden entrelazar a partir de una idea central y evitar la fragmentación de la programación curricular (March, 2006; Martínez-Cocó, 2007; Sánchez, 2014).

Algunas de las metodologías consideradas dentro del paradigma de pedagogía activa y que pueden utilizarse en ambientes de aprendizaje mediados con recursos TIC y orientado a las primeras etapas de educación formal son: el flipped learning o aula inversa, el aprendizaje basado en proyectos (ABP), aprendizaje basado en problemas y la gamificación (Figura 1.5).



Figura 1. 5 Metodologías Activas para la enseñanza-aprendizaje

Fuente: Paños Castro, J. (2017)

Otra de las líneas de actuación en materia de metodologías activas para el aprendizaje lo supone el denominado aprendizaje colaborativo. En esta metodología los estudiantes trabajan en grupo para realizar actividades en el aula o para adquirir conocimientos. El éxito del trabajo dependerá única y exclusivamente del trabajo de todos los integrantes del grupo (Norte et al., 2012). Por otro lado, la incorporación y uso de recursos de tecnología como: pizarras digitales, tabletas, dispositivos móviles, kits de robótica entre otros. Así como su utilización desde los primeros niveles de escolarización abre una puerta de oportunidades en relación con el reforzamiento de los aspectos educativos – lúdicos, propios de estos primeros niveles de formación (Fonseca, Conde, y García-Peñalvo, 2018; Herrada y Baños, 2018).

La integración de recursos tecnológicos mediante procesos de aprendizaje basados en metodologías activas favorece el desarrollo de espacios de aprendizaje adaptados a los procesos cognitivos y sociales específicos de cada niño. Lo que permite tomar en cuenta sus características individuales, motivándolos a que participen activamente en la generación de sus propios aprendizaje, conocimientos y habilidades (Segrelles y Gómez-Trigueros, 2016; Quintana, 2019).

1.3 El escenario social y tecnológico emergente

Según los argumentos de López-Carrasco (2015) se puede decir que “... hemos pasado de una sociedad homogeneizadora, estable, predecible, repetible, lineal y objetiva, con procesos educativos rígidos, a una era de la inteligencia interconectada.” En esta nueva sociedad las personas nos encontramos sumergidos en un dialogo donde las fronteras no existen, los cambios que se producen y la participación de las personas adquiere un mayor dinamismo, generándose valiosos intercambios de ideas, formas de pensamiento, visiones y opiniones diversas. La presencia física pasa a ser virtual y la participación en conversaciones y trabajos puede darse a través de espacios no lineales y ubicuos.

Una muestra son los resultados que se exponen en un estudio del año 2016, desarrollado por el Banco-Mundial, denominado Dividendos Digitales (**Figura 1.6**).

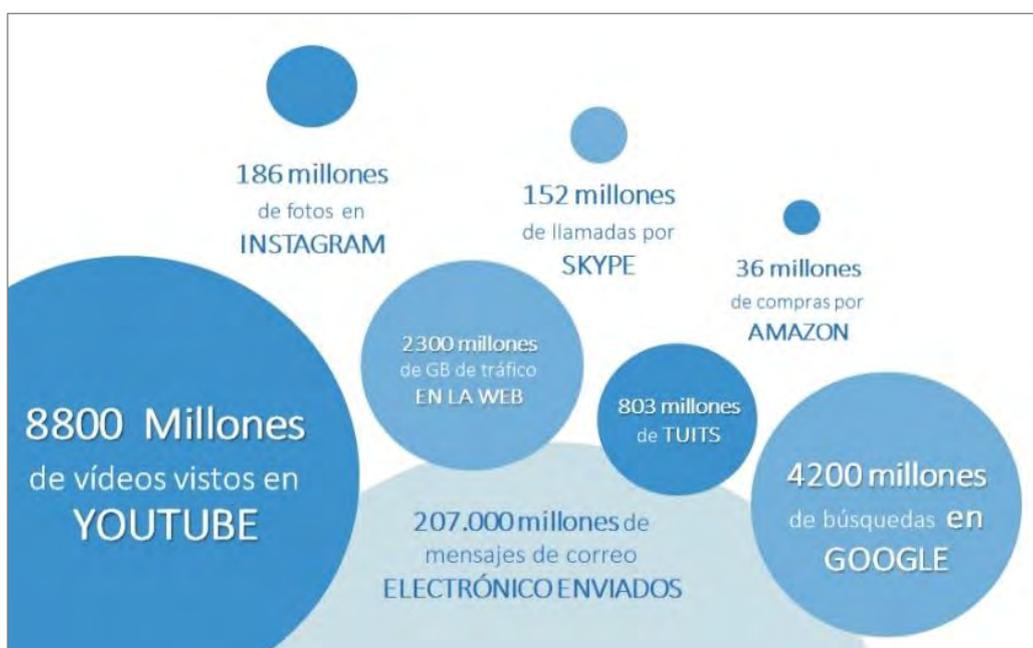


Figura 1. 6 Cantidad de usuarios de tecnologías basadas en los servicios y tecnologías de la red Internet

Fuente: Informe sobre el desarrollo mundial 2016. Dividendos Digitales. (Banco-Mundial, 2016).

En esta publicación podemos apreciar la cantidad exponencial de usuarios que utilizan en la actualidad servicios basados en tecnologías digitales a través de la infraestructura tecnológica y de servicios que provee la red Internet (redes sociales, uso de

navegadores, buscadores, sitios de comercio electrónico, sitios para descarga de videos, video conferencias y otros).

Un hecho cierto es que cada año el número de personas que utilizan los servicios basados en la red Internet se incrementa significativamente. Así lo ratifica el informe que presenta la firma “We Are Social y Hootsuite”, con las principales estadísticas, análisis y tendencias de mayor significado sobre el número de usuarios de tecnologías Internet, telefonía móvil, redes sociales y comercio electrónico a nivel mundial (Galeano,2019).

En el informe que se ha publicado a principios de 2019, se argumenta que a nivel global se contaba con 4.388 millones de internautas, es decir, una penetración del 57%. Lo que indica que el crecimiento de la cantidad de usuarios que utilizan el Internet se produce a un promedio de más de un millón de nuevos usuarios cada día (Figura 1.7).



Figura 1.7 Comparación cantidad de usuarios del Internet y población mundial.

Fuente: Informe Global Digital Yearbook Report 2019.

El creciente desarrollo que se experimenta a nivel tecnológico tiene una influencia directa en la sociedad, generando diferencias entre las habilidades que las personas aprenden y las que en realidad necesitan para desarrollar de forma efectiva sus actividades

y tareas, es decir, que el marco de acción ha cambiado, pasando de transformaciones a largo plazo a cambios y hechos en tiempo real.

El fenómeno social que se produce está relacionado a los procesos de aprendizaje. Concretamente, lo que se expone es que el enfoque de aprendizaje tradicional no está aportando a los estudiantes el conocimiento, las competencias y habilidades necesarias para progresar exitosamente en una sociedad cada vez más tecnificada (Galeano, 2019).

En consecuencia, comienza a tomar fuerza, la idea, sobre la necesidad de fomentar el diseño de nuevas formas de alfabetización que permitan ampliar la tradicional alfabetización en la lectoescritura, matemáticas y ciencias, por otras alfabetizaciones que contribuyan a desarrollar una cultura digital, así como una educación social y emocional fundamentadas en el diseño e integración de estrategias pedagógicas innovadoras y activas, donde el dominio y aprendizaje de la tecnología son un factor clave (Suárez y Custodio, 2014).

En este sentido, el foco de interés se ubica en permitir una transformación de los sistemas educativos, adaptando las estrategias, técnicas y métodos existentes para aprovechar significativamente las potencialidades de los avances tecnológicos; sin dejar de lado, el factor humanista y los valores éticos que permitirán desarrollar mejores formas de inclusión y participación de los ciudadanos en los diferentes sectores de actividad que forman andamiaje social (Parra, 2012).

1.4 Nuevas alfabetizaciones para el escenario social y tecnológico

La alfabetización, en un sentido general, podemos comprenderla como “la adquisición y dominio de las competencias que permiten el uso de los símbolos de representación de la cultura en sus múltiples formas y lenguajes” (Area-Moreira, Gutiérrez-Martín y Vidal, 2011, p. 5).

Igualmente, Jones-Kavalier y Flannigan (2008) sobre los cambios que se producen en el sector educativo con la incorporación de las TIC, han sugerido que:

“Antes del siglo XXI, el término ubicuo, alfabetizado, definía la capacidad de leer y escribir. Su significado distinguía a los educados de los incultos, ya que ser analfabeto era un dilema impensable. Con el advenimiento de un nuevo milenio y la rapidez con que la tecnología ha cambiado la sociedad, el concepto de alfabetización ha adquirido nuevos significados.”
(p. 3)

Los requerimientos vinculados a las nuevas alfabetizaciones han propiciado el nacimiento de una serie de conceptos, entre los que figuran términos como: «multialfabetización» (Cope y Kalantzis, 2010), «nuevas alfabetizaciones» (Lankshear y Knobel, 2009), ALFIN (Bawden, 2002), «alfabetización tecnológica», (Gutiérrez, 2010) entre otros. En la **Tabla 1.2** se presenta una breve descripción.

Tabla 1.2 Clasificación de las alfabetizaciones (Basado en los aportes de Area-Moreira, Gros y Marzal, 2008)

Tipo	Descripción
audiovisual	Su finalidad es formar al estudiante como sujeto con capacidad para analizar y producir textos audiovisuales y prepararlo para el consumo crítico de los medios de masas. Se implementó parcialmente en los años 80 y 90.
Tecnológica o digital	El propósito es desarrollar en los sujetos las habilidades para el uso de la informática en sus distintas variantes. Tuvo un desarrollo limitado en el sistema escolar en la década de los 90, aunque continúa en la actualidad.
Informacional	El origen de esta propuesta procede de los ambientes bibliotecarios. Se pretende desarrollar las competencias y habilidades para saber buscar información en función de un propósito dado, localizarla, seleccionarla, analizarla y reconstruirla.
Multialfabetización	El concepto procede del ámbito anglosajón formulado por el New London Group. Defiende que, en una sociedad multimodal, debe prepararse y cualificarse al alumnado ante los múltiples medios y lenguajes de la cultura del tiempo actual con un planteamiento integrado de los distintos alfabetismos.

La integración y uso de las tecnologías digitales “están configurando lo que se denomina «cultura digital», que involucra nuevas formas de organización y de procesamiento del conocimiento más flexibles, interactivas y que reclama, a su vez, nuevos modelos de enseñanza y el diseño e integración de nuevos materiales didácticos” (Area-Moreira, Gutiérrez-Martín y Vidal, 2011, p. 20).

En este sentido, se observa como los cambios que propone el desarrollo de una nueva alfabetización ya son abordados en espacios de discusión con gran impacto internacional. Un ejemplo es el informe “New Vision for Education: Fostering Social and Emotional Learning through Technology” presentado en el Foro Económico Mundial celebrado en Davos, en marzo de 2016 (World-Economic-Forum, 2016).

El estudio que generó este documento contó con la colaboración del Boston Consulting Group. En el documento que se expuso en el Foro Económico Mundial del 2016 se establecieron las habilidades que deberán desarrollar los estudiantes para enfrentar los retos y desafíos que impone el siglo XXI (Figura 1.8).

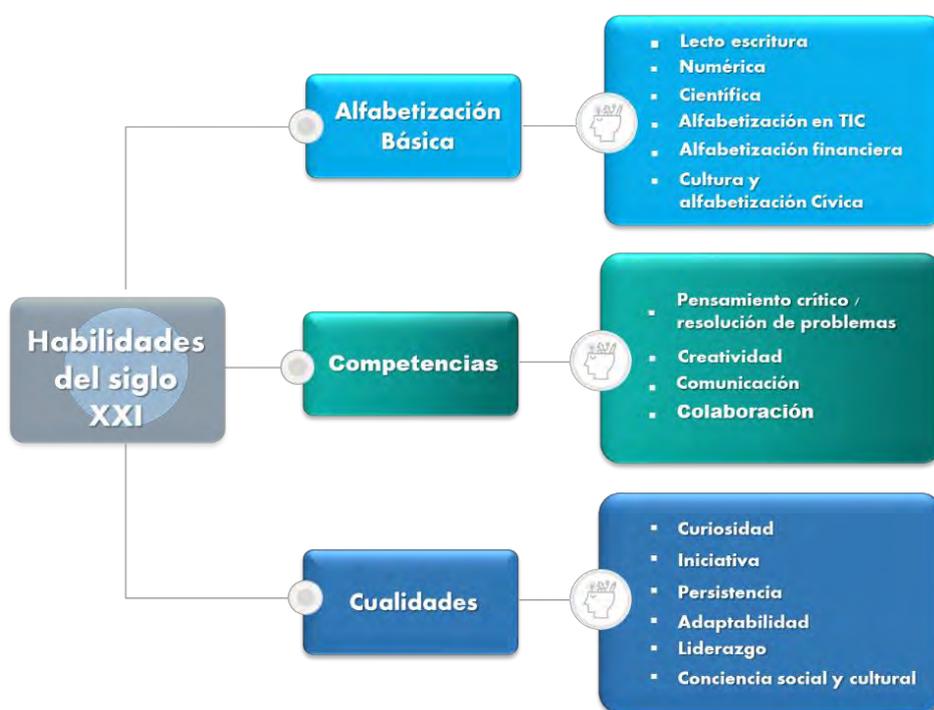


Figura 1. 8 Habilidades y competencias del Siglo XXI

Fuente: World-Economic-Forum (2016)

Otro de los argumentos que contenía el informe preparado para el Foro Económico Mundial sostenía, en referencia a las características de los futuros puestos de trabajo para una economía digital en evolución, que los postulantes tendrán la necesidad de realizar sus trabajos utilizando una combinación de habilidades tradicionales y aptitudes sociales y

emocionales, que les permitirán colaborar, comunicarse y solucionar problemas eficientemente.

Actualmente, el concepto de alfabetización ha cambiado de forma radical debido a que vivimos en un mundo caracterizado por procesos de comunicación desarrollados mediante fuentes heterogéneas, donde el lenguaje escrito como vehículo principal de comunicación, ha tenido que abrir paso a otras formas de expresión y representación a través de una diversidad de soportes multimedios.

Hoy no basta con poseer únicamente el dominio de la lectoescritura, ya que este sería insuficiente al permitir acceder solo a una parte de la información que se produce y distribuye en la sociedad actual. En este sentido, se considera que una persona es analfabeta en la tecnología digital si queda al margen de los servicios y oportunidades que ofertan las nuevas tecnologías en los diferentes contextos de actividad del escenario social.

1.4.1 Codificación: la nueva alfabetización

Actualmente, el concepto de alfabetización se ha transformado, precisamente gracias al desarrollo y creciente uso de los recursos tecnológicos en los distintos sectores de la sociedad. Esto ha provocado que en el ámbito educativo se realice una actualización a procesos clásicos como el de la lectoescritura, desarrollando una alfabetización digital desde los primeros años de escolaridad, combinándolos con otras competencias clave como lectura, escritura y matemáticas (Cejka, Rogers, y Portsmore, 2006; Bers et al., 2014).

Al respecto, Zapata-Ros (2015) argumenta que:

“En la actualidad las instituciones y agencias competentes, los expertos y los autores de informes de tendencia se han visto sorprendidos por un hecho: la sociedad y los sistemas de producción, de servicios y de consumo demandan profesionales cualificados en las industrias de la información.” (p. 2).

Progresivamente en distintos países se está tomando conciencia de la importancia que representa el desarrollar iniciativas educativas que promuevan la adquisición de

habilidades digitales (eSkills) y de codificación en el currículo formal de niveles no universitarios, comenzando desde la educación primaria o incluso desde el jardín de infantes (Brown et al., 2013; Balanskat y Engelhardt, 2015).

En referencia a la codificación, Resnick (2013) considera que “es una extensión de la escritura. La capacidad de codificar te permite «escribir» nuevos tipos de cosas: historias interactivas, juegos, animaciones y simulaciones. Y, como con la escritura tradicional, hay poderosas razones para que todos aprendan a codificar”.

Se puede decir que el desarrollo de las habilidades asociadas a la alfabetización en código o como sostienen algunos autores la código-alfabetización se está convirtiendo en un elemento central en el aprendizaje de las áreas de conocimiento STEM (siglas de los términos en inglés Science, Technology, Engineering, & Mathematics) (Weintrop, et al., 2016).

El término código-alfabetización del inglés «code-literacy» ha sido empleado de forma reciente para hacer referencia al proceso de enseñanza-aprendizaje vinculado a la lectoescritura de los lenguajes informáticos de programación (Román-González, Pérez-González, y Jiménez-Fernández, 2015). Según este planteamiento conceptual, se asume que, un individuo está código-alfabetizado cuando posee la capacidad de leer y escribir utilizando el lenguaje de los ordenadores y otras máquinas; es decir, pensar computacionalmente (Papert, 1980; Bers, 2018).

En algunos estudios realizados se afirma que, si la código-alfabetización apunta hacia una nueva práctica de lectoescritura, factores como el pensamiento computacional adquieren un rol de importancia en la generación de aprendizajes significativos, ya que le proporcionan una estructura cognitiva a procesos asociados con la resolución de problemas y un soporte operativo para el desarrollo eficiente de nuevos conocimientos y habilidades (Román-González et al., 2015; Román-González, 2016; García-Peñalvo y Mendes, 2018).

Igualmente, Bers (2018) en referencia a esta nueva alfabetización, sostiene que:

“La codificación es una nueva alfabetización para el siglo XXI. Como alfabetización, la codificación permite nuevas formas de pensar y nuevas formas de comunicar y expresar ideas, así como nuevas formas de participación cívica. La alfabetización garantiza la participación en los procesos de toma de decisiones y en las instituciones cívicas. Los que no saben leer ni escribir quedan fuera de las estructuras de poder” (p. 2101).

Para esta investigadora también la codificación, como nueva alfabetización, busca estimular el desarrollo de nuevas formas de pensar (pensamiento computacional) y conlleva en el individuo la capacidad de crear un objeto con significado propio e independiente de su creador.

En referencia al desarrollo de una alfabetización digital mediante el fortalecimiento de las habilidades de codificación, desde temprana edad, y tomando en cuenta resultados de investigaciones efectuadas previamente (Shonkoff y Phillips, 2000; National Research Council, 2001; Cunha y Heckman, 2007; Heckman y Masterov, 2007) la investigadora señala que: “tanto desde el punto de vista económico como del desarrollo, las intervenciones educativas que comienzan en la primera infancia se asocian con costos más bajos y efectos más duraderos que las intervenciones que comienzan más tarde”.

La planificación y diseño de estrategias que permitan fortalecer y desarrollar habilidades y competencias asociadas a las nuevas formas de alfabetización en estudiantes de niveles escolares iniciales, es un tema que genera gran interés en varios países que integran las regiones de mayor desarrollo y tecnificación a nivel global (Balanskat y Engelhardt, 2015).

Esto queda plasmado en algunos informes y reportes de resultados que presentan estudios realizados a nivel internacional como el Horizonte NMC/CoSN desarrollado colaborativamente por el Consortium for School Networking (CoSN) y el mindSpark Learning.

La edición «2017 K-12 NMC/CoSN Horizon Report» del estudio permitió responder a ciertas interrogantes en relación con el impacto de las tecnologías en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las nuevas alfabetizaciones (Freeman et al., 2017). Entre las

preguntas que se formularon al grupo de expertos de diferentes países que participaron en la investigación encontramos:

- ¿Qué hay en el horizonte de cinco años para las escuelas?
- ¿Qué tendencias y desarrollos tecnológicos impulsarán el cambio educativo?
- ¿Cuáles son los desafíos críticos y cómo podemos elaborar estrategias de solución?

Como respuestas a las interrogantes que orientaron el estudio, se presentaron en el reporte final las tendencias clave, los desafíos significativos y los avances en cuanto a tecnología de la educación que tendrán un impacto en la enseñanza, el aprendizaje y la investigación creativa, tomando en cuenta niveles educativos desde el jardín de infantes hasta el 12º grado y un periodo de cinco años (**Figura 1.9**).

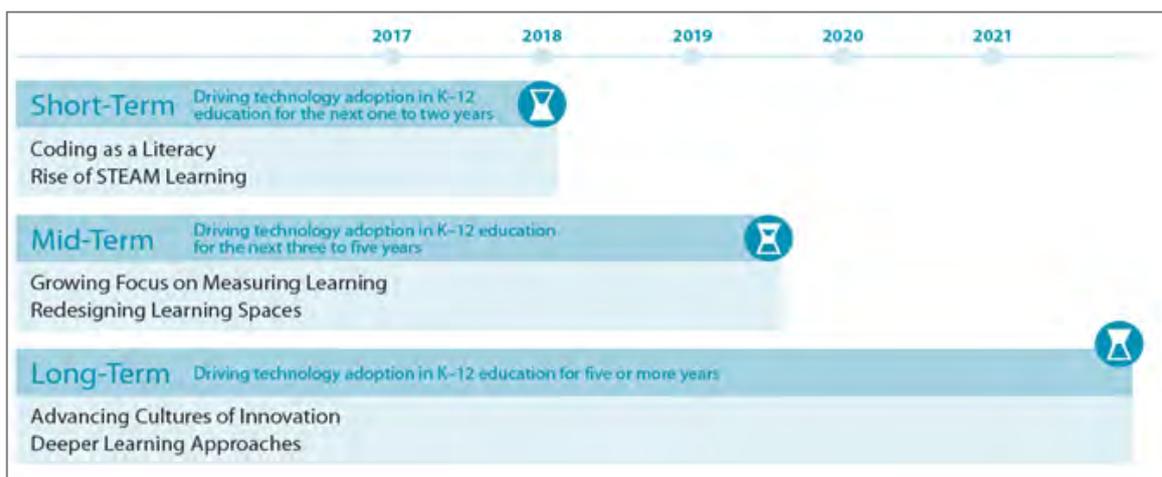


Figura 1.9 Tendencias que aceleran la adopción de Tecnología en la Educación K-12

Fuente: NMC/CoSN Horizon Report: 2017 K-12 Edition, Freeman et al. (2017).

Las tendencias que fueron contempladas en el informe implican el diseño e implementación de estrategias educativas que permitirán la transformación de los modelos de enseñanza convencionales, mediante la utilización de tecnologías emergentes, favoreciendo que los centros escolares puedan actualizar sus entornos de aprendizaje formal con prácticas educativas propias del siglo XXI (INTEF, 2015; INTEF, 2016; Freeman et al., 2017; INTEF, 2018a; INTEF, 2018b).

El foco principal de las prácticas educativas, que se incluyen en los informes del estudio NMC/CoSN Horizon, están orientadas hacia los estudiantes y la mejor forma de prepararlos para un mundo laboral desconocido, donde lo único seguro es el cambio que propician la adopción de la tecnología como soporte para la ejecución de las tareas y actividades.

Además, es importante tomar en cuenta que, si bien muchas de las tecnologías consideradas en el estudio no fueron desarrolladas con el único propósito de la educación, tienen aplicaciones claras en el este campo (Adams et al., 2016; Freeman et al., 2017).

Resumen

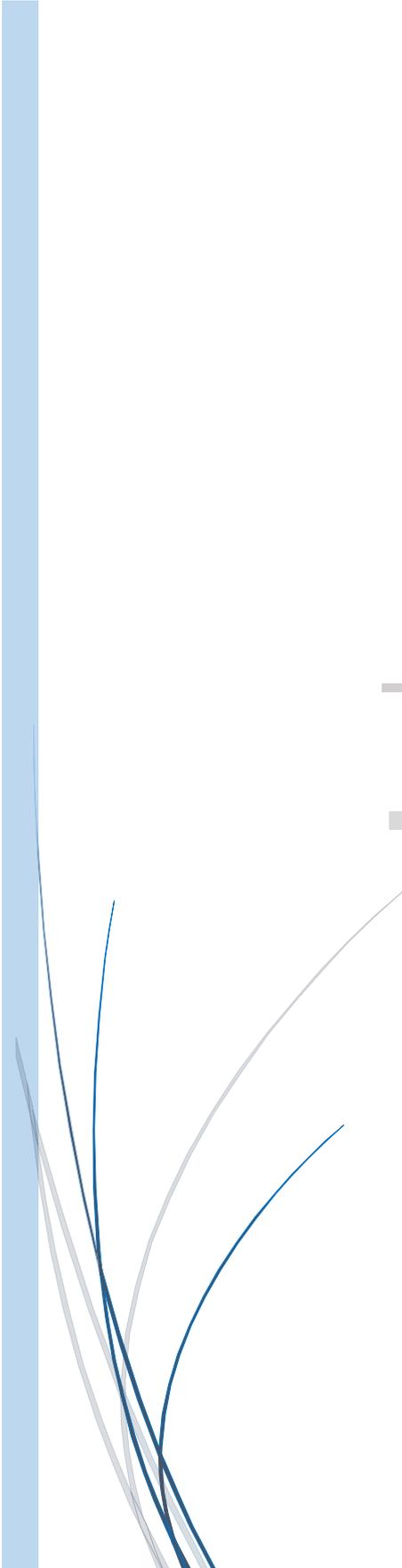
Es indudable que las Tecnologías de la Información y Comunicación han llegado para quedarse, generando cambios y transformaciones significativas en las actividades laborales y, por tal razón, en el mundo educativo (Sánchez y Ruiz, 2013).

Consecuentemente, podemos afirmar, que las nuevas tendencias en materia de educación incluyen a las TIC como un factor de gran importancia que no se puede ignorar debido a que “la formación de las nuevas generaciones no puede quedar al margen de la sociedad digital y ... no se trata sólo de proporcionar acceso a las TIC sino de formar para una utilización adecuada” (Gros-Salvat y Contreras, 2006).

La utilización de las TIC en el ámbito educativo implica no sólo la adquisición e integración de recursos y herramientas tecnológicas al contexto educativo, sino, el diseño de estrategias pedagógicas para lograr aprendizajes significativos utilizando como medio didáctico la diversidad de recursos que provee este grupo de tecnologías (Tejedor y García-Valcárcel, 2007; Díaz-Barriga, 2013).

En este sentido, hemos podido observar como de forma creciente en distintos países se está tomando conciencia del valor educativo que representa fomentar la utilización de prácticas pedagógicas mediante la utilización de recursos TIC y métodos de aprendizaje

activos que promuevan la adquisición de habilidades digitales (eSkills) y el desarrollo de la codificación como la nueva alfabetización para el escenario social y tecnológico que modelará los diversos escenarios de actuación y participación en el siglo XXI. El foco de atención se dirige hacia los distintos niveles educativos, sin embargo, se está generando un gran interés en iniciar la formación en estas nuevas habilidades y alfabetizaciones desde los primeros niveles de educación formal.



Capítulo 2

CAPÍTULO 2.

Robótica como tecnología educativa para el aprendizaje de las nuevas alfabetizaciones

- 2.1 Robótica: origen, definición y evolución
- 2.2 Aproximación al concepto de Robótica Educativa (RE)
- 2.3 Enfoques y corrientes educativas asociadas a la RE
 - 2.3.1 Constructivismo
 - 2.3.2 Construccinismo
 - 2.3.3 Pedagogía Lúdica: aprender jugando
- 2.4 Perspectivas de la Robótica Educativa en el aprendizaje
 - 2.4.1 Robótica y Educación STEM o STEAM
 - 2.4.2 Aprendizaje de la codificación y programación en la infancia temprana
 - 2.4.3 Desarrollo de habilidades sociales mediante actividades con Robótica

Resumen

CAPÍTULO 2.

Robótica como tecnología educativa para el aprendizaje de las nuevas alfabetizaciones

“La robótica abre la puerta a un micro-mundo de aprendizaje motivador y entretenido. El establecimiento de un vínculo entre el mundo digital y el mundo físico ayuda a presentar a los alumnos una tecnología clave para el futuro.”

Didier Roy

La irrupción de la tecnología, en el ámbito educativo ha propiciado la formación de un ecosistema educativo-tecnológico que integra técnicas, métodos y estrategias con el propósito de lograr procesos de enseñanza-aprendizaje que faciliten el desarrollo de una verdadera alfabetización y cultura digital en la sociedad (Basogain-Olabe, Olabe-Basogain, y Olabe-Basogain, 2015; Berrocoso, Sánchez y Arroyo, 2015).

En consecuencia, se observa en varias regiones del escenario internacional un creciente interés por incorporar en los currículos y planes de estudio, estrategias y enfoques de aprendizaje vinculadas a las ciencias de la computación, el pensamiento computacional y las áreas de conocimiento que forman las disciplinas STEM (González y García-Valcárcel, 2018, Karampinis, 2018).

Esto sugiere que las estrategias de enseñanza-aprendizaje dirigen su atención hacia el desarrollo e implementación de iniciativas que contribuyan a lograr que los estudiantes adquieran competencias vinculadas a la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la programación y otras habilidades de tipo social como: la colaboración, comunicación y liderazgo necesarias para desempeñarse exitosamente en la denominada sociedad digital (Kandlhofer y Steinbauer, 2016).

En este sentido, las nuevas interfaces tangibles para el aprendizaje, como los robots programables, están ganando popularidad entre académicos, investigadores e instituciones educativas (Horn y Bers, 2019). En este tercer capítulo se abordará el origen del término robótica, su evolución e influencia en contextos como el educativo, a través de una aproximación al concepto de Robótica Educativa (en adelante RE).

Se revisarán los enfoques pedagógicos vinculados a la RE, así como el potencial que representa esta tecnología, para el desarrollo de aprendizajes utilizando métodos activos que conducen al fortalecimiento de competencias y habilidades digitales. El capítulo finaliza con una revisión de algunas experiencias de aula que utilizan RE como recurso de tecnología educativa para el desarrollo de aprendizajes significativos, asociados a las nuevas alfabetizaciones.

2.1 Robótica: origen, definición y evolución

Para hablar de robótica, debemos iniciar abordando el origen del término robot. Este término surge inicialmente a través de la exitosa obra *Rossum's Universal Robots*, que fue escrita por Karel Capek en 1920. Luego de que la obra se tradujo al inglés, la palabra checa *robota*, utilizada en los escritos y cuyo significado es el de trabajos forzados, entendiéndose tradicionalmente como tiempo de trabajo que un siervo otorgaba a su señor. Cuando este libro se tradujo al inglés apareció el término *robot* (Groover, Weiss y Nagel, 1986).

Posteriormente, el término robótica fue empleado por Isaac Asimov en 1950 en su libro titulado *“Yo Robot”*. En esta publicación, se hacía referencia a máquinas o artefactos

que en un futuro se construirían con el propósito de efectuar actividades que habitualmente desarrolla el ser humano. Concretamente se refiere al diseño y aplicación de robots, es decir, máquinas automatizadas que realizan una serie de actividades (Ghitis y Vásquez, 2014).

En 1967, en el Massachusetts Institute of Technology (por las siglas en inglés MIT), se inicia el diseño y construcción de lo que sería el primer dispositivo electrónico que responde a un lenguaje de programación. El producto final y más representativo fue un robot de suelo en forma de tortuga, controlado mediante un lenguaje de programación llamado Logo (Papert, 1980).

La robótica ha evolucionado desde aquellos primeros años permitiendo que hoy sea utilizada en muchas áreas del quehacer humano, desde actividades en el sector industrial, realizando tareas autónomas o preprogramadas como: la limpieza de residuos radiactivos, la producción de automóviles, hasta su incorporación en el sector sanitario facilitando la ejecución de procedimientos quirúrgicos.

La Federación Internacional de Robótica³ predice que para el 2019 se utilizarán 2,5 millones de robots industriales. Lo que significa que a medida que los robots transforman las actividades que se realizan en las industrias y otros sectores, incluyendo los servicios militares y la fabricación, realizando tareas que son inseguras o tediosas para los seres humanos, muchas personas comienzan a preocuparse por el potencial de la automatización para las futuras categorías de trabajo (Freeman et al., 2017).

A medida que las aplicaciones de la robótica proliferan en múltiples sectores, la industria está experimentando un enorme crecimiento. Según la firma *Research and Markets*, que se especializa en el desarrollo de investigación de mercado a nivel global⁴ se espera que la industria mundial de la robótica aumente de 34.100 millones de dólares en 2016 a 226.200 millones de dólares en 2021. Lo que representa un crecimiento en robótica industrial, robots de consumo, vehículos aéreos no tripulados y vehículos autónomos.

³ <https://ifr.org/>

⁴ <https://www.researchandmarkets.com/>

Para algunos investigadores aún no existe consenso sobre qué máquinas califican como robots, pero si existe un acuerdo en que los robots pueden realizar algunas o todas de las siguientes acciones: moverse, sentir y manipular su entorno, y exhibir comportamientos inteligentes y/o sociales que en cierto modo imitan el comportamiento de seres vivos como los animales o el ser humano (Ghitis y Vásquez, 2014).

Por otro lado, la definición de robot está en constante cambio y actualmente los fabricantes de robots tradicionales que han estado construyendo y suministrando robots por mucho tiempo están viendo como esta industria experimenta una drástica transformación, es decir, que la robótica industrial, que ha sido el pilar tradicional del mercado de la robótica, dominado por fabricantes de robótica japoneses y europeos, ha dado paso a categorías de robots no industriales como: los robots asistentes personales, UAV y vehículos autónomos.

Esta situación ha permitido que el epicentro de fabricación se traslade hacia Silicon Valley, que ahora se está convirtiendo en un semillero de inteligencia artificial (IA), un conjunto de tecnologías que, a su vez, están impulsando muchos de los avances más significativos en robótica, incluyendo su utilización en sectores no tradicionales como el de servicios y el educativo (ReportLinker, 2017).

2.2 Aproximación al concepto de Robótica Educativa

La aplicación de la robótica al contexto educativo dio cabida al surgimiento del término Robótica Educativa o robótica pedagógica. La RE es un término amplio utilizado para indicar una rama de conocimiento que requiere que los estudiantes programen acciones de robots o incluso que los diseñen, creen y ensamblen (Di Lieto et al., 2017).

García-Valiente y Navarro-Montaño (2017) consideran que “La robótica es un recurso educativo mediante el cual se pueden impartir contenidos de distintas áreas a la vez (enseñanza interdisciplinar), adecuando las actividades a las características del alumnado.

Se fomenta la atención a la diversidad, ya que se trata de dar respuesta a las necesidades individuales de cada estudiante y se respeta su ritmo de aprendizaje (p. 83)”.

Sánchez y Guzmán (2012), piensan que la RE está formada por un conjunto de actividades pedagógicas dirigidas a fortalecer el desarrollo de habilidades y competencias vinculadas con áreas específicas del conocimiento. En este proceso se utilizan una serie de actividades que abarcan desde la concepción, creación, ensamble y puesta en funcionamiento de un proyecto de robótica.

Por su parte Ruiz-Velasco-Sánchez (2007), argumentó que la robótica educativa parte del principio piagetiano de que no existe aprendizaje si no hay intervención del estudiante en la construcción del objeto de conocimiento. En este mismo hilo de ideas, Lombana (2015) sostiene que la RE “tiene por objeto poner en juego toda la capacidad de exploración y de manipulación del sujeto cognoscente al servicio de la construcción de significados a partir de su propia experiencia educativa”.

Font (2016), expone que, en opinión de Carlos Casado, profesor de Estudios de Informática, Multimedia y Telecomunicación de la UOC y experto en estándares, accesibilidad y desarrollo web, pensamiento computacional, programación y robótica en la escuela, la robótica educativa es “un sistema de aprendizaje interdisciplinario que usa a los robots como hilo conductor gracias al cual se potencia el desarrollo de habilidades y competencias en el alumnado”.

Además, Casado sostiene que la robótica y la programación en general son herramientas que permiten trabajar aspectos como la resolución de problemas de cualquier tipo «por el trabajo mental que supone» aunque sea algo, aparentemente simple, como permitir que un robot realice el seguimiento de una línea. Ya que esto, “obliga al individuo a intentar imaginarse el resultado antes de empezar y a trabajar un pensamiento más abstracto para decidir cuál es la mejor opción, similar a lo que hace un ordenador”.

Acuña (2012) visualiza la RE como una forma de aprendizaje que impulsa un conjunto de actuaciones y habilidades asociadas a la creatividad, el diseño, la construcción, la

programación, y la divulgación de creaciones propias, que en un principio son mentales o abstractas y se concretan en algo físico.

Recientemente, Gómez-Bustamante y Martínez-Cogollo (2018) expresan que la RE es una herramienta novedosa para el contexto educativo con aportes diversos y significativos. Además, despierta el interés y abre la posibilidad de que el estudiante adquiera habilidades creativas. Esta disciplina de conocimiento busca principalmente estimular el interés de los estudiantes y conducirlos a través de desafíos o retos a la creación de esquemas de pensamiento que faciliten de manera progresiva la estructuración del pensamiento lógico y formal.

Son variados los enfoques conceptuales que se aplican a la RE, como lo hemos visto a través de los aportes de los diferentes autores que hemos presentado, lo cierto es que la RE es considerada como una de las tecnologías disruptivas que, aplicadas a contextos educativos, contribuyen eficazmente al desarrollo y fortalecimientos de competencias y habilidades digitales vinculadas a las nuevas alfabetizaciones y conocimientos que exige la sociedad tecnificada en la que vivimos.

2.3 Enfoques y corrientes educativas asociadas a la RE

La robótica como recurso de tecnología educativa aporta grandes posibilidades a los entornos de aprendizaje formales y no formales (Ospennikova, Ershov y Iljin, 2015). Su integración en los procesos educativos permite realizar actividades que conducen al diseño, construcción y desarrollo de ambientes de aprendizaje a través de los cuales los estudiantes pueden apropiarse significativamente del conocimiento, pasando de lo abstracto a lo tangible.

Uno de los propósitos de utilizar la robótica en las aulas consiste en introducir a los estudiantes en aprendizaje y el conocimiento de las ciencias y la tecnología. Para lograrlo se utilizan los fundamentos que aportan diversas corrientes y teorías del aprendizaje como lo

son los enfoques constructivistas/construccionistas y el aprendizaje a través del juego (Arlegui, Menegatti, Moro, y Pina, 2008; Atmatzidou, 2008).

Existen diversos enfoques a la hora de enseñar a través de la robótica, como sostiene Moreno et al., 2012: “todo dependerá de la manera en que se utilice durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, que puede ser: como objeto de aprendizaje, como medio de aprendizaje o como apoyo al aprendizaje” (p.79).

Las dos primeras orientaciones involucran que los contenidos estén dirigidos a la construcción y programación de robots, mientras que el tercer enfoque es el más importante pero menos conocido y desarrollado. En este último, los robots programables, son utilizados en el aula como herramienta o medio didáctico que favorece el acercamiento del participante conocimiento de contenidos específicos del currículo, característica que favorece el aprendizaje por indagación y donde el estudiante adquiere un rol principal en el proceso (Figura 2.1).

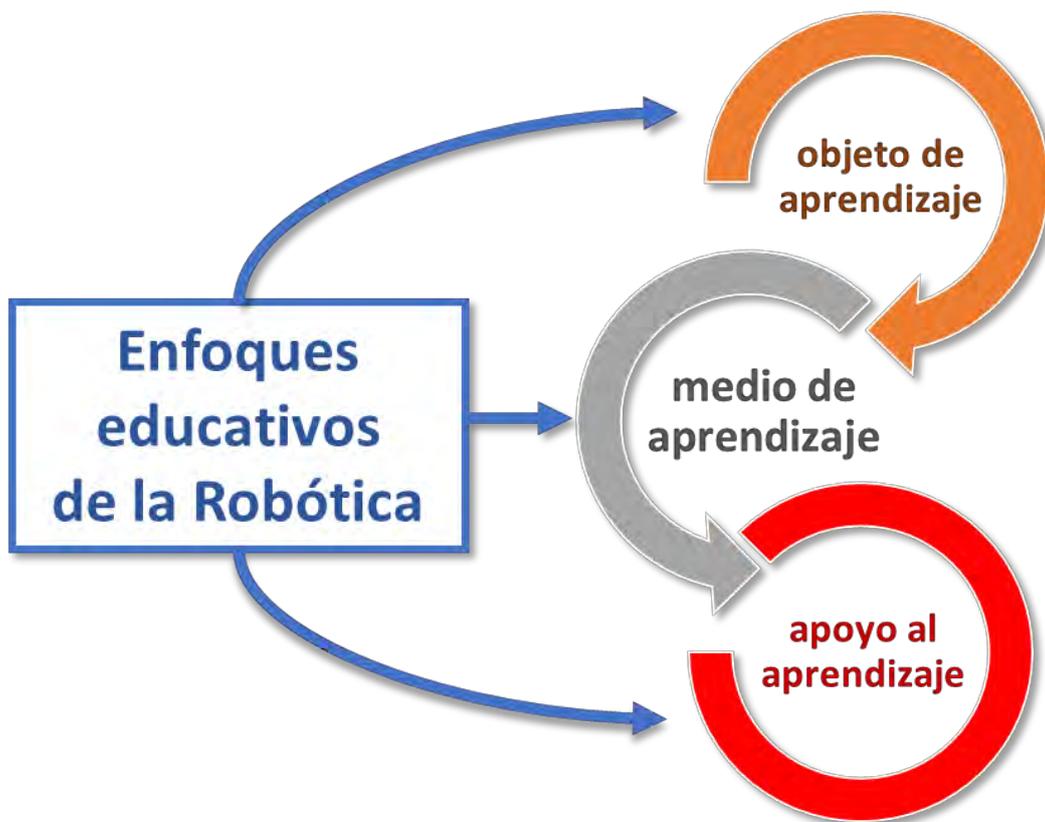


Figura 2. 1 Orientación o enfoque educativo de la robótica (basado en la clasificación presentada por Moreno et al., 2012)

2.3.1 Constructivismo

Los vínculos pedagógicos son uno de los aspectos de gran importancia en relación con la integración de la RE en los contextos de enseñanza-aprendizaje. Al respecto, Monsalves (2011), acentúa que la robótica en el ámbito educativo se ha desarrollado utilizando como soporte principal los principios procedentes de las teorías del desarrollo cognitivo «Constructivismo» formuladas por Jean Piaget y examinadas en su momento por el matemático y psicólogo Seymour Papert.

En la teoría constructivista del aprendizaje, Piaget establece la división del pensamiento en dos tipos distintos: el pensamiento físico y el lógico-matemático. El primero consiste en el conocimiento de los objetos de una realidad externa, sus propiedades o características. Mientras que el segundo, es decir, el pensamiento lógico-matemático se refiere a la coordinación de las relaciones que se producen entre los objetos y las acciones.

Piaget argumentaba que era posible favorecer este pensamiento a través de la experiencia en el aula, tanto con los objetos como a través de las relaciones que se producen entre compañeros y con los maestros, es decir, que visualizaba al conocimiento como un proceso de interacción entre el individuo y el medio sociocultural que le rodea (Carretero, 2000).

Precisamente de acuerdo con esta teoría es el individuo que realiza la construcción del conocimiento a partir de la relación que establece entre sus propios conocimientos previos, los aspectos afectivos y su relación con el medio o entorno (Muñoz, 2004; Serrano, González-Tejero y Pons-Parra, 2011; Ruiz- Calvo y López- Fernández, 2016).

En este sentido, la RE favorece el desarrollo de un entorno de aprendizaje basado en la colaboración, en el cual los individuos aportan para los aprendizajes del grupo e igualmente el grupo colabora para los aprendizajes de cada individuo (Liang, Readle y Alder, 2006).

2.3.2 Construccinismo

Seymour Papert, siendo discípulo de Piaget, desarrolló dentro del constructivismo una nueva corriente denominada «construccinismo». Esto ocurrió en el Centro Internacional de Epistemología Genética de Ginebra y orientó su metodología a la creación de contextos de aprendizaje donde el ordenador adquiriese un rol relevante a través del cual los estudiantes pudieran explorar y llegar a comprender de forma natural diversos contenidos de distintas áreas de conocimiento (Harel y Papert, 1991).

En la teoría constructivista, Papert, destaca la importancia del aprendizaje activo y de la construcción y reconstrucción del conocimiento manifestado en actos visibles. La concepción de Papert sobre el aprendizaje sostiene que es posible lograr un aprendizaje significativo cuando el conocimiento se convierte en un producto ya sea un robot pedagógico, un ensayo, un cuestionario, un dibujo, un artefacto tecnológico, entre otros (Papert, 1980; Mora-Isidro y Prada-Castro, 2016).

La construcción a la que hace referencia Papert consiste en dos tipos de procesos: uno lo realiza el estudiante en su cerebro (interactividad cognitiva), a través de la proyección de su sistema intelectual y el otro, es la construcción de un producto en el mundo exterior (interactividad física), mediante la proyección de sus sistemas sensoriales. Es precisamente en este punto donde la tecnología empleada como medio para la construcción de nuevos productos o artefactos tecnológicos, se transforma en materia prima para dar soporte a los procesos cognitivos del estudiante (Saxe y Murillo, 2004; Ruiz-Velasco, 2007).

Concretamente podemos decir que la RE, fundamentada en la teoría constructivista, permite la generación de contextos de aprendizaje heurístico apoyados fundamentalmente en la participación de los estudiantes, generando aprendizaje a partir de la propia experiencia durante el proceso de diseño, construcción y prueba de prototipos robóticos (Odorico, 2004; Ruiz-Velasco, 2007; Alimisis y Kynigos, 2009; Sánchez y Guzmán, 2012)

2.3.3 Pedagogía lúdica: aprender jugando

La RE es un medio de aprendizaje considerado como multidisciplinario debido a que se emplean recursos concretos como: palancas, engranajes, poleas; otros de tipo electrónico (motores, sensores) y digitales (software de programación). Mediante su agrupación, los estudiantes pueden diseñar o recrear diferentes máquinas que logran simular procesos de automatización de actividades del mundo real.

Además, la construcción de estos prototipos generalmente se logra a través de un proceso basado en el trabajo cooperativo y en el cual se fortalece la práctica de valores y actitudes positivas como el trabajo en equipo, el liderazgo, la creatividad, la autoestima entre otros.

En este contexto de aprendizaje basado en la tecnología (Robótica Educativa), el aspecto lúdico de las actividades representa un factor motivador hacia el proceso, lo que permite que la participación de los estudiantes sea activa, reflexiva, tolerante, creativa, favoreciendo en gran medida la producción de aprendizajes y conocimientos significativos (Kandlhofer y Steinbauer, 2016; Angel-Fernandez y Vincze, 2018).

En el desarrollo de actividades de aprendizaje fundamentadas en la robótica, como eje vertebrador del proceso, los participantes (niños pequeños, jóvenes, adultos) pueden experimentar con conceptos de las ciencias de la computación, la ingeniería, las matemáticas y otras áreas (Bers, 2008). Al participar en este tipo de proyectos con robótica, se juega y divierte para aprender mientras se aprende en un contexto creativo (Resnick y Rosenbaum, 2013).

Resnick (2003) considera que la proliferación de nuevas tecnologías, y el consiguiente aumento del ritmo y la complejidad de nuestras transacciones e interacciones mediante estos recursos, esta acentuando la necesidad de aplicar la creatividad en todos los aspectos de nuestras vidas, es decir, que la creatividad es un aspecto crítico para la realización de nuestras actividades personales, el enriquecimiento cultural, cívico y el desempeño laboral exitoso.

Además, sostiene que a medida que nuestras sociedades y economías se hacen cada vez más dependientes de la creatividad y la innovación, se necesitará más aprendizaje lúdico en nuestras vidas, no menos. Por lo cual siendo discípulo de Papert y guía del MIT Media Lab, Lifelong Kindergarten, ha sugerido «*kindergartizar*» toda la educación, es decir, impregnar con la filosofía precursora de Froebel, creador de los Kindergarten, la educación para todas las edades (Resnick 2003).

El objetivo de su trabajo es apoyar el aprendizaje lúdico no sólo para los niños de cinco años, sino en los diferentes momentos (niñez, adolescencia, madurez y vejes) con el propósito de mantener vivo al niño dentro de cada uno de nosotros, para que la creatividad de la infancia persista y crezca a lo largo de toda la vida.

En este contexto de aprendizaje propuesto por Resnick la robótica educativa representa un aporte de gran significado, ya que contribuye a la enseñanza-aprendizaje siendo un factor de innovación, aprendizaje tangible, elemento lúdico y realismo. Por otro lado, permite desarrollar estrategias de aprendizaje con tecnología, desde las primeras etapas escolares.

Al desarrollar actividades de aprendizaje con RE en los primeros niveles de formación se aportan experiencias que los niños y niñas combinarán con sus aprendizajes previos a través del juego y los espacios en que comparten con sus compañeros, prueban, verifican sus limitaciones, experimentan y obtienen retroalimentación de otras personas (Honey y Kanter, 2013; Bers et al., 2014).

En estos escenarios de aprendizaje, como sustenta Da Silva- Filgueira y González-González (2017), “el proceso de aprendizaje se conforma de elementos claves como la imaginación, la creación, el juego, compartir y reflexionar, todos interrelacionados entre sí como un todo”, lo que permite que el participante se involucre activamente en la generación del conocimiento diseñando experiencias de aprendizaje con un significado personal.

En **Tabla 2.1** se presentan algunas de las características asociadas al desarrollo de experiencias lúdicas mediante espacios de aprendizaje orientadas al juego.

Tabla 2.1 Características de las experiencias lúdicas (basado en Zosh et al., 2017)

Característica	Descripción
Significativo	Los niños participantes juegan para dar sentido al mundo que les rodea, encontrando significado en la experiencia al conectarla con algo que han conocido previamente. Esto permite que se puedan expresar y en paralelo se expanda la comprensión de sus experiencias personales.
Alegría	Al observar a los niños que participan en las actividades vinculadas al juego, se puede observar muy a menudo como sonríen. Lo que expresa que se están divirtiendo en lo que realizan, a pesar de que en los juegos se propongan actividades con retos que puedan causar cierto nivel de frustración al resolver y cometer errores, en general las emociones que se despiertan son de placenteras, de disfrute y motivación.
Atracción	Al resultar divertida la actividad se torna atrayente y los niños participan de forma activa, comprometidos con el desarrollo de las tareas. Esto permite que se combinen de forma positiva estados físicos y mentales.
Interactivo	La actividad involucra a los niños que se ven impulsados a interactuar con sus compañeros, al tiempo que fortalecen mediante la práctica habilidades científicas, prueban hipótesis y descubren nuevos conocimientos a través de un proceso activo y flexible.
Interacción Social	La interacción que se genera entre los niños participantes y con los tutores les permite fortalecer sus procesos de socialización al construir relaciones más fuertes al comprender los diferentes puntos de vista y mediante la colaboración en los procesos de diseños, construcción y prueba.

2.4 Perspectivas de la Robótica Educativa en el aprendizaje

El desarrollo e integración de la tecnología en la sociedad hacen de la robótica un recurso y medio de acción disponible para la realización de procesos educativos significativos y de calidad. En este sentido, algunas características que se benefician en escenarios de aprendizaje mediados a través recursos tecnológicos basados en RE son: el carácter activo, participativo y cooperativo de los estudiantes, lo cual, en palabras de Lombana (2015): “favorece su evolución desde un punto de desarrollo cognitivo real a un

punto de desarrollo cognitivo potencial, mediante la interacción social con sus pares y con el docente, consiguiendo superar sus zonas de desarrollo próximo” (p. 219).

Además, la utilización didáctica de la RE en los entornos de enseñanza-aprendizaje impulsan favorablemente al estudiante a desarrollar conceptualizaciones que les permitan hacer un abordaje eficiente a los problemas cotidianos vinculados con el adecuado uso de la tecnología.

Este hecho se incluye como uno de los atributos que son indispensables dentro del banco de conocimientos, habilidades y competencias necesarios para lograr una interacción sociocultural adecuada en el entorno natural de los ciudadanos del siglo XXI (Zúñiga, 2012; Fernández-Llamas et al., 2018).

Por otro lado, con el interés de establecer el estado del arte de la robótica, en escenarios educativos, se hace referencia a un estudio desarrollado por González-González (2019a) donde se efectúa una revisión de la literatura que se ha generado recientemente sobre el potencial de la robótica, orientada a la infancia temprana, explorando contextos educativos formales y no formales.

Entre los resultados de mayor relevancia consideramos importante destacar que esta autora presenta que se han verificado propuestas educativas sobre la implementación de planes de estudio de robótica (Bers, 2010). Además, se han presentado investigaciones que han permitido realizar una evaluación sobre el desarrollo de habilidades asociadas al pensamiento computacional (Roman-González, Moreno-León y Robles, 2019; Siu-Cheung, 2019; Chen et al., 2017) así como investigaciones que hacen referencia al fortalecimiento de funciones ejecutivas en los estudiantes (Di Lieto et al., 2017).

Igualmente, la investigadora, en base a los trabajos de Kandlhofer y Steinbauer (2016), sustenta que está tomando gran fuerza e interés la realización de estudios sobre la formación de actitudes de los estudiantes hacia la sociedad y la ciencia. En algunos trabajos sobre el aprendizaje de características tecnológicas e interacciones con los robots se destaca este hecho (Burlson et al., 2017; Serholt, 2018). Por último, González-González (2019)

resalta que las iniciativas formativas más recientes se están canalizando hacia propuestas orientadas a la formación de esta nueva forma de pensamiento «pensamiento computacional» en las primeras etapas educativas, tal y como lo sustentan las contribuciones realizadas por Jung y Won (2018) y Serholt (2018).

2.4.1 Robótica y Educación STEM o STEAM

A medida que la sociedad actual se convierte cada vez más hacia lo digital, se han puesto en marcha en el escenario internacional proyectos e iniciativas con políticas y estrategias que buscan fortalecer la educación STEM (por sus siglas en inglés: Science, Technology, Engineering and Mathematics) así como el desarrollo de habilidades y competencias que permitan a los ciudadanos responder con éxito a los desafíos que impone el nuevo paradigma social del aprendizaje y el conocimiento, variable y complejo, que debe ser abordado con eficacia (Sullivan, Kazakoff y Bers, 2013).

La nueva sociedad digital mantiene la expectativa que los individuos sean productivos, y eso requiere habilidades vinculadas a la ingeniería para usar el conocimiento de los contenidos y crear nuevas soluciones a los problemas y necesidades de un futuro variable e incierto, donde lo seguro es la presencia de cambios motivados por el factor tecnológico como catalizador principal.

El conocimiento en las áreas STEM enfatiza especialmente el uso de la tecnología y la ingeniería, pretende promover un punto de vista del aprendizaje interdisciplinario desde la infancia temprana y contribuir a transformar el conocimiento en productos para resolver los problemas de la vida diaria, por lo que tiene un papel muy significativo para la consolidación de una verdadera sociedad de la información y el conocimiento (Ludeña, 2019).

El nuevo escenario tecnológico que caracteriza a la sociedad está impulsando el robustecimiento de los programas educativos y el desarrollo de iniciativas privadas que centren su foco de atención en la alfabetización en las áreas STEM; convirtiendo al

aprendizaje de la programación y el pensamiento computacional en factores imprescindibles y prioritarios en los currículos oficiales. Además, se han desarrollado estudios que demuestran el potencial que representa la RE en la formación de este tipo de habilidades en los primeros años de formación (Bers, 2008, Bers y Horn, 2010).

Estudios sobre revisiones de literatura, realizados previamente, han argumentado el potencial de la robótica como herramienta educativa, en el contexto de las escuelas primarias, medias y secundarias; mostrando hallazgos empíricos relevantes, hemos indicado que uno de los usos más comunes de la robótica es el de contribuir a la comprensión de los conceptos relacionados con el aprendizaje de las áreas STEM (Toh et al., 2016). Por otro lado, los programas educativos que fomentan el desarrollo de la educación STEM recientemente han incorporado una A (del inglés: Arts) que corresponde al área y conocimiento de las artes lo que transforma el acrónimo en STEAM.

Al respecto Cilleruelo y Zubiaga (2014) consideran que:

“La integración de las Artes en la corriente STE(A)M nos sitúa ante un nuevo marco de aprendizaje, donde a partir de problemas deseados, de las ganas de saber, la curiosidad se convierte en motor y guía del conocimiento, un punto de partida para la exploración de diferentes soluciones.” (p. 2).

Además, mientras que muchos programas educativos de robótica se centran en tareas de alta intensidad y en la competencia, la robótica también ofrece la posibilidad de involucrar a los niños en el aprendizaje de habilidades sociales, como la colaboración y la comunicación, a través de las discusiones entre pares (Lee et al., 2013). Algunas iniciativas STEAM más recientes donde se vincula la robótica con las artes han adoptado un enfoque diferente que se centra en la creatividad y el fomento de un entorno inclusivo (Hamner y Cross 2013).

2.4.2 Aprendizaje de la codificación y programación en la infancia temprana

En el siglo XXI se espera que las personas sean algo más que consumidores tecnológicos, transformando su rol pasivo a través del diseño y construcción de soluciones

de valor, para afrontar con éxito los desafíos y retos que surgen en los diferentes escenarios que componen la sociedad actual. Por esta razón, se considera necesario iniciar la formación de habilidades ligadas al uso y dominio de las tecnologías desde una edad temprana, aprovechando el hecho de ser nativos digitales (Prensky, 2010; Kalelioğlu, 2015).

Por otro lado, considerando que la primera infancia es un periodo importante para que los niños pequeños crezcan, jueguen y exploren el mundo que les rodea y siendo una etapa del desarrollo que se caracteriza por un sentido genuino de la curiosidad y un deseo real por aprender, se están diseñando e implementando experiencias prácticas que permitirán a los niños ser parte activa en la construcción de su aprendizaje con materiales y recursos educativos propios de una sociedad cada vez más tecnificada (Bers, 2018).

En los últimos años se ha generado un creciente interés en varios países por modificar los planes de estudio existentes, adaptándolos a los nuevos requerimientos que pasan por incluir el aprendizaje de la codificación, la programación y el pensamiento computacional, como parte de las nuevas alfabetizaciones, desde una edad escolar temprana. Algunos de los países que integran actualmente la programación de manera formal en el currículo según se expone en el informe «*Programando nuestro futuro: Programación y codificación*» son: Austria, Bulgaria, Dinamarca, Eslovaquia, España (algunas comunidades autónomas), Estonia, Francia, Hungría, Inglaterra, Irlanda, Israel, Lituania, Malta, Polonia, Portugal y República Checa (INTEF, 2015; Adams-Becker et al., 2016).

En este sentido, Kalelioğlu (2015) presenta algunas referencias donde se enfatiza la importancia de la transformación de los programas de estudio. En esta se incluyen los trabajos de Repenning, Webb, y Loannidou, 2010; Bargury et al, 2012; Bers, Flannery, Kazakoff y Sullivan, 2014; Grgurina, Barendsen, Zwaneveld, Van-Veen, y Stoker, 2014; Lee, Martin, y Apone (2014).

El análisis de la literatura que efectuamos nos permitió explorar el estudio realizado por Toh et al. (2016) en donde se efectuó una verificación de las publicaciones y trabajos desarrollados entre los años 2003 al 2013. En la investigación se accedió a fuentes de datos

científicas y de gran impacto como lo son: IEEE Xplore, Academic Search Premier, ERIC (Educational Resources Centro de Información), ScienceDirect y SpringerLink.

Los autores exponen en su trabajo aquellos estudios realizados, donde se presentan resultados estadísticamente significativos, sobre la integración de la RE en el proceso de aprendizaje de niños pequeños. Igualmente, se mencionan los efectos que tienen los robots en el comportamiento y desarrollo del niño, la percepción de los interesados en el uso de los robots dentro y fuera del entorno del aula y la reacción de los usuarios (especialmente los niños) al diseño del robot (Toh et al., 2016).

La literatura científica que exploraron los autores muestra la existencia de un gran número de estudios desarrollados a través de métodos no experimentales y en los cuales se implementan varios enfoques con el propósito de validar los resultados (Tabla 2.2). Se destaca el hecho, que existen escasas investigaciones o estudios que utilizan métodos experimentales. Este argumento está en concordancia con otros resultados presentados en estudios similares desarrollados previamente como lo es el de Benitti (2012). Este hecho respalda el planteamiento del problema que hemos expuesto para el desarrollo de la presente investigación doctoral.

Tabla 2.2 Tipos de estudio existente en la literatura científica sobre aprendizaje a través de RE (basado en el estudio y análisis efectuado por Toh et al., 2016)

Tipo de estudio	Descripción de autores
No experimental (Estudio de método mixto)	Williams et al., 2007; Levy y Mioduser, 2008; Liu, 2010; Young et al., 2010; Sugimoto, 2011
No experimental (Casos de estudio anecdóticos)	Barker y Ansorge, 2007; Rusk et al., 2008; Highfield, 2010; Hong et al., 2011; Chang et al., 2010; Chen, Quadir y Teng, 2011; Slangen et al., 2011; Varney et al., 2012
No experimental (Encuesta transversal)	Woods, 2006; Lin et al., 2012
No experimental (Estudio de encuesta longitudinal)	Ruiz-del-Solar y Avilés, 2004
No experimental (Estudio de caso)	Bers, 2010; Bers y Portsmore, 2005
No experimental (Estudio correlacional)	Bers, 2010
Cuasi-experimental (Pretest y Posttest)	Barker y Ansorge, 2007; Whittier y Robinson, 2007; Chambers et al., 2008; Kazakoff et al., 2013
Estudio experimental	Beran et al., 2011; Salter et al., 2004; Michaud et al., 2005
Documento de revisión corto	Cangelosi et al., 2010

Según lo expuesto por Toh et al. (2016) el hecho de encontrar un escaso número de estudios, en el periodo analizado, es un factor que está impulsado a otros especialistas e investigadores a realizar proyectos e iniciativas asociadas a la utilización de la RE como instrumento de motivación para los procesos de aprendizaje en niños de primeros niveles educativos.

Por otro lado, Jung y Won (2018) presentan otros resultados más recientes sobre investigaciones que se han realizado y que están asociadas a los procesos de aprendizaje, en niños pequeños, mediante actividades educativas que emplean como recurso educativo la robótica. Los autores muestran sus hallazgos categorizados a través de seis temas de interés, estos son:

- Efectos de la educación en robótica en el aprendizaje de los niños pequeños
- Conceptualización de robots y sistemas de robots para niños pequeños
- Procesos y estrategias de los niños pequeños para el aprendizaje de la robótica
- La evaluación del aprendizaje de la robótica en niños pequeños
- Diferencias de género en el aprendizaje de la robótica
- Factores y condiciones del aprendizaje de la robótica en las primeras etapas educativas.

En el estudio de Jung y Won (2018) se cuestionó sobre ¿Cómo la literatura existente ubica la robótica en relación con la educación infantil? Los resultados fueron presentados a través de dos perspectivas que posicionaba la robótica dentro del contexto educativo de estos primeros niveles escolares.

La primera perspectiva consideraba la robótica como un medio o un entorno tecnológico para enseñar otras materias. En la **Tabla 2.3** se muestran seis estudios entre los 47 analizados por los autores donde se destaca este tipo de orientación sobre los programas de robótica. Según los autores, la literatura analizada posiciona a la RE como una herramienta efectiva para motivar a los jóvenes estudiantes al situarse como material tangible para el aprendizaje. Además, como enfoque instrumental de la robótica, los

estudios analizados diseñaron su investigación empleando planes de estudio sobre robótica con el propósito de apoyar el desarrollo de los contenidos de otras disciplinas.

Tabla 2.3 Estudios que utilizaron la robótica con el propósito de enseñar contenidos de otras materias (basado en el estudio realizado por Jung y Won, 2018)

Autores/Aporte	Edad	Actividad	Área objetivo
Cacco, L., y Moro, M. (2014). <i>When a Bee meets a Sunflower.</i>	6	Programación	Ciencia Inicial (Botánica)
Datteri, Zecca, Laudisa, y Castiglioni (2013). <i>Learning to explain: The role of educational robots in science education.</i>	7	Construcción y Programación	Ciencia (Habilidades de investigación científica)
McDonald y Howell (2012). <i>Watching, creating and achieving: Creative technologies as a conduit for learning in the early years.</i>	5-7	Construcción y Programación	Alfabetización temprana y aritmética
Wei, Hung, Lee y Chen (2011). <i>A joyful classroom learning system with robot learning companion for children to learn mathematics multiplication</i>	7	Construcción y Programación	Matemáticas (Multiplicación)
Highfield (2010). <i>Robotic toys as a catalyst for mathematical problem solving.</i>	3-4 y 6	Programación	Matemáticas Tempranas (Matemáticas y Solución de problemas)
Chambers, Carbonaro y Murray (2008). <i>Developing conceptual understanding of mechanical advantage through the use of Lego robotic technology.</i>	9-10	Construcción y Programación	Ciencia (Ruedas y Palancas)

La segunda perspectiva expuesta en el análisis propuesto por Jung y Won (2018) consideró la robótica como una herramienta para el aprendizaje de la propia robótica como disciplina de estudio. El resto de los estudios (41 artículos) posicionaron la robótica como una disciplina que era enseñada a los niños pequeños, vinculándola al desarrollo de habilidades y conocimientos asociados a las disciplinas STEM.

En relación con los factores y condiciones del aprendizaje de la robótica en niños de primeras etapas escolares, los autores hacen referencia a la investigación desarrollada por Strawhacker y Bers (2015), donde se comparan tres condiciones diferentes de interfaz robótica (interfaz tangible vs. interfaz gráfica vs. interfaz híbrida) y se utiliza como método un enfoque mixto. En esta investigación los autores mostraron numéricamente que los tipos de interfaz utilizados tenían poca influencia en la comprensión de la programación de los niños de jardín de infancia.

En el estudio presentado por Strawhacker y Bers (2015) se expuso que la enseñanza de la programación con una sola interfaz primero era mejor que dos a la vez. Curiosamente, los autores señalaron sus limitaciones para captar qué factores marcaban una diferencia en el aprendizaje de los niños de la programación. Por lo tanto, sugirieron que el efecto de las diferentes interfaces debería ser investigado de forma conjunta, en otros estudios adicionales. A fin de poder establecer qué procesos, perspectivas y patrones de aprendizaje afectan al proceso aprendizaje de la programación en niños pequeños.

Además, Jung y Won (2018) sostienen que el enfoque de la literatura en el periodo analizado se orienta hacia los factores del currículo de robótica (por ejemplo, el enfoque de la enseñanza, el cuestionamiento de los profesores, las características tecnológicas de las herramientas y el orden de las actividades). Igualmente, señalan que uno de los factores con mayor impacto en la literatura analizada fue la edad de los estudiantes. Es decir, que en las investigaciones que se están realizando en los últimos años, sobre aprendizaje mediante RE, se está incluyendo cada vez más una muestra de estudiantes que pertenecen a niveles educativos de pre-kinder y kinder (el equivalente al segundo ciclo de educación infantil en España).

La literatura existente ha tendido a exaltar el factor de la edad de diferentes maneras en función de los contextos del aula o de los contextos más amplios de los alumnos (comunitarios, sociales o culturales). Lo cierto es que esto crea una línea de investigación activa que unido a factores como la creciente evolución que está produciéndose en materia de recursos para fomentar el aprendizaje de habilidades sobre programación y codificación, convierten a este escenario de aprendizaje en una oportunidad para contribuir a robustecer el conocimiento científico existente.

2.4.3 Desarrollo de habilidades sociales mediante actividades con Robótica

En la medida que los recursos tecnológicos se integran cada vez más en los diferentes sectores del escenario social, surge entre la comunidad de investigadores y profesionales de la educación la preocupación por el posible uso excesivo de los dispositivos y las tecnologías

digitales en el aula. Lo que para algunos pudiera ir en detrimento del aprendizaje y el desarrollo de atributos como la creatividad, al utilizarse bajo una perspectiva pasiva, como señala Sullivan y Bers (2018) en referencia a los trabajos de Cordes y Miller (2000) así como los aportes de Oppenheimer (2003).

Con el propósito de afrontar estas preocupaciones se está canalizando la atención hacia el desarrollo de programas formativos que permitan involucrar a niños pequeños en el aprendizaje de los nuevos conocimientos y habilidades que propician la tecnología y las ciencias computacionales, enfocándose en la utilización de modelos y pedagogías que favorezcan la actividad y el desarrollo de comportamientos y actitudes positivas entre los estudiantes. Transformándolos en creadores en lugar de consumidores pasivos de sus experiencias (Bers 2012; Resnick 2006).

Recientemente, el trabajo vinculado a la tecnología educativa se está orientando en relación con los entornos de aprendizaje informales, como espacios prometedores para apoyar el crecimiento personal y social de los alumnos, a través de novedosas experiencias con educación STEM (Bers, Strawhacker y Vizner, 2018). Por ejemplo, «los *makerspaces*» que se ubican en escuelas y bibliotecas. Se les considera espacios de creación que fomentan el trabajo colaborativo a través del uso de una variedad de herramientas de construcción novedosas y tradicionales como las impresoras 3D, cortadoras láser, equipos de carpintería. Permitiendo a los participantes (estudiante y profesores) trabajar en proyectos personalmente significativos dentro de una comunidad de compañeros y mentores (Honey y Kanter, 2013; Sullivan y Bers, 2018).

Los espacios de creación poseen elementos que los constituyen en verdaderos espacios de aprendizaje al maximizar las interacciones positivas de los niños con herramientas digitales novedosas como la RE y los dispositivos digitales.

Resumen

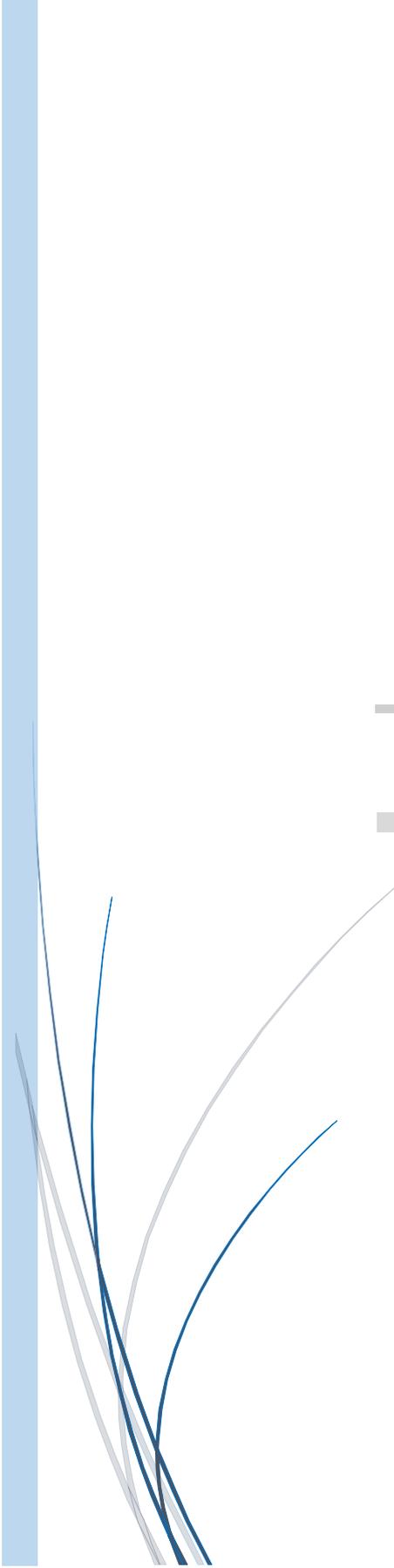
En este capítulo hemos podido explorar los enfoques conceptuales que se aplican a la RE, como lo hemos visto a través de los aportes de los diferentes autores que se han presentado, lo cierto es que la RE es considerada como una de las tecnologías disruptivas que, aplicadas a contextos educativos, contribuyen eficazmente al desarrollo y fortalecimientos de las nuevas alfabetizaciones, habilidades y competencias digitales que se requieren en la sociedad tecnificada en la que vivimos.

En este sentido, la creciente integración de la tecnología en la sociedad hace de la robótica un recurso y medio de acción disponible para la realización de procesos educativos significativos y de calidad. Algunas de las características que se benefician en escenarios de aprendizaje mediados a través recursos tecnológicos basados en RE son: el carácter activo, participativo y cooperativo de los estudiantes (Zúñiga, 2012; Lombana, 2015). Igualmente, la utilización didáctica de la RE en los entornos de enseñanza-aprendizaje estimulan favorablemente al estudiante a desarrollar conceptualizaciones que les permitan hacer un abordaje eficiente a los problemas cotidianos vinculados con el adecuado uso de la tecnología (Fernández-Llamas et al., 2018).

Se pudo establecer que existen diversos enfoques a la hora de enseñar a través de la robótica, que pueden ser: como objeto de aprendizaje, como medio de aprendizaje o como apoyo al aprendizaje (Moreno et al., 2012). Los principales fundamentos pedagógicos de la robótica recaen en las corrientes constructivistas y construccionistas (Papert, 1980).

La literatura científica que se verificó muestra la existencia de un gran número de estudios desarrollados a través de métodos no experimentales y en los cuales se implementan varios enfoques con el propósito de validar los resultados. Un punto importante sería el destacar que, existen escasas investigaciones o estudios que utilizan métodos experimentales sobre la implementación de iniciativas de aprendizaje con robótica educativa, de acuerdo con las evidencias encontradas en la literatura científica (Benitti, 2012; Toh et al., 2016). Finalmente, se destaca que esfuerzos formativos más recientes se están canalizando hacia propuestas orientadas a la formación de las nuevas alfabetizaciones,

habilidades y competencias en las primeras etapas educativas, utilizando como medio o material didáctico la robótica educativa (Jung y Won, 2018; Serholt, 2018). Transformando a los estudiantes en creadores tecnológicos, en lugar de consumidores pasivos de sus experiencias (Resnick 2006; Bers 2012).

A vertical blue bar is positioned on the left side of the page. From its base, several thin, curved lines in shades of blue and grey extend upwards and to the right, creating an abstract, organic shape.

Capítulo 3

CAPÍTULO 3.

Pensamiento computacional: enfoque de aprendizaje para fomentar el desarrollo de las nuevas alfabetizaciones

- 3.1 Antecedentes e iniciativas desarrolladas
 - 3.1.1 Exploración conceptual
- 3.2 Pensamiento computacional desde la perspectiva de las Teorías y los principios educativos del aprendizaje
- 3.3 Componentes y características que estructuran el pensamiento computacional
- 3.4 Desarrollo y evaluación del pensamiento computacional: marcos de referencia
- 3.5 Pensamiento computacional en la infancia temprana
 - 3.5.1 Soporte pedagógico y enfoques activos utilizados
 - 3.5.2 Recursos utilizados para el desarrollo de estrategias de aprendizaje
 - 3.5.3 Enfoques para evaluar el aprendizaje del pensamiento computacional

Resumen

CAPÍTULO 3. Pensamiento computacional: enfoque de aprendizaje para fomentar el desarrollo de las nuevas alfabetizaciones

“El pensamiento computacional es una habilidad fundamental para todos, no sólo para los informáticos. A la lectura, la escritura y la aritmética, deberíamos añadir el pensamiento computacional como una capacidad analítica de cada niño.”

Jeannette M. Wing

El Pensamiento Computacional (en adelante PC) se ha convertido, actualmente, en una de las corrientes formativas y de aprendizaje sobre alfabetización tecnológica más importantes, logrando capturar el interés y la atención de científicos y especialistas en importantes foros académicos, empresariales y de investigación. En consecuencia, se está observando un aumento significativo de proyectos y estudios tanto académicos como de tipo comercial enmarcados en este campo de conocimiento.

En este capítulo se abordan inicialmente los antecedentes del pensamiento computacional, así como una descripción de las principales iniciativas que se han desarrollado en el ámbito internacional. Para luego establecer una aproximación conceptual, en base a los principales aportes que han representado los diversos proyectos realizados desde la perspectiva pública y privada en el contexto internacional.

Otro aspecto importante que se incluye en este capítulo es el soporte pedagógico en las que se enmarca el desarrollo de las actividades de aprendizaje del pensamiento computacional. Igualmente se incluye una descripción de los principales marcos de referencia utilizados para estructurar el desarrollo de las actividades de aprendizaje, sobre esta nueva forma de pensamiento. Para finalizar se exploran algunos aspectos destacados en relación con el desarrollo del pensamiento computacional en la infancia.

3.1 Antecedentes e iniciativas desarrolladas sobre PC

Para finales de los años 60 un grupo de investigadores y científicos del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT por las iniciales de su nombre en inglés, Massachusetts Institute of Technology) liderados por Seymour Papert crearon el lenguaje de programación Logo, con el propósito de generalizar el aprendizaje de la programación en estudiantes desde primeras etapas escolares; consiguiendo, que pudieran desarrollar una serie de habilidades que les ayudaran a obtener y dominar los conocimientos necesarios en áreas como las matemáticas (Papert, 1980; Watt y Watt, 1993). Sin embargo, pese a las iniciativas y esfuerzo propuestos durante las décadas del setenta y ochenta, en Estados Unidos, la enseñanza disminuyó y casi desaparece en los noventa.

Seymour Papert fue el primero en emplear formalmente el término «pensamiento computacional» en su trabajo titulado *Mindstorms* (Papert, 1980). Sin embargo, se atribuye a Jeannette Wing la utilización y descripción más completa y profunda del término, a través de su artículo «Computational Thinking» (Wing, 2006).

Según esta investigadora del Departamento de Ciencias de la Computación en Carnegie Mellon University, Estados Unidos, el aprendizaje del PC permite fortalecer la capacidad de resolver problemas y diseñar sistemas, basados en los conceptos fundamentales de la computación (Wing, 2006). Posteriormente, en 2008, Wing expresó: «El pensamiento computacional influirá en todos los campos de actividad, lo que supondrá un nuevo reto educativo para nuestra sociedad, especialmente para nuestros hijos» (Wing, 2008, p. 3717).

Gracias al trabajo de Wing y a la creación de nuevos lenguajes de programación, así como el desarrollo de dispositivos más accesibles (por ejemplo, los kits de robótica educativa) y orientadas a un público diverso, como niños pequeños y profesionales de la educación no especialistas, la integración de la programación, la robótica y el pensamiento computacional en los currículos escolares se ha convertido en una de las tendencias con mayor impacto en el escenario educativo internacional.

En 2009 la National Science Foundation apoyó económicamente la realización del proyecto: *Leveraging Thought Leadership for Computational Thinking in PK-12*. Este fue una iniciativa que se desarrolló conjuntamente entre la *Computer Science Teachers Association (CSTA)*⁵ y la *International Society for Technology in Education*⁶.

El propósito de esta iniciativa fue lograr que los conceptos asociados al PC fueran accesibles a los educadores, proporcionando una definición operativa, un vocabulario compartido y ejemplos significativos adecuados a la edad de los estudiantes. En el proyecto se vinculaban los objetivos educativos y las prácticas de aula (Barr, Harrison, y Conery, 2011)

El creciente interés que se generó, a nivel internacional por fomentar iniciativas que estimulen el aprendizaje del PC ha permitido que los recursos existentes para su desarrollo e integración, en los diferentes contextos educativos, estén cada vez más disponibles para los educadores, padres, estudiantes y todos los demás interesados en la temática.

Un claro ejemplo fue la iniciativa de la internacional Google. En el 2010 este gigante tecnológico lanzó el sitio web *Exploring Computational Thinking*⁷ que contenía una gran cantidad de enlaces a otros recursos de la web, incluyendo planes de lecciones para profesores de ciencias y matemáticas orientadas a niveles K-12.

⁵ <https://www.csteachers.org/>

⁶ <https://www.iste.org/>

⁷ www.google.com/edu/computational-thinking

Igualmente, la *Computer Science Unplugged*⁸, creado por Tim Bell, Mike Fellows e Ian Witten, ofrece formación en ciencias de la computación sin el uso de una computadora. El material está orientado concretamente a niños de escuela primaria y de nivel medio. En este sitio las contribuciones provienen de personas que trabajan en muchos países, que incluyen: Nueva Zelanda, Suecia, Australia, China, Corea, Taiwán y Canadá, así como en los Estados Unidos.

En Europa, desde el año 2012, la comunidad científica ha liderado la discusión sobre la integración de estrategias de formación sobre habilidades de pensamiento computacional incluidas en el currículo escolar. Para esto se han presentado varios informes que reconocen el valor de la informática como una disciplina de conocimiento equiparándola al nivel de las matemáticas o el aprendizaje de las lenguas (INTEF, 2018b).

Entre los informes que se han desarrollado están los presentados por: la *Royal Society* en el Reino Unido, la *Academie des Sciences* en Francia⁹, la *Sociedad Científica Informática de España*¹⁰ y la *Association of Computing Machinery – Europe (ACM)*¹¹ (l'Académie des sciences, 2013; INTEF, 2018a; INTEF, 2018b).

El impacto que representa el aprendizaje del PC como estrategia vinculada a la adquisición de habilidades digitales, necesarias para vivir y desempeñarse con éxito en la sociedad digital y tecnológica de hoy, impulsó al gobierno de los Estados Unidos en 2016 bajo la administración del presidente Barack Obama, a desarrollar el proyecto denominado «*Computer Science for all*» Ciencias de la Computación para todos (**Figura 3.1**). La estrategia pretendía que todos los estudiantes de este país, desde educación Infantil hasta secundaria, lograsen aprender ciencias de la computación y adquirieran habilidades de PC necesarias para convertirse en creadores, dentro de una economía digital, activa y altamente competitiva (INTEF, 2019).

⁸ www.csunplugged.org

⁹ <https://www.academie-sciences.fr>

¹⁰ <http://www.scie.es/>

¹¹ <https://europe.acm.org/>



Figura 3.1 Anunció de la iniciativa «Ciencias de la Computación para todos» a cargo del presidente de los Estados Unidos en 2016, Barack Obama.

Fuente: <https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2016/01/30/computer-science-all>

En el 2013 y con el apoyo de la Comisión Europea y el financiamiento de las principalmente firmas tecnológicas, como Google, se implementó la iniciativa «*Europe Code Week*» lo que demuestra que la industria del software comparte, igualmente, la perspectiva e interés por lograr el desarrollo de habilidades asociadas a las nuevas alfabetizaciones, como la codificación, programación y PC (Gander et al., 2013). Otros proyectos realizados que representan un gran impacto, en el contexto internacional, han sido los desarrollos de Scratch¹² y la iniciativa code.org¹³. Estos han contado con la participación de empresas de gran renombre como lo son: Amazon, Apple, Dropbox, Facebook, Academia KHAN¹⁴ y Microsoft¹⁵.

En Europa se ha realizado el proyecto Erasmus+ KA2 «TACCLE3–Coding»¹⁶. Una iniciativa que proporciona contenidos, prácticas y experiencias para desarrollar exitosamente el pensamiento computacional y habilidades de codificación en distintos niveles educativos (García-Peñalvo, 2016a).

¹² <https://scratch.mit.edu/>

¹³ <https://code.org/>

¹⁴ <https://es.khanacademy.org/>

¹⁵ <https://www.microsoft.com/es-xl/MicrosoftFilantropia/yopuedoprogramar/default.aspx>

¹⁶ <http://taccle3.eu>

En Asia, se promovió la iniciativa *Smart Nation* (Digital News Asia, 2015)¹⁷ el proyecto permitió llevar la tecnología a los centros de educación infantil, un ejemplo fue el programa «*PlayMaker*»¹⁸ que se desarrolló en Singapur. En este programa se realizaron experiencias formativas para lograr el aprendizaje de la codificación, como estrategia, para el desarrollo de habilidades digitales en niños desde la infancia temprana.

Para lograrlo la Autoridad de Desarrollo de Medios Infocomm de Singapur (IMDA)¹⁹ y el gigante tecnológico estadounidense Microsoft Corp. (**Figura 3.2**), unieron esfuerzos desde el 2015, para desarrollar un ambicioso plan que buscaba transformar Singapur, en lo que se denominó una nación de "pensamiento computacional" al enseñar habilidades de codificación y alfabetización digital de forma generalizada, iniciando con los primeros niveles escolares.



Figura 3.2 Lanzamiento de iniciativas sobre alfabetización digital, bajo un esfuerzo conjunto entre IMDA (Singapur) y la empresa Microsoft Corp.

Fuente: <https://www.digitalnewsasia.com/digital-economy/singapore-from-smart-nation-to-code-nation>

Además, en Singapur se desarrollaron otros proyectos como '*Code for Change*', un programa de tres años que tenía como objetivo enseñar a 1,2 millones de singapurenses varios niveles de codificación. Por otro lado, Microsoft impulsó el evento «*Innovate for Good*» en Malasia con el propósito de reunir a jóvenes de todo el mundo para utilizar la tecnología y hacer una diferencia en sus comunidades (**Figura 3.3**).

¹⁷ <https://www.digitalnewsasia.com/>

¹⁸ <https://www.imda.gov.sg/programme-listing/playmaker>

¹⁹ <https://www.imda.gov.sg/>



Figura 3.3 La compañía Microsoft Malasia lanza el programa juvenil 'Innovate for Good' en Malasia

Fuente: <https://www.digitalnewsasia.com/digital-economy/microsoft-malaysia-launches-innovate-for-good-programme-for-youth>

Otra de las líneas de actuación o directrices utilizadas como enfoque para orientar el desarrollo de los procesos de aprendizaje sobre PC es la iniciativa «*Computing at School*»²⁰ por las siglas en inglés (CAS). La iniciativa fue el producto de una alianza donde participaron el Ministerio de Educación del Reino Unido, universidades, investigadores y empresas privadas vinculadas al sector tecnológico e informático de este país.

El propósito de esta propuesta fue promover y apoyar la excelencia en la educación en Ciencias de la Computación dentro del sistema británico y surgió en el contexto de planificación, diseño e implementación del nuevo currículo educativo que se originó en el 2013 y se introdujo durante el curso 2014-2015 (González-Román, 2016).

El proyecto de transformación educativa británico incluyó las diferentes etapas de la educación obligatoria, es decir, los estudiantes entre los 5 y 15 años. La orientación se enfocó hacia el logro de las habilidades de programación y alfabetización digital necesarias en una sociedad digital. El CAS permitió que se lograra involucrar a los profesores, mediante jornadas de formación basados en la utilización de los nuevos recursos y estrategias didácticas bajo la utilización de soporte tecnológico.

²⁰ <https://www.computingatschool.org.uk/>

El objetivo fue lograr la integración exitosa del nuevo currículum en las aulas. Para esto como propuesta operativa se estableció una comunidad web denominada «CAS Barefoot». En el sitio web del Barefoot²¹ se puede apreciar la versión más actualizada de la iniciativa original, en este los profesores pueden acceder a una serie de recursos y la descripción de experiencias para lograr la implementación de prácticas innovadoras en los planes de estudios que se desarrollan en el aula (Figura 3.4).



Figura 3.4 Ejemplo del sitio web de la iniciativa barefoot computing

Por otro lado, en el informe preparado para el Centro Común de Investigación²² (JRC, *Joint Research Centre*) de la Unión Europea se efectuó un análisis sobre las políticas que se han implementado en la esta región y otros países. En este se agrupa el impacto que ha generado la inminente integración del PC en dos importantes tendencias como corriente formativa de gran impacto en la era de la información, el conocimiento y la digitalización.

Una de estas tendencias se orienta a lograr el desarrollo de habilidades de PC en niños y jóvenes, lo que permitirá que “puedan pensar de manera diferente, expresarse a través de una variedad de medios, resolver problemas del mundo real y analizar temas cotidianos desde una perspectiva diferente” (Bocconi et al., 2016, p. 25). Una segunda

²¹ <https://www.barefootcomputing.org/>

²² <https://ec.europa.eu/jrc/en>

orientación consiste en integrar el aprendizaje del PC “para impulsar el crecimiento económico, cubrir puestos de trabajo relacionados al sector TIC y prepararse para futuros empleos” aún por definir (Bocconi et al., 2016, p. 25).

Como apreciamos son dos posturas distintas sobre el PC, lo cierto es que existen cambios vinculados a su aprendizaje. Por esta razón en los distintos sectores de actividad que componen el entramado social se exploran las ventajas o desventajas de adquirir o no su dominio, frente a los requerimientos que impone la integración tecnológica y digital en la que actualmente vivimos. En este sentido, son varios los países que han integrado la enseñanza de la programación, a nivel formal en sus currículums escolares, como medio para fortalecer el desarrollo del PC. Algunos de estos países son: Estonia, Suiza, Finlandia, EE. UU., Israel, Singapur y el Reino Unido.

En el caso de España, como se establece en los informes preparados por SCIE/CODDI (2018) la legislación educativa es compleja, con un reparto de competencias en la planificación y desarrollo de las asignaturas entre gobierno central, gobiernos autonómicos y centros educativos (BOE, 2014; BOE, 2015). Se indica en estos informes que, de acuerdo al ejercicio de sus competencias, las comunidades autonómicas pueden establecer o complementar contenidos, criterios de evaluación o estándares de aprendizaje evaluables para las asignaturas, según el caso. También pueden definir asignaturas de libre configuración autonómica.

Además, como se detalla en algunos informes elaborados por el INTEF (Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado) existe una gran diversidad de situaciones; la mayoría de las comunidades autonómicas han introducido algunas asignaturas sobre programación, robótica o pensamiento computacional en Educación Secundaria (INTEF, 2018a; INTEF, 2018b).

Se destacan algunas comunidades donde su oferta es obligatoria, como es el caso de Navarra en Educación Primaria, la Comunidad Valenciana en Educación Secundaria, y Madrid y Cataluña en ambas etapas educativas. También es de relevancia mencionar la propuesta presentada sobre Competencia Digital del Alumnado expuesta por el Gobierno

Vasco (Berritzegune de Sestao, 2017) donde se detalla las competencias a alcanzar al final de Educación Primaria y Educación Secundaria Obligatoria.

En otros estudios desarrollados como los de Llorens-Largo, et al., 2017; Segredo, Miranda, y León, 2017; Fundación-Telefónica, 2017; Gonzalez-Gonzalez, 2019a, se presentan referencias a proyectos realizados de forma puntual para promover el aprendizaje del pensamiento computacional, orientadas a entornos no formales. Entre los que se mencionan están: *Code Week*²³, *Code.org*²⁴, *Made with code*²⁵, *Computing at School*²⁶, *Coding pirates*²⁷, *Bebras*²⁸, *Girls in Tech*²⁹, *CoderDojo*³⁰, *computational thinking en Google for Education*³¹.

3.1.1 Exploración conceptual

Actualmente el término pensamiento computacional se utiliza para referirse al conjunto de ideas, conceptos y principios vinculados a las áreas de ciencias computacionales e informática. Concretamente, “se trata de un proceso de pensamiento (o una habilidad de pensamiento humana) que usa enfoques analíticos y algorítmicos para formular, analizar y resolver problemas” (Bocconi et al., 2016).

Han pasado más de diez años desde que Jeannette Wing presentó en la revista *Communication of the ACM* una primera aproximación al concepto de PC. En esta publicación de marzo de 2006 Wing sostuvo que el PC:

“...implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, basándose en los conceptos fundamentales de la ciencia de la computación. El pensamiento computacional incluye una amplia variedad de herramientas mentales que reflejan la amplitud del campo de la computación...” (Wing, 2006, p. 33).

²³ <http://codeweek.eu/>

²⁴ <https://code.org/>

²⁵ <https://www.madewithcode.com/>

²⁶ <http://www.computingatschool.org.uk>

²⁷ <https://codingpirates.dk/>

²⁸ <http://bebras.org/>

²⁹ <https://girlsintech.org/>

³⁰ <https://coderdojo.com/>

³¹ <https://edu.google.com/resources/programs/exploring-computational-thinking/>

Igualmente, en esta publicación de 2006 Wing afirma que el PC “representa un conjunto de habilidades y actitudes, aplicable universalmente; que toda persona (no sólo los científicos de la computación) debería adquirir y utilizar” (Wing, 2006, p. 33). Esta investigadora presenta el pensamiento computacional como una habilidad básica y necesaria, afectando su dominio a cualquier persona. En consecuencia, su aprendizaje debería integrarse en los procesos educativos desde las primeras etapas escolares. Elevando su importancia al nivel y significado que tienen el desarrollo de alfabetizaciones tradicionales como la “lectura, escritura y aritmética” e influyendo de forma significativa en el desarrollo de las habilidades analítico-instrumentales del niño (Adell et al., 2019).

La *Computer Science Teachers Association* y la *International Society for Technology in Education* (CSTA e ISTE, 2009; González, 2015) han desarrollado una definición operativa sobre PC que se considera una referencia de gran valor. En esta se contempla las operaciones que conforman el PC desde una perspectiva práctica, estableciendo que es un proceso de resolución de problemas que incluye (pero no está limitado) a las siguientes características:

- Formular problemas de una manera que nos permita usar un ordenador y otras herramientas para ayudar a resolverlos.
- Organizar y analizar datos de una manera lógica.
- Representar datos a través de abstracciones tales como modelos y simulaciones.
- Automatizar soluciones mediante el pensamiento algorítmico (una serie de pasos ordenados).
- Identificar, analizar e implementar posibles soluciones con el objetivo de conseguir la combinación más eficaz de pasos y recursos.
- Generalizar y transferir este proceso de resolución de problemas a una amplia variedad de problemas.

En 2011, Wing propuso una nueva definición de PC, exponiéndolo como:

"el proceso de pensamiento que interviene en la formulación de los problemas y sus soluciones, de modo que las soluciones se representen de una forma que pueda ser llevada a cabo eficazmente por un agente de procesamiento de la información" (Wing, 2011, p. 1).

La propuesta conceptual de Wing (2011) sobre PC permite desprender dos aspectos que son especialmente significativos para la obligatoriedad de esta corriente en el contexto educativo:

- El primero es considerar al pensamiento computacional como un proceso de pensamiento, por lo tanto, independiente de la tecnología.
- El segundo, es ver al pensamiento computacional como un tipo específico de resolución de problemas que conlleva capacidades distintas, por ejemplo, ser capaz de diseñar soluciones que pueden ser ejecutadas por un ordenador, un humano o una combinación de ambos.

Otro de los aportes, al repositorio conceptual sobre PC, con gran valor referencial es el que establece la *Royal-Society* en 2012 p.29:

“es el proceso de reconocimiento de los aspectos de la computación en el mundo que nos rodea, y la aplicación de herramientas y técnicas de la informática para entender y razonar sobre los sistemas y procesos tanto naturales como artificiales”

En agosto de 2016, la CSTA (*Computer Science Teachers Association*) publicó una serie de Estándares de Ciencias de la Computación orientadas a Educación Primaria y Secundaria, como una actualización de los ya existentes, en donde se hacían referencia a las definiciones propuestas por Wing (2011).

En estos estándares se enfatiza algunos aspectos como los son: la resolución de problemas, abstracción, automatización y análisis como elementos representativos del pensamiento computacional:

"Creemos que el Pensamiento Computacional es una metodología de resolución de problemas que amplía el campo de la computación a todas las disciplinas, proporcionando un medio distinto de analizar y desarrollar soluciones a problemas que pueden ser resueltos computacionalmente. Centrado en la abstracción, la automatización y el análisis, el Pensamiento Computacional es un elemento esencial de la disciplina de la computación" (p.6).

Por otro lado, Bers (2017) atendiendo a los nuevos requerimientos y dominios cognitivos que impulsa la sociedad de la información y el conocimiento a través de las tecnologías digitales, considera necesario que los ciudadanos del siglo XXI aprendan a «codificar» y «programar» para ser productores digitales de información, no solo consumidores de datos e información en un mundo digital.

Esta investigadora considera que es importante diferenciar los conceptos «codificación», «programación» y «pensamiento computacional», pese a que frecuentemente se utilizan de forma indistinta en los procesos asociados al desarrollo del PC. Además, sostiene que estos términos no se refieren a lo mismo, pero si existe una fuerte vinculación entre ellos. La **Figura 3.5** muestra de forma concreta la descripción de estos conceptos de acuerdo con el criterio presentado por Bers (2017).

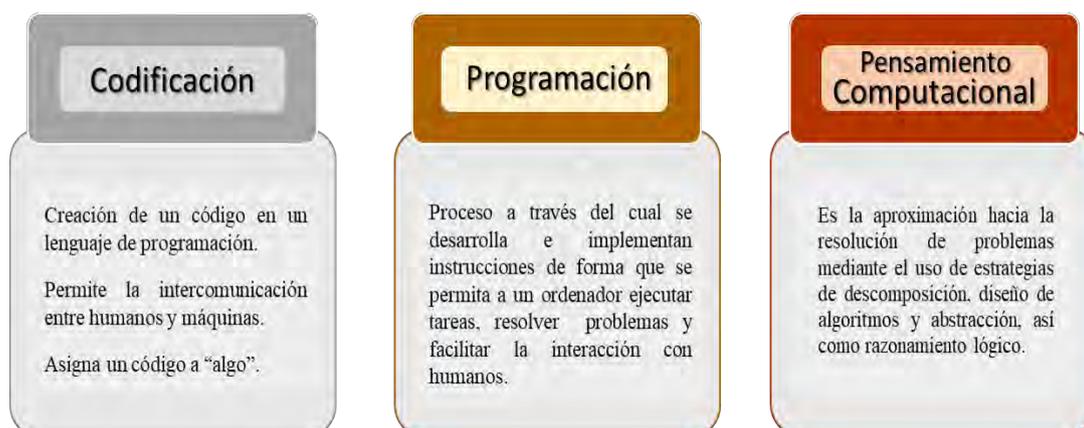


Figura 3.5 Conceptos vinculados al Pensamiento Computacional (basado en Bers, 2017)

En este sentido, el pensamiento computacional es la capacidad de usar los conceptos de la informática para formular y resolver problemas, para lo cual se estructura y se requiere utiliza un conjunto más amplio de habilidades como el análisis de problemas y pensamiento algorítmico, entre otras. También se involucra los conceptos centrales de abstracción, algoritmo, automatización, descomposición, depuración y generalización (Bers,2017).

Asimismo, la autora, expresa la existencia de un vínculo directo entre esta forma de pensamiento y el desarrollo de la "competencia digital". Con lo cual se visualiza el pensamiento computacional como una forma del pensamiento analítico que presenta

similitudes con el pensamiento matemático (por ejemplo, en la resolución de problemas), el pensamiento de ingeniería (a través del diseño y evaluación de procesos) y el pensamiento científico (aplicado mediante la realización de un análisis sistemático) (Caballero-González, García-Valcárcel y García-Holgado, 2019).

Posteriormente, se amplía el concepto de pensamiento computacional, al considerarlo un proceso expresivo que permite nuevas formas de comunicar ideas. De esta forma, la “codificación” se puede ver como una herramienta para enseñar el pensamiento computacional y la programación como “la escritura conectada a la tecnología” (Bers, 2018).

Además, se argumenta que, para favorecer un desarrollo eficiente de la nueva alfabetización, es decir, codificación, programación y pensamiento computacional; es necesario integrar propuestas pedagógicas desde las primeras etapas de escolarización formal.

Para esto se sugiere utilizar tecnologías que soporten el aprendizaje basado en juegos, ya que estas actividades permiten que los niños se involucren en los procesos siendo creadores, diseñadores, solucionadores de problemas y de esta forma, pueden aprender a ser productores digitales (González-González, 2019a).

3.2 [Pensamiento computacional desde la perspectiva de las Teorías y los principios educativos del aprendizaje](#)

La epistemología objetivista ha permeado la gran mayoría de las prácticas de enseñanza y aprendizaje durante varios años, donde el foco principal ha sido la transmisión de conocimientos a los estudiantes y asegurar su adquisición eficaz y eficiente por medio de las prácticas didácticas y los recursos más adecuados. Se cree que estos principios, que todavía subyacen en la mayoría de las prácticas educativas actuales, explican correctamente los cambios de comportamiento, pero no tanto los cambios conceptuales o mentales (Schwabe, 2013).

Marcelino et al. (2018) en un reciente trabajo acerca del aprendizaje del PC sostiene que, para adquirir los nuevos conocimientos y competencias, que requiere la sociedad digital y tecnológica en la que vivimos, es necesario la implementación de estrategias que faciliten la adquisición de los nuevos aprendizajes vinculados al dominio del pensamiento computacional. Para lograrlo será necesario utilizar enfoques epistemológicos que tengan como principio fundamental la primacía del sujeto en la generación del conocimiento.

En este sentido, un número significativo de programas para la enseñanza-aprendizaje del pensamiento computacional a través de recursos tangibles como los robots programables se basan en enfoques de aprendizaje donde los estudiantes participan del diseño y construcción de prototipos robóticos, adaptados a contenidos y objetivos de aprendizaje específicos. Estos escenarios de aprendizaje se fundamentan en los parámetros y postulados pedagógicos de teorías como el constructivismo y el construccionismo (González-Martínez, Estebanell-Minguell y Peracaula-Bosch, 2018).

- **Constructivismo:** este enfoque se desprende de los aportes del psicólogo Suizo Jean Piaget, quien establece una vinculación directa entre los aspectos biológicos del individuo y el origen del conocimiento (Aragón Díez, 2001). El constructivismo está vinculado a la perspectiva cognitivista, se plantea que el estudiante construye su propio conocimiento en función de sus necesidades e intereses y algo muy importante, según su ritmo particular para relacionarse con su entorno. Guerrero y Flores (2009) sostiene que de acuerdo con este enfoque “...el conocimiento se construye a través de una participación, por lo que éste no se reproduce; y va a depender de los aprendizajes previos y de la interpretación que el alumno haga de la información que recibe” (p. 321).

Gómez y Ortiz (2018) en referencia a lo expuesto por Anctil, Hass y Parkay (2006) sobre el construccionismo, sostiene que éste “aboga por el pensamiento crítico, la prioridad del aprendizaje sobre la enseñanza, el empoderamiento de los aprendices como responsables de su propio proceso, y especialmente por el sentido que se otorga a la nueva información recibida del entorno” (p.117).

- **Construccionismo:** según Ackermann (2001), el construccionismo de Papert se centra en el arte de aprender, o aprender a aprender. Seymour Papert, adapta el constructivismo, de Piaget y Vygotsky, para que los estudiantes en edad escolar accedan a fenómenos complejos mediante procesos simples utilizando lenguajes innovadores y procedimentales. En su búsqueda crea el lenguaje de programación conocido como LOGO. A Papert le interesa conocer cómo los estudiantes se involucran en una conversación (propia o ajena) mediante artefactos tangibles, y cómo estas conversaciones estimulan el aprendizaje autodirigido, facilitando la construcción de nuevos conocimientos.

El aprendizaje construccionista involucra a los estudiantes en su propio proceso educativo, para que sean ellos mismos los que obtengan sus propias conclusiones. Para esto la experimentación creativa y la elaboración de sus propios productos es fundamental.

En términos generales en la teoría constructivista planteada por Piaget y la corriente del construccionismo creada por Papert, se realiza una descripción de como los individuos adquieren y desarrollan el conocimiento (Peinado, 2004); a través de ellas maestro y alumno plantean de forma común que el aprendizaje es significativamente más adecuado, cuando los participantes se involucran de forma activa en la construcción de su propio conocimiento, lo interiorizan mejor y lo manifiestan de forma tangible en el mundo real mediante sus creaciones. Posteriormente a este enfoque se le ha denominado aprender haciendo.

Actualmente, se considera que ambas corrientes representan la columna vertebral que da soporte pedagógico a las estrategias de aprendizaje asociadas al desarrollo del pensamiento computacional mediante objetos tangibles como los provistos por la robótica educativa. En este sentido, Papert manifestó que, conforme a las propiedades particulares de los objetos físicos que le son proporcionado a los estudiantes, estos limitan o mejoran lo que pueden construir, crear y aprender (Blikstein, 2018).

Además, Papert considera que la utilización de la RE como medio didáctico en actividades de aprendizaje contribuye a que el participante pueda alcanzar un buen nivel de interacción, ya que el proceso de enseñanza-aprendizaje se desarrolla mediante el uso de objetos tangibles (los robots programables).

En la literatura es posible encontrar otros sustentos en relación con los beneficios que aporta la utilización de ambientes de aprendizaje basados en la robótica para fomentar el desarrollo del pensamiento computacional (Alimisis y Kynigos, 2009; Eguchi, 2010; Elkin, Sullivan y Bers, 2014; Di Lieto et al., 2017; Chalmers, 2018).

Algunos argumentos sostienen que la RE representa una experiencia de aprendizaje que facilita el desarrollo de nuevas habilidades, nuevos conceptos, fortalece el pensamiento sistémico, lógico, estructurado y formal del estudiante. Igualmente, se le considera un medio didáctico con gran valor educativo al permitir trabajar con problemas del mundo real, utilizando una perspectiva de aprendizaje adecuada a la edad y desarrollo cognitivo de los participantes (Scaradozzi et al., 2015; Kucuk y Sisman, 2017; Karampinis, 2018).

Por otro lado, tenemos las teorías del aprendizaje cognitivista clásicas (Merrill, 2007, 2009; Reigeluth, 2016) que han contribuido significativamente aportando información valiosa sobre los principios que deben regir el diseño de actividades de aprendizaje en diversos contextos y niveles educativos. Tal y como lo sustenta Zapata-Ros (2019), estos principios se pueden aplicar al desarrollo de las competencias básicas, entre las que se encuentran las nuevas alfabetizaciones y competencias digitales, y ligada a éstas, la codificación, programación y el pensamiento computacional.

En referencia al diseño instruccional Merrill ha propuesto un conjunto formado por cinco principios instruccionales fundamentales. Según este investigador su aplicación contribuye a mejorar la calidad de la enseñanza en todas las situaciones (Merrill, 2007, 2009). Esos principios tienen que ver con la centralidad de la tarea, la activación, la demostración, la aplicación y la integración. No obstante, Zapata-Ros (2019) considera que, de todos, el principio de activación está en la base de la pedagogía del pensamiento computacional.

En este sentido, Merrill (2007) propone 4 fases para implicar al alumno en la resolución de un problema, una actividad vinculada directamente con el pensamiento computacional. Las fases que propone Merrill son: activación de experiencia previa, demostración de habilidades, aplicación de habilidades e integración de estas habilidades en actividades del mundo real.

Por su parte, Reigeluth (2016) defiende que el diseño de actividades debe activar en los estudiantes estructuras cognitivas relevantes para organizar los nuevos conocimientos, incluyendo la activación social a través del intercambio de experiencias previas entre los niños. Basándose en estas ideas, Zapata-Ros (2019) destaca la importancia de la evocación como capacidad de utilizar las habilidades aprendidas en el futuro e incrementarlas.

3.3 Componentes y características que estructuran el pensamiento computacional

Con la intención de comprender mejor el pensamiento computacional progresivamente la investigación científica ha permitido que se formulen y establezcan una serie de elementos, componentes, características o dimensiones que describen al pensamiento computacional y que facilitan su comprensión y desarrollo.

Chun y Piotrowski (2012) señalan los siguientes: análisis de los efectos de la computación, producir artefactos computacionales, uso de abstracción y modelos, analizar problemas y artefactos, reconocimiento y generalización de patrones, algoritmización, comunicar procesos y resultados y trabajo efectivo en equipo.

El trabajo realizado por Grover y Pea (2013), donde se explora concretamente la literatura vinculada al desarrollo del PC en niveles K12, sustenta que todo currículo orientado al aprendizaje del PC debería incluir ciertas características que le proporcionen aceptación y confiabilidad. Entre las presentadas por los autores encontramos: abstracción y generalización de patrones (incluyendo modelos y simulaciones), procesamiento sistemático de la información, sistemas de símbolos y representación, noción algorítmica de control de flujo, descomposición estructurada de problemas (modularización), pensamiento

iterativo, recursivo y paralelo, lógica condicional, limitadores de eficiencia y rendimiento, depuración y detección sistemática de errores.

Por otro lado, centrándose sólo en los procesos mentales, Selby y Woollard (2013) definen el PC como un proceso cognitivo o mental, de los humanos, no de las máquinas, de la resolución de problemas en el sentido amplio, y que involucra habilidades como:

- **Abstracción** - Consiste en ocultar la complejidad inherente de la realidad para representar sólo sus aspectos esenciales.
- **Descomposición** - Consiste en dividir una tarea o problema en partes más simples para que puedan ser resueltas.
- **Pensamiento algorítmico** - Consiste en definir una tarea como un conjunto de instrucciones simples paso a paso.
- **Evaluación** - Consiste en valorar las ventajas y limitaciones de una solución.
- **Generalización** - Consiste en poder pasar de una situación específica a otras más generales.

En un estudio reciente e intensivo acerca de la literatura existente sobre PC se identificaron algunas palabras que más se mencionan en este ámbito, estas son: abstracción, resolución de problemas, algoritmo y pensamiento.

Sin embargo, también se encontró que el concepto aún no está lo suficientemente maduro y que se necesitan generar más discusiones sobre cómo enseñar y evaluar a los estudiantes sobre el desarrollo efectivo de las habilidades de PC en la práctica (Kalelioglu et al., 2016).

La investigación efectuada por Angeli et al. (2016) expone el aprendizaje del PC a través de cinco habilidades claves: la abstracción, generalización, descomposición, pensamiento algorítmico y depuración. Bocconi et al. (2016) efectúan una revisión de literatura, más reciente, donde muestran la existencia de varios enfoques aplicados a los procesos de aprendizaje y adquisición de habilidades sobre PC.

Una de las propuestas que muestra Bocconi es la de Charlton y Luckin (2012), donde se vincula el aprendizaje del PC con habilidades como: la resolución de problemas, examinar patrones de datos y cuestionar la evidencia.

En la misma línea de aprendizaje sobre el PC, Gretter y Yadav (2016) sugieren el fortalecimiento de otras habilidades como las de recolectar, analizar y representar datos, descomponer problemas, usar algoritmos y procedimientos, así como efectuar simulaciones.

La **Tabla 3.1** muestra un resumen presentado en el trabajo de Bocconi et al. (2016) donde se manifiesta que a pesar de la gran variedad de definiciones y propuestas sobre aprendizaje de PC existe un subconjunto de conceptos y habilidades fundamentales que está emergiendo de forma recursiva a partir de la literatura existente.

Tabla 3.1 Habilidades sobre PC identificadas en la literatura, basado en el trabajo de Bocconi et al. (2016)

Barr y Stephenson, 2011	Lee et al., 2011	Grover y Pea, 2013	Selby y Woollard, 2013	Angeli et al., 2016
Abstracción	Abstracción	Abstracciones y generalizaciones de patrones	Abstracción	Abstracción
Algoritmos y procedimientos		Nociones de algoritmos de flujo de control	Pensamiento Algorítmico	Algoritmos (incluyendo secuenciación y flujo de control)
Automatización	Automatización Análisis	Lógica condicional		
Descomposición del problema		Descomposición estructurada del problema (modularización)	Descomposición	Descomposición
		Depuración y detección sistemática de errores	Generalizaciones	Depuración Generalizaciones
		Pensamiento iterativo, recursivo y paralelo		
Paralelización Simulación		Sistemas de símbolos y representaciones Tratamiento sistemático de la información		

En el proceso de revisión tomaron en cuenta cinco documentos prominentes, seleccionados mediante criterios como: el número de citas que recibió el documento, el alcance en la presentación de otros estudios, proporcionar una variedad de perspectivas y puntos de vista en términos de líneas de investigación y grupos de trabajo internacionales.

Una propuesta sobre componentes o características para desarrollar el PC es la que subyace a la iniciativa «Computing at School» que modificó el currículo educativo británico. Entre las líneas de aprendizaje incluidas en el proyecto para el sistema educativo se estableció el dominio de seis conceptos claves: la lógica, los algoritmos, la descomposición, los patrones, abstracción y la evaluación sistemática. Además, se incluyeron cinco aproximaciones al concepto de PC como: la experimentación, creación, depuración, perseverancia y colaboración.

Un aporte interesante sobre PC lo describe como un proceso de resolución de problemas que posee un carácter expresivo facilitando que los estudiantes desarrollen habilidades cognitivas, técnicas y sociales (Bers, 2018).

Además, se expone que el PC posee una gran vinculación o similitud con el pensamiento matemático, el pensamiento ingenieril y el científico. Bers propone siete características importantes sobre PC, éstas son: algoritmos, modularidad, estructuras de control, representación, hardware/software, proceso de diseño y depuración (Sullivan, Bers, y Mihm, 2017).

3.4 Desarrollo y evaluación del pensamiento computacional: marcos de referencia

En base a los principales elementos y características sobre PC que se han establecido en la literatura y con el interés de proporcionar un soporte de calidad para el desarrollo eficaz de iniciativas y proyectos educativos sobre PC, los investigadores Karen Brennan y Mitch Resnick proponen un marco de referencia (Brennan y Resnick, 2012).



Figura 3.6 Descripción del marco conceptual del Pensamiento Computacional

Fuente: Basado en los aportes de Brennan y Resnick, 2012

La iniciativa de estos investigadores se denominó «*computational thinking framework*» y estructura el aprendizaje del PC en base a tres dimensiones: los conceptos, las prácticas y las perspectivas. En los siguientes párrafos veremos una descripción más detallada del enfoque propuesto por Brennan y Resnick (2012) realizando una descripción de cada una de las características que integran las dimensiones del PC propuestas.

- **Conceptos computacionales.** El aprendizaje de los conceptos computacionales permite a los estudiantes conocer los principales bloques operativos que son comunes en la mayoría de los lenguajes de programación. Para esto se exploran una serie de características, que según los autores pueden trasladarse a otros ámbitos de aplicación como la resolución de problemas.
 - **Secuencias:** es un concepto de gran importancia en la programación, implica la identificación clara y precisa de los pasos que deben efectuarse y el orden en el que se realizarán con el propósito de realizar una tarea. Es un concepto vinculado a la construcción de algoritmos en ciencias computacionales.
 - **Bucles:** corresponde a la realización de una misma secuencia de instrucciones en varias ocasiones.

- **Eventos:** implica conocer la correspondencia entre una acción y otra, es decir, si se realiza una acción determina que otra (s) pueden activarse o ejecutarse como consecuencia de la primera que se ha seleccionado.
- **Paralelismos:** es la ejecución en simultáneo de una serie de instrucciones.
- **Condicionales:** este concepto también es considerado como relevante en el dominio de la programación. El mismo consiste en comprender que implicación tiene la toma de decisión en la realización de una tarea o actividad.
- **Operadores:** en programación los operadores le dan la oportunidad al programador de crear expresiones compuesta por diferentes tipos de instrucciones como lógicas o matemáticas entre otras.
- **Datos:** es la determinación de las unidades más específicas de la información, viendo sus principales atributos como su generación, almacenamiento, actualización y distribución.
- **Las prácticas computacionales:** permiten que los niños conozcan los procesos y prácticas más comunes que se utilizan cuando se crean programas para ordenadores. Los autores presentan en esta dimensión varias características que la definen:
 - **Experimentación e interacción:** mediante esta práctica el participante de las actividades aprende que la programación es un proceso que va adaptando las soluciones propuestas como código escrito en un lenguaje de programación a través de esfuerzos sucesivos, pero no obligatoriamente lineales, hasta llegar a una solución al problema o tarea propuesto.
 - **Evaluación y depuración:** el dominio de esta práctica le permite al niño comprender que en la programación es válido e importante lograr anticipar y hacer frente a los posibles errores o fallos que pueda tener las instrucciones de programación codificadas. El propósito central es lograr concebir un programa funcional y óptimo que resuelva el problema para el que fue creado.
 - **Reutilización y remezcla:** en la actualidad una práctica habitual entre profesionales de la programación consiste en utilizar el código de programas escritos por otros y a partir de estos, crear nuevos programas. El aprendizaje de esta característica fortalece la habilidad de lectura crítica, al examinar el código escrito por otros.

- **Abstracción y modularización:** el dominio de esta característica consiste en construir un programa complejo a partir de pequeñas porciones de código, que en su conjunto representan la solución global del problema asociado al programa que se ha creado. El dominio de esta práctica está muy ligado a la programación de ordenadores, sin embargo, es aplicable a la solución de problemas en general.

- **Perspectivas computacionales:** el desarrollo de esta habilidad permite mejorar la concepción o percepción que se tiene sobre ciertos temas, ya sea nivel personal o hacia la comunidad. Por ejemplo: el valor que representa la tecnología para la sociedad. El dominio de esa dimensión se propone a través de características como:
 - **Expresarse:** el aprendizaje de esta característica implica transformar nuestra participación en la sociedad digital, convirtiéndonos en creadores, diseñando soluciones a problemas del entorno a través de la tecnología, con lo cual abandonamos el criterio inicial de consumidores de tecnología y asumimos el de «pensador computacional».
 - **Conectarse:** permite consolidar el valor que representa el poder realizar actividades utilizando para ellos las facilidades de comunicación que ofrecen las diversas tecnologías de conectividad. Lo cual representa valorar el trabajo que se puede realizar para otros y el trabajar con otros.
 - **Interrogarse:** Al realizar actividades de programación los participantes pueden cuestionarse y de esta forma tomar conciencia de las posibilidades que aporta el entorno digital y tecnológico actual.

Por otro lado, un estudio realizado por González-González (2019) expone un marco de trabajo denominado PTD (por los términos en inglés Positive Technological Development) o Desarrollo Tecnológico Positivo. Este marco de trabajo es una guía propuesta por Bers (2008) y utilizada para el desarrollo, la implementación y evaluación de programas educativos donde se utilizan las nuevas tecnologías y prácticas pedagógicas asociadas a la alfabetización digital (por ejemplo: la robótica educativa, la programación y las habilidades de PC) con el propósito de promover el aprendizaje y desarrollo de estas habilidades y además fortalecer las actitudes y comportamientos positivos entre los estudiantes.

Bers (2008) describe que desde un punto de vista pedagógico “el PTD es una extensión natural de la alfabetización informática y los movimientos tecnológicos que han influido en el mundo de la educación, añadiendo a los elementos cognitivos componentes psicosociales y éticos”. El PTD tiene sus raíces en el trabajo pionero desarrollado por Seymour Papert sobre el construccionismo, un enfoque teórico en el cual se asocian las oportunidades únicas de aprendizaje metacognitivo inmersas en la programación de computadoras (Papert, 1980).

El marco de acción del PTD está compuesto de seis comportamientos positivos que deben adquirir los niños al participar en experiencias formativas para el desarrollo de habilidades digitales, como lo es la codificación, programación y pensamiento computacional (Bers, 2012).

Las habilidades que describe el marco del PTD se dividen en dos grupos: **unas intrapersonales y otras interpersonales**. Las primeras encierran algunas características específicas como la creación de contenidos, creatividad y opciones de comportamiento. Las segundas están formadas por las habilidades de comunicación, colaboración y construcción de comunidad (Figura 3.7).

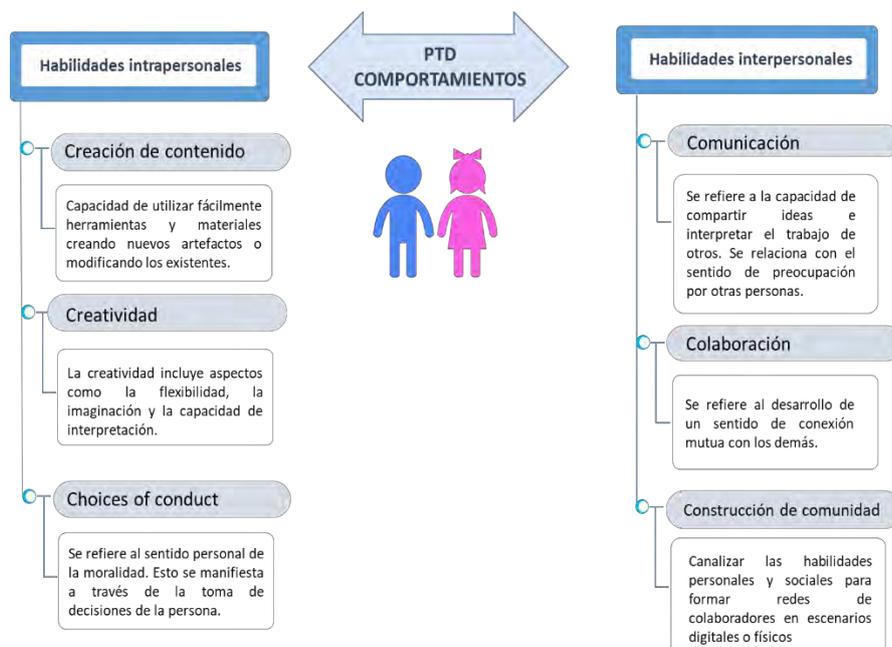


Figura 3.7 Comportamientos que integran el marco referencial del PTD (basado en la propuesta de Bers, 2012)

3.5 Pensamiento computacional en la infancia temprana

En los últimos años los procesos de enseñanza-aprendizaje asociados al desarrollo de habilidades sobre PC se han caracterizado por un marcado interés en el diseño e implementación de estrategias para su desarrollo, desde una edad temprana. Lo que según algunos estudios permitiría sentar las bases para el desarrollo de una verdadera alfabetización digital, robusteciendo los atributos de las personas, las instituciones y empresas que componen la sociedad del siglo XXI (Sullivan y Bers, 2018).

En este sentido, algunos estudios advierten sobre las oportunidades de aprendizaje que existen en las primeras etapas escolares. Oportunidades vinculadas al desarrollo de habilidades digitales como la codificación, programación y pensamiento computacional, mediante la utilización de herramientas innovadoras basadas en la tecnología (Bers, 2018).

3.5.1 Soporte pedagógico y enfoques activos utilizados

Las prácticas pedagógicas que se han propuesto para el desarrollo de actividades de aprendizaje sobre PC, en la infancia temprana, se fundamentan en los enfoques de aprendizaje constructivista y construccionista, propuestos por Piaget y Papert respectivamente (descritos en secciones anteriores).

En estas corrientes la figura central del proceso enseñanza-aprendizaje recae en el estudiante (Bers, 2008; Kucuk y Sisman, 2017). Sin embargo, es Seymour Papert, matemático y estudiante de Piaget, quien otorga a través de sus investigaciones el carácter singular y la importancia necesaria al desarrollo de habilidades vinculadas a la informática en la infancia temprana.

Los aportes de Papert perfeccionaron los conocimientos de la teoría de Piaget aplicándolos al área de la programación informática para niños como campo de conocimiento emergente.

En tal sentido, la utilización de la RE en la educación infantil temprana se está convirtiendo en una valiosa herramienta, ya que promueve la adquisición de conocimientos en los niños a través de un enfoque lúdico, utilizando los principios de interactividad, fortaleciendo el desarrollo de actitudes y comportamientos positivos y robusteciendo habilidades sociales mediante prácticas caracterizadas por el trabajo colaborativo, la creatividad, comunicación y liderazgo (González-González, Guzmán-Franco y Infante-Moro, 2019).

Además, la orientación que proponen las teorías clásicas, el diseño instruccional y el principio de activación están incluidos en la base de la pedagogía del pensamiento computacional en la infancia, a través de juegos y ejercicios de resolución de problemas reales, por ejemplo, centrados en habilidades de secuenciación (Zapata-Ros, 2019).

Por otra parte, la integración de la RE ha permitido diseñar e implementar estrategias educativas para fortalecer el desarrollo de conocimientos en las áreas de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM), desde muy temprana edad (Caballero-González, Muñoz, L., y García-Valcárcel, 2019).

Algunos estudios efectuados han demostrado que el exponer a los niños de manera temprana al aprendizaje y dominio de conocimientos tecnológicos contribuye a evitar la formación de estereotipos de género y otras limitantes para su vinculación posterior en estos campos (Elkin, Sullivan, y Bers, 2014; Sullivan y Bers, 2016).

Bers (2018) identifica y propone siete poderosas ideas o conceptos potenciales que representan un marco de referencia para evaluar la adquisición de habilidades de Pensamiento Computacional para niños de la infancia temprana (**Tabla 3.2**).

Tabla 3.2 Ideas potenciales sobre pensamiento computacional orientado a la infancia temprana (basado en Bers, 2018)

Concepto potencial	Descripción
Algoritmos	Secuencia/orden, lógico organización
Modularidad	Serie de pasos ordenados en una secuencia para resolver un problema o lograr algún objetivo.
Estructuras de control	La descomposición de una tarea o procedimiento complejo en sub-partes más manejables, y el entendimiento de que las sub-partes pueden ser puestas juntas para hacer una entidad más compleja.
Representación	La iniciación y el orden de ejecución de un conjunto de comandos. Esto incluye repeticiones, bucles, condicionales, eventos y estructuras anidadas. La toma de decisiones basada en un conjunto de condiciones.
Hardware/Software	El hardware y el software son partes de un sistema. El software se usa para controlar el hardware. El hardware está construido para interpretar el software y realizar alguna acción. Dependiendo del hardware, esto puede ser la interpretación de grandes conjuntos de datos (computadora) o la navegación por un laberinto (robot).
Proceso de diseño	Un ciclo sin principio ni fin explícito en el que un niño: hace preguntas, imagina, planifica, crea, prueba y mejora, y comparte su trabajo. Participar e iterar a través de estas acciones es un proceso de diseño.
Depuración	Un enfoque sistemático para identificar y abordar los problemas dentro de un trabajo existente. Por ejemplo, se puede pasar por un programa para encontrar un error o comprobar todas las conexiones de una pieza de hardware.

Un enfoque pedagógico que representan una influencia importante en el aprendizaje del PC es la lúdica y el Storytelling (Resnick y Robinson, 2017). Al combinar la experimentación y el juego, en ambientes lúdicos, los estudiantes pueden asimilar fácilmente los conceptos y los lenguajes progresivamente más abstractos y también alcanzarán un mayor éxito y adaptación escolar, tal y como lo han señalado algunos estudios realizados previamente (Neto, 2001). El Storytelling (narrativa de historias), es una estrategia que promueve la creatividad y la expresión (Fridin, 2014; Westlund y Breazeal, 2014).

La narrativa de historias se puede utilizar como actividades organizadas bajo dos orientaciones: primeramente, para que los estudiantes reconozcan elementos importantes de una narración que se les ha presentado. La narración la establece el profesor u otra persona. Una segunda orientación sería para que los estudiantes construyan sus propias narraciones a partir de una temática, dentro de un contexto educativo específico.

En la literatura es posible encontrar más argumentos acerca de los beneficios que aporta la utilización de ambientes de aprendizaje basados en la robótica en niños pequeños. Los planteamientos esbozan la idea central que la RE representa una experiencia de aprendizaje que facilita el desarrollo de nuevas habilidades, nuevos conceptos, fortalece el pensamiento sistémico, lógico, estructurado y formal del estudiante (Wong, Jiang y Kong, 2018).

Igualmente, se considera la RE como un medio didáctico que aporta valor educativo al permitir trabajar con problemas del mundo real, utilizando una perspectiva de aprendizaje adecuada a la edad y desarrollo cognitivo del participante (Barr y Stephenson, 2011; Scaradozzi et al., 2015; Karampinis, 2018).

3.5.2 Recursos utilizados para el desarrollo de estrategias de aprendizaje

Un hecho relevante en materia de formación tecnológica, para la infancia temprana, es el creciente desarrollo de estrategias dirigidas a la adquisición y mejora de habilidades sobre codificación, programación y pensamiento computacional (Bruni y Nisdeo, 2017; Cheng, Sun y Chen, 2018).

En este sentido, el avance tecnológico actual ha permitido que se disponga de una diversidad de recursos y materiales educativo-tecnológico, algunos físicos y otros virtuales (Sullivan, Bers y Mihm, 2017).

Los robots programables representan recursos físicos o tangibles que permiten a los pequeños estudiantes diseñar, construir y probar sus ideas a través de pequeños proyectos (Cejka et al., 2006; Sullivan, y Bers, 2016). Autores como Zapata-Ros (2019) consideran este tipo de recursos dentro de una nueva categoría denominada pensamiento computacional desenchufado.

El foco principal del pensamiento computacional desenchufado o computational thinking unplugged, consiste en:

“el conjunto de actividades, y su diseño educativo, que se elaboran para fomentar en los niños, en las primeras etapas de desarrollo cognitivo (educación infantil, primer tramo de la educación primaria, juegos en casa con los padres y los amigos, etc.)” (Zapata-Ros, 2019, p. 18-1)

Habilidades, como señala González-González (2019), que “luego pueden ser evocadas para favorecer y potenciar un buen aprendizaje del pensamiento computacional en otras etapas o en la formación técnica, profesional o en la universitaria incluso”.

Estudios realizados en los últimos años han evaluado una serie de recursos, de robótica educativa (**Tabla 3.3**), que pueden integrarse de forma eficiente en las experiencias y procesos de enseñanza-aprendizaje para el desarrollo de las nuevas alfabetizaciones como la codificación, programación y pensamiento computacional en la infancia temprana (García-Peñalvo et al., 2016; González-González, 2019).

Los recursos educativos evaluados corresponden a kits de robótica educativa que presentan características educativas adecuadas para su utilización en contextos educativos de primeros niveles escolares.

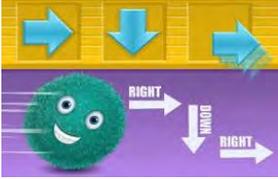
Los dispositivos que han sido considerados permiten introducir a los niños pequeños en el mundo de la ingeniería, las ciencias computacionales y la programación de una forma lúdica, aprovechando los atributos motivacionales que poseen estos artefactos.

Igualmente, los pequeños estudiantes pueden utilizar recursos educativos de tipo virtual a través de aplicaciones, sitios web o simuladores que les permiten crear secuencias sencillas de programación e introducirse de forma progresiva en el dominio de este tipo de habilidades necesarias para los nuevos dominios cognitivos y tecnológicos que presenta la sociedad digital actual (**Tabla 3.4**).

Tabla 3.3 Ejemplos de kits de robótica educativa utilizados para el aprendizaje de la codificación programación y pensamiento computacional en la infancia temprana

Recurso	Descripción
<p>KIBO® Robot</p> 	<p>KIBO es el kit de robot sin pantalla para niños que permite a los niños de 4 a 7 años crear, diseñar, decorar y dar vida a su propio robot! KIBO es una manera fácil y divertida de llevar la robótica y la codificación a sus jóvenes estudiantes y despertar su interés en STEAM. Es un robot utilizado en 55 países y probado y aprobado por miles de niños y tutores, KIBO ha demostrado su eficacia para ayudar a los niños a aprender STEAM y entusiasmarlos. KIBO está disponible en 4 kits de robot diferentes (\$ 199, \$ 299, \$ 399 y \$ 499) por unidad. Sitio web del fabricante: https://kinderlabrobotics.com/kibo/</p>
<p>LEGO® Education WeDo 2.0</p> 	<p>El kit LEGO® Education WeDo 2.0 permite trabajar valores clave de aprendizaje como la Investigación, modelado y diseño de soluciones. Está orientado a niños entre los 6 y 9 años. Además, según el fabricante contribuye a despertar el interés de los estudiantes en la ciencia convirtiéndola en algo real y relevante. Sitio web del fabricante: https://education.lego.com/en-us/elementary/intro/wedo2</p>
<p>Robot Zowi</p> 	<p>Zowi es un robot educativo de gran difusión en España ya que está diseñado por la empresa española BQ y aparece en Clan de TVE. Es un recurso didáctico para aprender en familia como indican sus creadores porque, juntos, niño y adulto comparten un mismo itinerario de aprendizaje a través de los proyectos. Pero también es el recurso ideal para trabajar en clase, porque el profesor puede utilizarlo para proponer retos atractivos y motivadores. Su orientación permite el trabajo de niños entre los 6 y 9 años Se programa mediante la aplicación BitBloq y Arduino. Su precio es de 99,90€. Sitio web del fabricante: https://www.bq.com/es/zowi</p>
<p>LEGO coding express</p> 	<p>Coding Express es una solución creativa e intuitiva que introduce a los estudiantes de preescolar a la codificación temprana y las habilidades críticas del siglo XXI, mientras que naturalmente despierta su curiosidad, creatividad y deseo de explorar y aprender juntos. Su precio es de 239.99 €. https://education.lego.com/es-es</p>
<p>Bee-Bot®</p> 	<p>Es un robot de piso, en forma de abeja, diseñado por la empresa TTS Group Ltd. Es un recurso que representa el punto de inicio perfecto para el aprendizaje del lenguaje direccional y la programación. Se opera mediante botones que posee en la superficie externa de su carcasa, las cuales permiten que ejecute movimientos o desplazamientos hacia adelante o atrás (15 cm.). También permite giros a la derecha o izquierda (ambos de 90º), pausa y un botón para ejecutar la secuencia de pasos a las que se ha dado entrada. Además permite mediante un botón borrar o limpiar de la memoria la secuencia de pasos que se ha suministrado. El precio aproximado del mercado es 85€ por unidad. Presenta una App para simular el trabajo físico con el Robot. Sitio web del fabricante: https://www.tts-group.co.uk/bee-bot-programmable-floor-robot/1015268.html</p>
<p>Robot Next</p> 	<p>Next es un robot de suelo que está expresamente indicado para iniciar a los más pequeños en el lenguaje de programación por medio de botones, con mandos de direccionalidad avanzada que controlan los movimientos, sonidos, luces de colores y bucles. La versión 1.0 se recomienda para niños entre los 3 y 5 años. Permite actividades para fortalecer la capacidad de resolver problemas, la autonomía, potencia habilidades como la creatividad, la organización y la atención Su precio es de 88.28 €. Sitio web del fabricante: https://www.edelvives.com/es/</p>

Tabla 3.4 Ejemplos de recursos virtuales (aplicaciones y simuladores) que pueden utilizarse para el aprendizaje de la codificación programación y pensamiento computacional en la infancia temprana

Recurso	Descripción
<p data-bbox="363 398 464 427">ScratchJr</p> 	<p data-bbox="592 367 1361 786">Con ScratchJr, los niños pequeños entre los 5 y 7 años pueden programar sus propias historias y juegos interactivos. El proceso permite que aprendan a resolver problemas, diseñar proyectos y expresarse creativamente con el ordenador. ScratchJr es el fruto de la colaboración entre el Grupo de Investigación de Tecnologías del Desarrollo (DevTech) del Departamento Eliot-Pearson de Estudios de la Infancia y Desarrollo Humano de la Universidad de Tufts (bajo la dirección de Marina Umaschi Bers), el grupo Lifelong Kindergarten en el Media Lab del MIT (bajo la dirección de Mitchel Resnick) y Playful Invention Company (bajo la dirección de Paula Bontá y Brian Silverman). La versión para Android de ScratchJr fue implementada por Two Sigma (bajo la dirección de Mark Roth). Actualmente está disponible de forma libre para iOS, Android y Chromebook. El sitio web es https://www.scratchjr.org/</p>
<p data-bbox="371 824 459 853">Kodable</p> 	<p data-bbox="592 792 1361 1144">Con esta aplicación gratuita, orientada a niños desde los 5 años los pequeños tendrán que ayudar a la familia fuzzFamily a explorar el planeta de los Tecnomazes de Smeeborg. Mientras juegan, recibirán una introducción a los conceptos de programación para niños. El juego es fácil, sólo tienes que arrastrar y soltar las instrucciones para que tus pelusas las sigan y les ayuden a atravesar sus laberintos. Cuenta con diversos niveles de dificultad y con distintos contenidos como: prácticas de secuencias, ciclos, variables, condicionales, operaciones algorítmicas, resolución de problemas, habilidades comunicativas, pensamiento crítico y otros contenidos asociados al pensamiento computacional Sitio web: https://www.kodable.com/</p>
<p data-bbox="371 1182 459 1211">LightBot</p> 	<p data-bbox="592 1151 1361 1375">LightBot es un juego de rompecabezas basado en la codificación. Según los creadores se enseña la lógica de programación a los niños mientras juegan y se divierten. Permite trabajar: las secuencias, sobrecarga, procedimientos, bucles, recursivos y los condicionales. En el juego los pequeños tendrán que proporcionarle instrucciones lógicas al robot para que se mueva a través de un camino hasta el enchufe que encenderá la luz. El Sitio web para acceder es https://lightbot.com/</p>
<p data-bbox="371 1440 459 1469">Bee-Bot</p> 	<p data-bbox="592 1408 1361 1559">Bee-Bot es una aplicación que es perfecta para los niños más pequeños. Ayuda a integrar a niños, a partir de los 4 años, en el aprendizaje del lenguaje direccional y la programación mientras dirigen su robot abeja a través de varios escenarios. Sitio web https://itunes.apple.com/us/app/bee-bot/id500131639?mt=8</p>

3.5.3 Enfoques para evaluar el aprendizaje del pensamiento computacional

El aprendizaje del pensamiento computacional junto con la codificación y programación representan algunos de los focos de interés más activos en relación con el desarrollo de habilidades digitales necesarias para el siglo XXI, sin embargo, aún no se tiene en la comunidad científica internacional un criterio definitivo sobre su conceptualización, su

influencia en áreas de contenido y saberes específicos y los mecanismos de evaluación más propicios (Román-González, 2016)

En esta sección presentaremos algunos de los enfoques o estrategias de evaluación utilizados para conocer el progreso y dominio en el aprendizaje del PC a través del desarrollo de características y dimensiones conceptuales, establecidas en los marcos de referencia existentes. Con este propósito consideraremos principalmente como referencia los procesos de evaluación registrados en estudios dirigidos a una población que corresponde a la infancia temprana, es decir, estudiantes de primeros niveles de educación formal.

En este sentido, uno de los modelos de evaluación que consideramos es el propuesto por Brennan y Resnick (2012). Este se fundamenta en un trabajo que desarrollaron previamente denominado “*computational thinking framework*” un marco de referencia para el estudio y desarrollo del PC en base a una serie de características que integran tres dimensiones fundamentales los conceptos, las prácticas y las perspectivas computacionales.

En referencia a los aspectos de este framework, debemos especificar que los mismos ya fueron descritos en la sección 4.2.2, de este mismo documento. Por lo cual pasaremos a explorar la forma que proponen estos autores para articular las dimensiones y características propuestas en el marco de referencia en los procesos de evaluación sobre actividades de enseñanza-aprendizaje orientadas al desarrollo de habilidades sobre programación y pensamiento computacional.

La propuesta de evaluación se basa en la utilización de tres aproximaciones o enfoques que evalúan el desarrollo de las dimensiones del pensamiento computacional. La iniciativa se realizó tomando en consideración el desarrollo de una serie de experiencias formativas empleando como medio o recurso el lenguaje de programación, Scratch. Este lenguaje se basa en una interfaz gráfica que permite la construcción de instrucciones de programación a través en bloques (**Tabla 3.5**).

Los enfoques o aproximaciones consideradas por los autores fueron:

- Análisis del portafolio o carpeta de proyectos del estudiante
- Entrevistas basadas en artefactos
- Evaluación a través del diseño de escenarios

Tabla 3.5 Enfoques de evaluación propuesto por Brennan y Resnick (2012) utilizando como referencia fundamental el “computational thinking framework”.

Enfoque	Descripción
Carpeta de proyectos del estudiante	Cada uno de los estudiantes posee una carpeta donde se almacena información concerniente a su perfil, y otros productos concretos que han desarrollado durante las actividades propuestas. La utilización de herramientas automatizadas para el análisis de contenido es indispensable para obtener resultados sobre la producción que han efectuado los participantes (por ejemplo, las líneas de código generadas a partir de los bloques gráficos generados desde Scratch). La información que aporta este enfoque permite comparar el avance del sujeto en función de las dimensiones propuestas en el modelo de referencia (conceptos, prácticas o perspectivas) y de acuerdo con cierta característica en particular. Sin embargo, es una evaluación orientada hacia el producto más que observar el proceso que realizó el estudiante para alcanzar un producto final.
Entrevistas basadas en artefactos	Se reflexiona desde una perspectiva individual como fue el proceso que condujo a un resultado de programación en particular (código específico). Este enfoque solventa algunas de las carencias del enfoque anterior, ya permite de forma directa conocer aspectos particulares del producto que se ha obtenido. Proporciona una mejor comprensión de las características que está fortaleciendo el estudiante. Sin embargo, su principal desventaja consiste precisamente en que al ser entrevistas individuales, se necesita mucho tiempo para obtener información valiosa sobre rasgos que condujeron al producto.
Diseño de escenarios	En este enfoque los evaluadores (profesores, tutores, investigadores) preparan una serie de escenarios diseñados para conocer el desarrollo que muestra el estudiante en determinada característica. Para esto se toman en cuenta la temática y objetivos establecidos para el proceso en particular. Las evaluaciones se realizan proporcionando un diseño con un nivel de dificultad y a partir de este se va incrementando la complejidad. Se pueden efectuar cuestionamiento que guíen el proceso y permitan recuperar información valiosa para efectuar el análisis sobre el dominio que presenta el estudiante. El principal aporte que se obtiene de este enfoque es la evaluación en directo sobre el producto que es generado por el estudiante. Sin embargo, de forma similar al enfoque anterior su principal desventaja es el tiempo que requiere su aplicación, ya que este proceso se realiza de forma individual.

Brennan y Resnick (2012) sugieren que para lograr obtener un proceso de evaluación con mayor fiabilidad de resultados sería conveniente tomar en cuenta diferentes contextos,

diferentes escalas de tiempo, motivaciones y diferentes medios o recursos de apoyo educativo. Con lo cual se podrá determinar de forma más eficiente las diferencias existentes en la población en estudio.

En este sentido sugieren algunas recomendaciones a tomar en cuenta para la implementación de estos enfoques de evaluación en los procesos y experiencias de aprendizaje. Además, reafirman que igual que la adopción o implementación del framework para el desarrollo del PC, los enfoques de evaluación propuestos pueden mezclarse a fin de consolidar las ventajas de unos y reforzar los puntos débiles existentes. Entre las consideraciones que sugieren están: apoyar el aprendizaje continuo, incorporar en el proceso los artefactos, focalizarse en el proceso que desarrollo el estudiante, registrar múltiples puntos vista valorando las diversas formas de aprendizaje.

Por otro lado, entre las alternativas disponibles para la implementación y evaluación de programas de formación y aprendizaje sobre programación y pensamiento computacional, orientados a la infancia temprana, encontramos el modelo pedagógico-tecnológico desarrollado en el laboratorio de investigación del «*DevTech Research Group*» de la Universidad de Tufts, en Boston Estados Unidos. Este grupo de investigación mediante la financiación de la *National Science Foundation*, está centrado en el desarrollo de kits robóticos y tecnologías que son apropiadas desde el punto de vista del desarrollo para su uso en la educación infantil.

Los trabajos realizados por el grupo de investigación, bajo el liderazgo de la Dra. Marina Umaschi Bers, han permitido el desarrollo de planes de estudio y metodologías para llevar la robótica a las aulas (Bers y Horn, 2010; Bers, 2008), estudiando los efectos de su integración en los procesos de aprendizaje de aulas correspondientes a las primeras etapas escolares (Bers, 2010). Las iniciativas desarrolladas por el grupo de investigación se centran en involucrar a los niños pequeños en el aprendizaje lúdico invitándolos a construir sus propios proyectos robóticos, utilizando componentes físicos como sensores, engranajes, palancas, motores y otros; al igual que elementos de programación donde los niños pueden crear historias y aprovechar las ventajas que la tecnología educativa actual permite (Wang y Ching, 2003; Bers, 2010).

El marco de referencia propuesto por la Dra. Bers y el grupo DevTech consiste en el Desarrollo Tecnológico Positivo (PTD por los términos en inglés *Positive Technological Development*). El PTD es un enfoque interdisciplinario que integra la investigación en la ciencia del desarrollo aplicado y el desarrollo positivo de la infancia con ideas de la comunicación mediada por la computadora, el aprendizaje colaborativo apoyado por la computadora y el aprendizaje constructorista mediante la tecnología. El PTD es una extensión natural de la alfabetización informática y los movimientos de fluidez tecnológica que han influido en la tecnología educativa (Pearson y Young, 2002), añadiendo componentes psicosociales y éticos a los cognitivos (Bers, 2006; Bers, 2010).

Strawhacker y Bers (2018) argumentan que el propósito del PTD es aplicar la ciencia del desarrollo para informar y comprender mejor cómo los niños pueden "usar la tecnología para hacer contribuciones positivas al desarrollo de sí mismos y de la sociedad" (Bers, Lynch y Chau, 2009, pg. 22). Además, comentan que desde un punto de vista práctico el PTD sirve como un marco flexible e intervencionista para que los educadores diseñen y evalúen el currículo en una variedad de entornos de la infancia temprana para apoyar el compromiso positivo de los niños con las experiencias digitales y para que los diseñadores de tecnologías desarrollen prestaciones técnicas positivas.

El PTD está integrado por seis comportamientos, o las "6 Cs" que conforman el constructo principal de interés propuesto por Bers (2012). El detalle de cada uno de los comportamientos ya fue abordado en este documento como parte de los argumentos que conforman *la sección 4.2.2 Características y enfoques de aprendizaje del PC*.

El marco referencial del PTD se evidencia por seis comportamientos positivos que los niños exhiben cuando se involucran en exploraciones digitales apropiadas para su desarrollo cognitivo y emocional (Bers, 2012). Como ya lo hemos presentado el marco de trabajo incluye tres habilidades intrapersonales de creación de contenidos, creatividad y elección de conductas, y tres habilidades interpersonales de comunicación, colaboración y construcción de la comunidad.

El marco referencial del PTD ha sido la guía para la implementación de varios proyectos y planes de estudio para el aprendizaje de habilidades digitales asociadas a la programación y el pensamiento computacional utilizando como vehículo de aprendizaje la robótica educativa (por ejemplo, el currículo del programa TangibleK). Este programa de estudio estuvo dirigido a fomentar específicamente habilidades de pensamiento computacional como: representación de problemas; sistematicidad en la generación e implementación de soluciones; exploración de múltiples soluciones posibles; resolución de problemas en múltiples niveles - desde el enfoque del desafío general hasta la "depuración" o solución de dificultades específicas con la implementación de una solución dada (Bers et al., 2014).

Además, se abordaron el desarrollo de actitudes productivas hacia el "fracaso" y conceptos erróneos descubiertos a lo largo de la ruta hacia un proyecto exitoso, el diseño de estrategias para abordar problemas abiertos y a menudo difíciles. Estas habilidades son de aplicación general más allá de la robótica y el pensamiento computacional.

Por otro lado, la formulación del programa y la evaluación a través del marco referencial el PTD tomó como base la evidencia que proporcionaban investigaciones anteriores que han demostrado que los niños pequeños de 4 a 7 años pueden crear y programar proyectos de robótica básica (Cejka, Rogers, y Portsmore, 2006; Sullivan, Kazakoff y Bers, 2013).

Ampliando el rango de posibles habilidades a fortalecer en contextos iniciales como la motricidad fina y la coordinación ojo-mano (Bers et al., 2013; Lee, Sullivan) otras de tipo metacognitivo y de razonamiento (Elkin, Sullivan y Bers, 2014). Como sugiere Bers (2012) y Strawhacker y Bers (2018) (**Figura 3.8**) en el PTD se abordan "las seis C", o activos, del Desarrollo Juvenil Positivo (enumerados en la columna de la izquierda) a través de prácticas específicas de clase (columna de la derecha) que proporcionan oportunidades para que los jóvenes estudiantes se involucren en comportamientos específicos asociados con el trabajo mediante la tecnología (columna del centro).

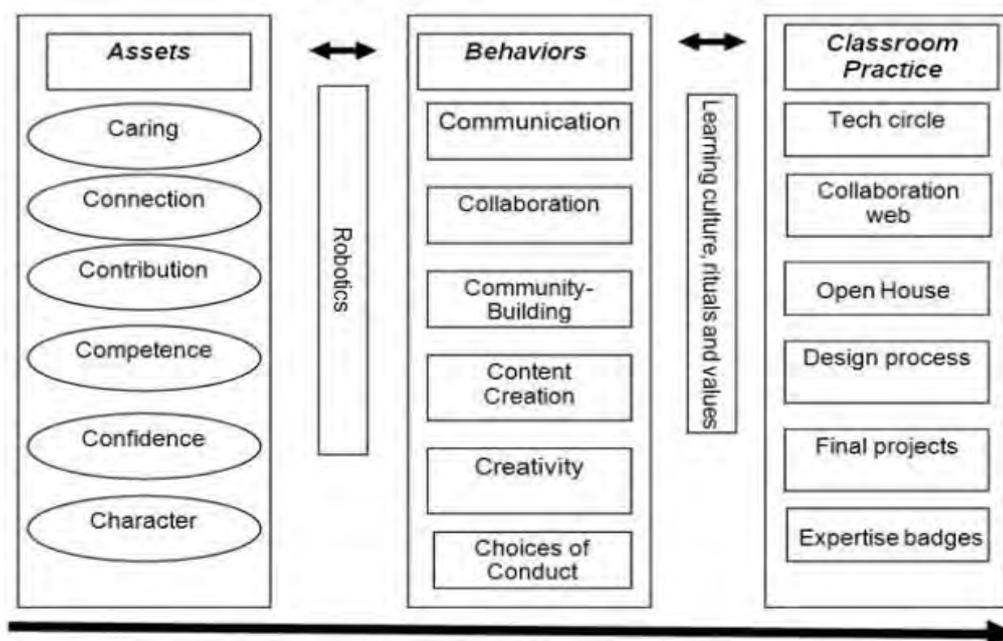


Figura 3.8 Marco de Desarrollo Tecnológico Positivo desarrollado por Bers, 2012

En otros enfoques de evaluación de tipo más generalistas aplicados a entornos de aprendizaje basados en tecnologías como la RE se recomienda utilizar un enfoque globalizador, aplicando metodologías de aprendizaje activas, como el aprendizaje colaborativo, aprendizaje basado en juegos, aprendizaje basado en proyectos (Patiño et al., 2014; Nacher, Garcia-Sanjuan y Jaen, 2015) evaluando habilidad de aprender a aprender y reflexionando sobre el proceso desde una perspectiva general (Misirli y Komis, 2014).

Resumen

En este capítulo se introdujo al concepto de pensamiento computacional que, actualmente, representa una de las corrientes formativas y de aprendizaje sobre alfabetización tecnológica más importantes. Esta iniciativa ha logrado capturar el interés y la atención de científicos y especialistas en importantes foros académicos, económicos, empresariales y de investigación a nivel global. En términos generales el pensamiento computacional se utiliza para hacer referencia al conjunto de ideas, conceptos y principios vinculados a las áreas de ciencias computacionales e informática. En una aproximación más específica como argumenta Bocconi et al. (2016) “se trata de un proceso de pensamiento (o

una habilidad de pensamiento humana) que usa enfoques analíticos y algorítmicos para formular, analizar y resolver problemas”.

En este sentido la literatura explorada, sobre este campo, nos ha permitido observar cómo se vincula su desarrollo a las posibilidades que aporta en materia de fortalecimiento de los aprendizajes y dominios cognitivos, prácticos y actitudinales asociados a las nuevas alfabetizaciones como la «codificación». Para lo cual se pueden emplear una serie de recursos tecnológicos (tangibles o abstractos). Sin embargo, la robótica educativa despunta, como una de las tecnologías educativas de mayor aplicación, en los estudios de referencia consultados. En los cuales se le atribuye una serie de atributos para lograr adquirir de forma significativa avances en el dominio y aprendizaje de las características y habilidades asociadas a las diferentes dimensiones del pensamiento computacional.

Por otro lado, se argumenta que, para favorecer un desarrollo eficiente de la nueva alfabetización, es decir, codificación, programación y pensamiento computacional; es necesario integrar propuestas pedagógicas desde las primeras etapas de escolarización formal. Las propuestas que se desarrollen deberán utilizar los sustentos de las teorías del aprendizaje cognitivista clásicas (Merrill, 2002, 2009; Reigueluth, 2016) que han contribuido en cotas muy importantes, aportando información sobre los principios que deben regir el diseño de las actividades de aprendizaje.

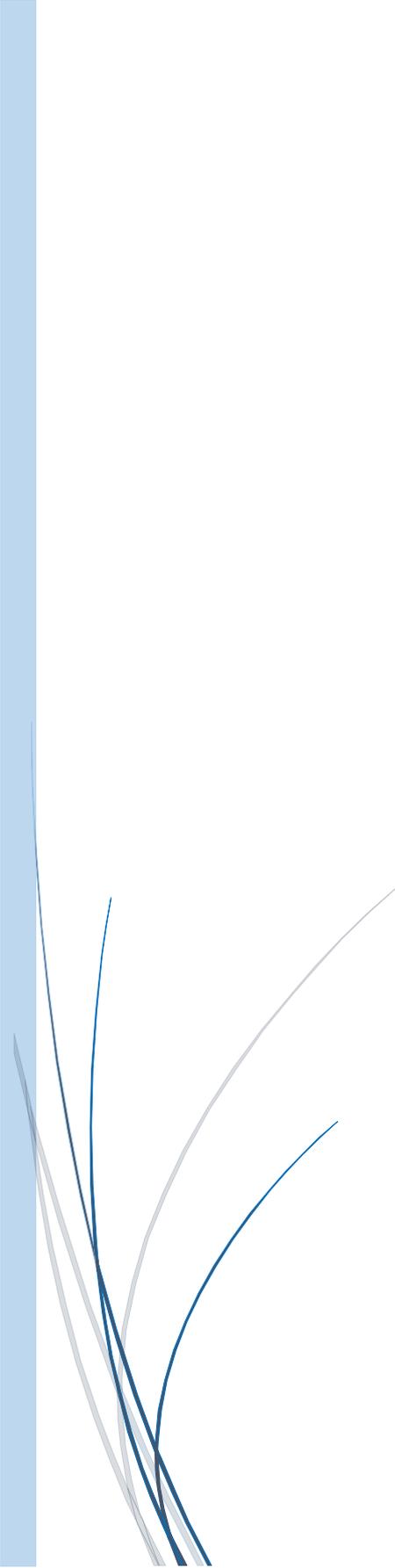
Además, han sido muy significativos las contribuciones de Seymour Papert, pionero del construccionismo (teoría basada en fundamentos del constructivismo de Piaget) y la robótica aplicada a entornos educativos de la primera infancia. La literatura consultada también nos permitió detectar los diferentes marcos de referencia que se utilizan como guía para el diseño e implementación de iniciativas sobre desarrollo de habilidades vinculadas al pensamiento computacional.

No obstante, tomando en cuenta los argumentos de algunas investigaciones destacamos que se ha manifestado que el dominio conceptual del pensamiento computacional no está claramente definido. Lo que sí es destacable es el impacto que representa en los diferentes escenarios como un importante dominio cognitivo, técnico y

actitudinal, necesario para desempeñarse adecuadamente en una sociedad que es impulsada por las tecnologías digitales y la generación de nuevos conocimientos mediante la innovación y participación en el proceso.

Estudios Empíricos





Capítulo 4

CAPÍTULO 4.

Metodología de la Investigación

- 4.1 Planteamiento del problema
- 4.2 Preguntas, objetivos e hipótesis
- 4.3 Diseño metodológico del estudio
 - 4.3.1 Muestras
 - 4.3.2 Variables estudiadas
- 4.4 Técnicas e instrumentos para la recolección datos
 - 4.4.1 Diseño y selección de los instrumentos
 - 4.4.2 Realización del trabajo de campo
 - 4.4.3 Recursos utilizados
- 4.5 Análisis Realizados

CAPÍTULO 4. Metodología de la investigación

“La mente que se abre a una nueva idea, jamás volverá a su tamaño original”

Albert Einstein.

El marco teórico que se ha presentado nos permite observar algunos de los aspectos más relevantes sobre el impacto que representa la integración tecnológica en las distintas esferas de la sociedad, el foco de interés que ha significado el aprendizaje y adquisición de nuevas alfabetizaciones y habilidades sobre formas de pensamiento vinculadas a las ciencias computacionales (pensamiento computacional) así como las oportunidades didácticas que representan la utilización de recursos tecnológicos como la robótica educativa, utilizada como vehículo pedagógico para fomentar las nuevas habilidades y alfabetizaciones.

4.1 Planteamiento del problema

Tomando en cuenta los argumentos explorados en la literatura científica se ha identificado que actualmente, pese al gran interés que representa el aprendizaje del pensamiento computacional existen aún pocos estudios, bajo un enfoque experimental, orientados al desarrollo de esta forma de pensamiento en las primeras etapas de la educación formal (Benitti, 2012; Grover y Pea, 2013; De Araujo, Andrade y Guerrero, 2016; Toh et al., 2016; Shute, Sun y Asbell-Clarke, 2017; Jung y Won, 2018; Anwar et al., 2019;

González-González, 2019). Este hecho, representa una oportunidad valiosa para contribuir mediante el desarrollo de esta investigación doctoral a fortalecer la base de conocimiento científico sobre esta línea de investigación.

4.2 Preguntas, hipótesis y objetivos

Para el desarrollo de esta investigación se han formulado una serie de preguntas que se responderán mediante el desarrollo de los estudios que se describen en este documento de tesis doctoral:

PI-1. ¿Qué impacto tiene en el desarrollo del pensamiento computacional la integración de actividades de aprendizaje basadas en retos de programación y robótica educativa dirigidos a escolares de primeros niveles de educación formal?

Tomando como base el interrogante anterior surgen otras preguntas subordinadas:

PI-1.2 ¿Es posible promover comportamientos sociales positivos entre escolares de primeros niveles de educación formal que participan en actividades de aprendizaje del pensamiento computacional basadas en retos de programación con robótica educativa?

PI-1.3 ¿Cuál es la actitud y compromiso que demuestran los estudiantes de primeros niveles educativos en la realización de las actividades de aprendizaje para desarrollar el pensamiento computacional?

PI-1.4 ¿Cuál es la opinión de los profesores que participan en las actividades de aprendizaje para desarrollar el pensamiento computacional en escolares de primeros niveles de educación formal?

Después de haber presentado el planteamiento del problema y las preguntas que guiarán la investigación, se formula la hipótesis de partida, que tendrá que ser comprobada:

- Es posible desarrollar el pensamiento computacional en escolares de primeros niveles de educación formal mediante la integración de actividades de aprendizaje basadas en retos de programación y robótica educativa.

La formulación de las preguntas de investigación y la hipótesis permiten establecer el objetivo principal para el desarrollo de esta investigación:

- Diseñar e integrar en el desarrollo curricular actividades de aprendizaje basadas en retos de programación y robótica educativa dirigidos a escolares de primeros niveles de educación formal y valorar el impacto que tiene en el desarrollo del pensamiento computacional de los estudiantes.

Para alcanzar efectivamente el objetivo principal propuesto para esta investigación se establecen los siguientes objetivos específicos:

- Diseñar una propuesta de actividades con escenarios de aprendizaje que contribuyan a fomentar el desarrollo del pensamiento computacional mediante el uso de retos de programación y robótica como recursos de tecnología educativa orientados a niños de educación infantil.
- Desarrollar la propuesta de actividades diseñada mediante escenarios de aprendizaje basados en retos de programación y robótica educativa desplegándola en un contexto real de enseñanza-aprendizaje vinculado a los niveles de educación infantil.
- Valorar los aportes y contribuciones del modelo de actividades de aprendizaje propuesto para fomentar el desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes de 3 a 6 años.

4.3 Diseño metodológico del estudio

Una definición general sobre investigación la presenta como “un proceso sistemático de recogida y de análisis lógico de información (datos) con un fin concreto.” (MacMillan y Schumacher, 2012, p.11). Por otro lado, “los métodos de investigación (a veces llamados «metodologías») son las formas en que se recogen y analizan los datos. Estos métodos han sido desarrollados para adquirir conocimiento mediante procedimientos válidos y fiables” (MacMillan y Schumacher, 2012, p.12)

La evolución de las ciencias presenta diversas corrientes de pensamiento que han influido en el desarrollo de estudios realizados con el propósito de comprender los fenómenos que nos rodean. Algunos ejemplos de estas corrientes son el empirismo, materialismo dialéctico, positivismo, la fenomenología, y el estructuralismo.

Igualmente, para su interpretación se han utilizado distintos marcos de referencia, como lo son el realismo, constructivismo y otros, que por varios años nos han permitido diversas rutas para acceder al conocimiento de los fenómenos del entorno en el que nos encontramos (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2014).

No obstante, tomando en cuenta las premisas que sustentan cada una de las corrientes y sus interpretaciones, se agruparon en dos aproximaciones principales: el enfoque de investigación cuantitativo y el enfoque cualitativo.

Haciendo referencia a los planteamientos de Hernández et al. (2014), de forma general, estos métodos utilizan cinco estrategias que guardan una similitud y relación entre sí:

“llevan a cabo la observación y evaluación de fenómenos, establecen suposiciones o ideas como consecuencia de la observación y evaluación realizadas, demuestran el grado en que las suposiciones o ideas tienen fundamento, revisan tales suposiciones o ideas sobre la base de las pruebas o del análisis, proponen nuevas observaciones y evaluaciones para esclarecer, modificar y fundamentar las suposiciones e ideas o incluso para generar otras” (p. 4)

El enfoque cuantitativo “... representa un conjunto de procesos, es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego podemos redefinir alguna fase” (Hernández et al., 2014, p. 4).

El enfoque cualitativo “también se guía por áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo, en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y el análisis de los datos (como en la mayoría de los estudios cuantitativos), los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos” (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 7).

Recientemente, se agrega un nuevo enfoque que combina las características de los dos anteriores, se conoce como enfoque de investigación mixto (Creswell, 2013).

Por otro lado, haciendo un señalamiento a Denzin y Lincoln (1994), tenemos que:

“... los métodos de investigación cuantitativa y cualitativa se basan en diferentes concepciones del mundo, en el objetivo de la investigación, en los métodos de investigación, en estudios característicos, en el papel del investigador y en la importancia del contexto en el estudio.” (MacMillan y Schumacher, 2012, p.18).

Una vez explorados los postulados teóricos que describen cada uno de los métodos de investigación, que pueden utilizarse para desarrollar una investigación, es importante señalar que para la realización de la presente investigación doctoral se planteó la utilización de un enfoque metodológico cuantitativo.

La **Figura 4.1** muestra un diagrama con los pasos que representan el recorrido de actividades que se ha seguido para el desarrollo de esta investigación.



Figura 4. 1 Pasos de la metodología general utilizados para el desarrollo de la investigación

Fuente: elaboración propia (basada en la propuesta de Hernández et al., 2014)

No obstante, es importante destacar que para el desarrollo de esta investigación doctoral y el logro exitoso de los objetivos establecidos se han organizado dos estudios bajo un enfoque cuantitativo y un diseño cuasiexperimental con medidas pretest/postest, en dos casos contando con grupo control.

Según Hernández et al. (2014) los diseños cuasiexperimentales permiten realizar la manipulación deliberada de una o más variables independientes para observar su efecto sobre una o varias dependientes. Este tipo de diseño implica trabajar con “grupos intactos”, formados por motivos ajenos al experimento; es decir, que los participantes que integran la muestra de individuos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que los grupos se conforman antes del experimento.

4.3.1 Muestras

En el desarrollo de la investigación participaron estudiantes y profesores pertenecientes al segundo ciclo de Educación Infantil del colegio concertado Maestro Ávila, ubicado en Salamanca, comunidad autónoma de Castilla y León. En relación con la selección

de la muestra de participantes podemos decir que fueron clases completas con estudiantes cuyo rango de edad esta entre los 3 y 6 años, ya que el objetivo de nuestra investigación se dirige a estudiantes de primeros niveles de educación formal. En la **Tabla 4.1** se muestra la distribución de los participantes en cada uno de los estudios que se realizarón.

Tabla 4.1 Muestra de participantes en los estudios realizados y tipo de diseño de investigación utilizado.

Descripción	Participantes	Periodo académico	Diseño de investigación
Estudio 1 Fomento del pensamiento computacional en educación Infantil: experiencia de aprendizaje jugar y programar con Bee-Bot®	- 131 estudiantes - 8 profesores	2016/2017 (segundo trimestre)	Cuasiexperimental con medidas pretest/postest y grupo control no equivalente
Estudio 2 Fortaleciendo el pensamiento computacional y habilidades sociales en niveles escolares iniciales mediante robótica educativa	- 40 estudiantes - 2 profesores	2017/2018 (segundo trimestre)	Cuasiexperimental con medidas pretest/postest y grupo de control

4.3.2 Variables estudiadas

Una variable tal y como lo presenta Hernández et al., 2014, p. 105 “es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse”. Igualmente, Arias (2012) señala que una variable es una característica o cualidad; magnitud o cantidad, que puede tolerar cambios, las cuáles son objeto de análisis, medición, manipulación o control como parte del proceso de investigación.

En este sentido, para el diseño de investigación que se estableció en la presente investigación, se definieron dos tipos de variables: independiente y dependiente (Hernández et al., 2014: 238). La variable independiente es aquella que se manipula a fin de medir su efecto en la variable dependiente. Así pues, el programa de formación con actividades y escenarios de aprendizaje basados en robótica educativa y retos de programación es la variable independiente. Mientras que la variable dependiente se define como las habilidades de pensamiento computacional y programación desarrolladas en los estudiantes.

Conforme a los argumentos teóricos propuestos por Brennan y Resnick (2012) así como la clasificación presentada por Bers et al. (2014) en relación con las dimensiones y características asociadas al dominio del pensamiento computacional se establecieron variables de estudio específicas para esta investigación. En la **Tabla 4.2** se describen cada una de ellas.

Tabla 4.2 Descripción de variables utilizadas en la investigación

Descripción	Variable	Tipo de medición
Estudio 1	- secuencias	pretest/posttest
	- correspondencia acción-instrucción	
	- depuración	
Estudio 2	- secuencias	pretest/posttest

Las variables que se establecieron para la investigación están vinculadas a las siguientes características del pensamiento computacional:

- **Secuencia:** pertenece a la dimensión conceptual del pensamiento computacional, se define como una serie de pasos que deben realizarse para que una tarea en particular se desarrolle con éxito (Brennan y Resnick, 2012).
- **Acción-instrucción:** corresponde a la acción que realizará el recurso de robótica de acuerdo con cada instrucción que se le proporcione mediante una secuencia de programación Bers et al.,2014.
- **Depuración:** se refiere a la posibilidad de explorar la programación realizada con el propósito de poder detectar fallos en las instrucciones creadas, modificar dichas instrucciones erróneas a través de la inclusión de nuevas o la modificación de los errores detectados. Esta característica es parte de la dimensión práctica del pensamiento computacional, de acuerdo a la clasificación propuesta por Brennan y Resnick (2012).

4.4 Técnicas e instrumentos para la recolección datos

Con la finalidad de recolectar los datos que nos permitieran comprobar las hipótesis que se establecieron para el proceso de investigación, se seleccionaron varios instrumentos

de medición conforme al tipo de enfoque de investigación, que para nuestro caso es el cuantitativo-experimental.

4.4.1 Diseño y selección de los instrumentos

Tomando en cuenta que las evaluaciones de tipo pretest/posttest organizadas para los estudios que se incluyen en esta investigación consistieron en la resolución de problemas a través de retos de programación denominados Solve-It, es decir, un tipo de evaluación de conceptos computacionales desarrollado por el Grupo de Investigación DevTech e implementado en el programa de estudio robótico llamado TangibleK, se decidió utilizar como instrumento para valorar el nivel de desempeño que alcanzan los niños, la rúbrica SSS. Este instrumento ha sido validado por este grupo de investigación en varios estudios realizados previamente (Bers, 2010; Kazakoff, Sullivan, y Bers, 2013; Bers et al., 2014; Elkin, Sullivan y Bers, 2014; Kazakoff y Bers, 2014; Sullivan y Bers, 2016; Bers, 2018) en contextos diferentes como Singapur y Estados Unidos. En el **Anexo 1** se incluye una muestra del instrumento original utilizado por el grupo de investigación DevTech.

No obstante tomando en cuenta que para nuestra investigación se estructuraron dos estudios de tipo cuasiexperimental, con diversas actividades, fue necesario realizar una adaptación del instrumento original. En el **Anexo 2** se presenta la rúbrica de evaluación que se utilizó para valorar el desempeño alcanzado por los estudiantes en los diferentes retos que fueron realizados en los dos estudios.

Los criterios de valoración incluidos en el instrumento corresponden a una puntuación de 0 a 5 puntos, en función de la autonomía que se demostró para resolver el reto mediante la programación de órdenes o instrucciones de movimiento para el robot utilizado.

En los criterios formulados en la rúbrica se asigna un valor o puntaje máximo de 5, si el niño/a logra resolver completamente el reto asignado sin ninguna ayuda del investigador. En el caso de que el estudiante logre completar de forma significativa el reto asignado; es decir, con mínimas ayudas del investigador, se puntúa el logro obtenido con un 4. Si el

desarrollo del reto resulta medianamente satisfactorio, recibiendo ayudas periódicas del investigador, pero no paso a paso, el valor asignado es de 3 puntos. Cuando el niño/a presenta una respuesta mínima al reto asignado, obteniendo del investigador ayuda paso a paso durante el desarrollo, se le asigna un 2. En el caso de que el estudiante inicia el reto, pero no lo completa, se asigna un puntaje de 1 y cuando el participante no participa en el desarrollo del reto propuesto, la valoración asignada es de 0 puntos. Para el presente estudio se fijó el valor 4, como el nivel de logro objetivo para superar satisfactoriamente cada reto.

Por otro lado, pese a que el instrumento utilizado se basó en uno ya piloteado y validado en diferentes entornos educativos y para fortalecer la la confiabilidad del instrumento utilizado, se realizó una verificación del contenido de las actividades y los criterios de evaluación. Para esto se empleo el juicio de expertos, donde participaron un grupo de 10 profesores, vinculados directamente a cada una de las clases del colegio que estarían involucradas en la investigación.

Los profesores verificaron que las actividades de evaluación propuestas para la investigación guardaran relación con los contenidos del currículo (**Anexo 3**) correspondiente al nivel de Educación Infantil, concretamente la vinculación hacia los centros de interés: orientación espacial, números operaciones y cuantificadores.

Las recomendaciones presentadas por los profesores indicaron que se debían utilizar actividades que implicaran la construcción de movimientos del robot hacia adelante y atrás para valorar el centro de interés sobre orientación espacial, así como giros (izquierda y derecha). En lo referente al centro de interés sobre números y operaciones, se debía valorar en el instrumento la autonomía que demuestra el participante en la construcción de secuencias de momentos que desplacen al robot hacia puntos específicos del escenario de aprendizaje (tapete), donde se muestre al estudiante un valor numérico específico conforme al contenido curricular apropiado. Con lo cual se podrá determinar si el participante identifica, tanto en forma como en cantidad, el número. Además de esta verificación, se empleo el estadístico alfa de Cronbach para calcular la fiabilidad del instrumento utilizado

en los diferentes estudios. El valor que arrojó la aplicación del estadístico a la rubrica utilizada fue de ,958.

Otro de los instrumentos utilizados en esta investigación fue la lista de verificación PTD conforme a la propuesta de Bers (2012) y Strawhacker y Bers (2018) (**Anexo 4**). Para realizar el registro de los comportamientos observados en los estudiantes durante las sesiones de evaluación, la lista de verificación PTD presenta una escala Likert con valores del 1 al 5. La distribución utilizada para la observación fue: 1 = nunca, 2 = casi nunca, 3 = a veces, 4 = frecuentemente, 5 = siempre. Para los efectos de esta investigación el instrumento que se utiliza sólo contempla valorar dos de los comportamientos propuestos en la lista de verificación PTD. En el **Anexo 5** se presenta el instrumento que fue utilizado para la valoración de los comportamientos positivos observados en los estudiantes.

Por otro lado se utilizaron cuestionarios para recopilar información sobre la aceptación que tuvieron las actividades realizadas entre los estudiantes (**Anexo 6**) y los profesores (**Anexo 7**) que participaron en las experiencias de aprendizajes.

4.4.2 Realización del trabajo de campo

El trabajo de campo que implicó la realización de esta investigación se enmarco en un escenario real, siendo posible acceder de forma directa a clases completas que conforman el nivel de Educación Infantil del Colegio Privado concertado Maestro Ávila, ubicado en Salamanca capital, comunidad autónoma de Castilla y León, España. En relación con la temporalidad del trabajo de campo, es importante destacar que se desarrolló en dos fases: la primera fase, vinculada al primer estudio experimental que se realizó y se ejecutó durante el periodo académico 2016-2017. Se utilizó un total de 2 meses, febrero a marzo de 2017, lo cual coincidió con el segundo trimestre del curso académico escolar. La segunda fase, permitió la realización de un segundo estudio experimental que complementa el proceso empírico de esta investigación. Las actividades se organizaron durante el periodo académico 2017-2018, utilizando un total de 2 meses, desde febrero hasta marzo de 2018.

4.4.2.1 Contexto del centro educativo

Un factor importante para el desarrollo exitoso de nuestra investigación doctoral fue contar con la oportunidad de poder realizar una integración de las actividades de aprendizaje que fueron diseñadas en un entorno real, lo que nos permitió validar desde una perspectiva experimental las aproximaciones conceptuales, prácticas y actitudinales que están contenidas en las actividades propuestas. En los siguientes párrafos presentaremos una descripción de los aspectos más destacados en relación con el centro educativo y su realidad actual. La información expuesta se obtuvo del proyecto de centro que se encuentra disponible públicamente a través del sitio web del colegio³². Hemos considerado la presentación de esta información ya que para la investigación se contempló la integración de las actividades de aprendizaje propuestas tomando en cuenta la realidad pedagógica y metodológica del centro.

- **Historia y evolución del centro educativo: realidad actual**

El colegio Maestro Ávila está situado en la zona centro, en el Barrio de San Vicente en la Calle Fonseca 29 de Salamanca capital. El colegio Maestro Ávila es un centro de enseñanza Privada - Concertada. El edificio, que pertenece a la Hermandad de Sacerdotes Operarios Diocesanos, es del siglo XVI (antigua casa de Jesuitas) (**Figura 4.2**). Durante la Guerra de la Independencia y hasta mediados del siglo XIX, fue utilizado como hospital militar.

En 1949 se convirtió en hospicio y posteriormente, se transformó en el Seminario, «Aspirantado Maestro Ávila», de donde tomó su nombre actual. A partir de 1972-1973 comienza su labor educativa. En 1974 se implanta la EGB. En 1986 es declarado centro de integración y actualmente se considera como un centro enmarcado dentro de la escuela inclusiva.

³² <http://www.maestroavila.com/>



Figura 4. 2 Vista de la entrada principal del colegio Maestro Ávila, Salamanca

Fuente: <http://www.maestroavila.com/Patios-Colegio-Maestro-Avila.html>

Desde sus inicios el crecimiento y evolución han sido constantes y en la actualidad el centro imparte diferentes etapas del sistema educativo desde los 3 hasta los 18 años configurado en 6 aulas de Educación Infantil, 12 de Educación Primaria, 12 de Educación Secundaria y 2 de Ciclos Formativo de Grado Medio como niveles concertados y 4 aulas de Bachillerato en las modalidades de «Ciencia y Tecnología» y «Humanidades y Ciencias Sociales» como privado. Hoy día cuenta con unos 1.000 alumnos (aproximadamente) y unos 75 profesionales entre docentes y personal de administración y servicios (**Figura 4.3**).



Figura 4. 3 Vista de una galería en el claustro, colegio Maestro Ávila, Salamanca

Fuente: <http://www.maestroavila.com/Patios-Colegio-Maestro-Avila.html>

El colegio Maestro Ávila de Salamanca tiene asignado por la Junta de Castilla y León el código nº 37005599. La titularidad del colegio Maestro Ávila ha sido de la Hermandad de Sacerdotes Operarios Diocesanos desde sus inicios, sin embargo, dicha titularidad se ha cedido a la Fundación EDUCERE que la ostenta desde el 1 de septiembre de 2018.

- **Estilo educativo, Misión y Visión del centro**

El colegio Maestro Ávila ofrece un estilo educativo propio que nace de la identidad y vocación propia del centro. Se articula en un marco pedagógico y metodológico común, con proyectos de actualización metodológica abiertos y una planificación pastoral que se adecua a la demanda actual con objetivos claros y concretos. Creemos en una educación integral y pretendemos una capacitación académica y profesional, acorde a la demanda social, especialmente de los más desfavorecidos. Se realizan actividades que generan oportunidades para dar respuesta a las diferentes condiciones personales con las que nos encontramos en las aulas. Es por ello por lo que damos continuidad a un proceso de crecimiento educativo basado en una misión compartida. Lo que se concretiza de forma específica en una misión:

EDUCAR, formando personas autónomas y felices que desarrollen sus capacidades, habilidades y destrezas, para comprometerse crítica y libremente en la sociedad, desde valores humanos y cristianos con un modelo educativo basado en la inclusión.

Desde nuestra nueva perspectiva avanzaremos en una visión marcada de forma genérica por la nueva titularidad en la que se destaca una visión de futuro esperanzada, integral, crítica y optimista. En el centro se apuesta por la pluralidad, la inclusión, el trabajo en equipo y la actualización metodológica pedagógica.

- **Metodología educativa del centro**

Un aspecto de gran importancia para la realización de nuestra investigación fue conocer la metodología educativa que se refleja en el centro de estudios, ya que las

actividades planificadas en las sesiones de intervención deben adecuarse a los parámetros contenidos en esta.

En este sentido, en el “Proyecto educativo de Centro”, se recoge la metodología como un aspecto de especial relevancia en la puesta en práctica de la inclusión. Estos son los principios más importantes que incluye:

- Hemos de partir siempre del alumno.
- Entendemos que, en educación, es el alumno quien construye el conocimiento, modifica, enriquece y diversifica sus esquemas cognitivos.
- De esta manera el aprendizaje podrá llegar a ser significativo.
- Proponemos una metodología: ***individualizada, globalizada, activa y flexible e integradora.***

4.4.3 Recursos utilizados

En el desarrollo de la investigación se utilizaron varios recursos de tecnología educativa. El principal recurso que se utilizó fue el de robótica y programación. En cada uno de los dos estudios realizados se empleó como medio didáctico para el desarrollo de las actividades de formación y aprendizaje el robot programable Bee-Bot®. Este corresponde a un robot de piso en forma de abeja que está formado por una serie de botones o teclas ubicadas sobre su carcasa. Mediante estos botones el participante puede indicarle al robot que tipo de movimientos quiere que realice, es decir, movimientos que permiten que el robot se desplace hacia adelante, atrás con un avance o retroceso constante de 15cm. (García-Peñalvo et al., 2017).

Adicionalmente se le puede indicar al robot que efectúe giros, a la izquierda o derecha, ambos de 90 grados. Entre los botones se incluyen otros que permiten indicarle que realice una pausa en los movimientos, ejecute la secuencia programada o borrar la secuencia de movimientos creada. Uno de los principales atractivos del robot es el colorido de su carcasa y la posibilidad de emitir sonidos y luces (ojos del robot) conforme va ejecutando los movimientos.

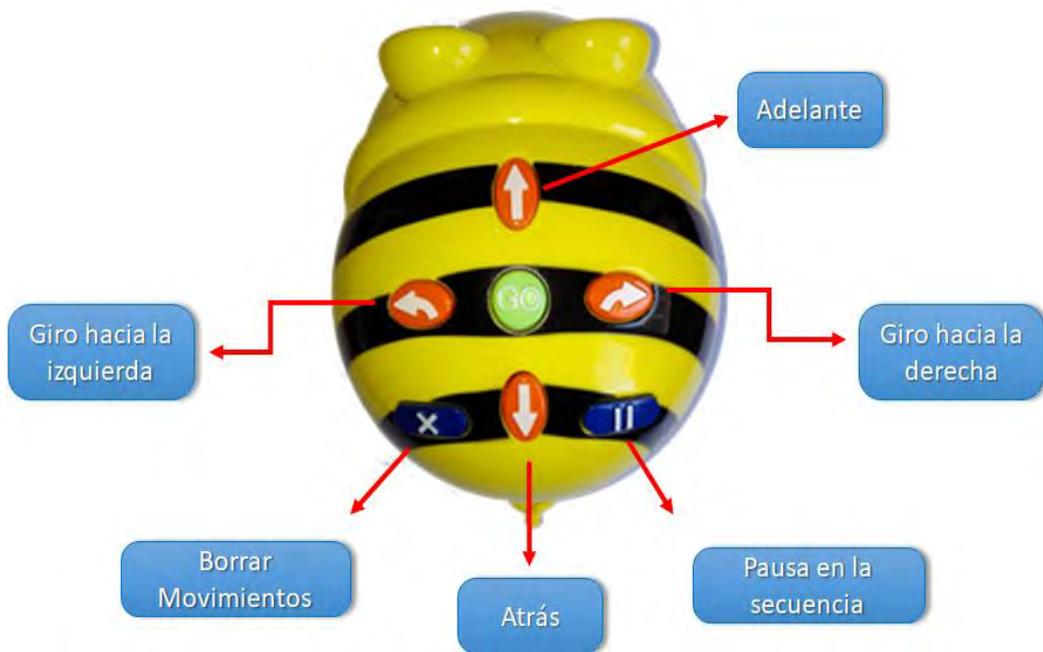


Figura 4. 4 Descripción de funciones y botones del robot Bee-Bot®

Otros materiales que se utilizaron en las sesiones de intervención fueron: cartas con los movimientos del robot (Figura 4.5), tapetes o escenarios de aprendizaje (Figura 4.6). En la sección de estudios empíricos de este documento se expondrán más detalles de los medios y materiales utilizados.



Figura 4. 5 Cartas con los movimientos del robot Bee-Bot®

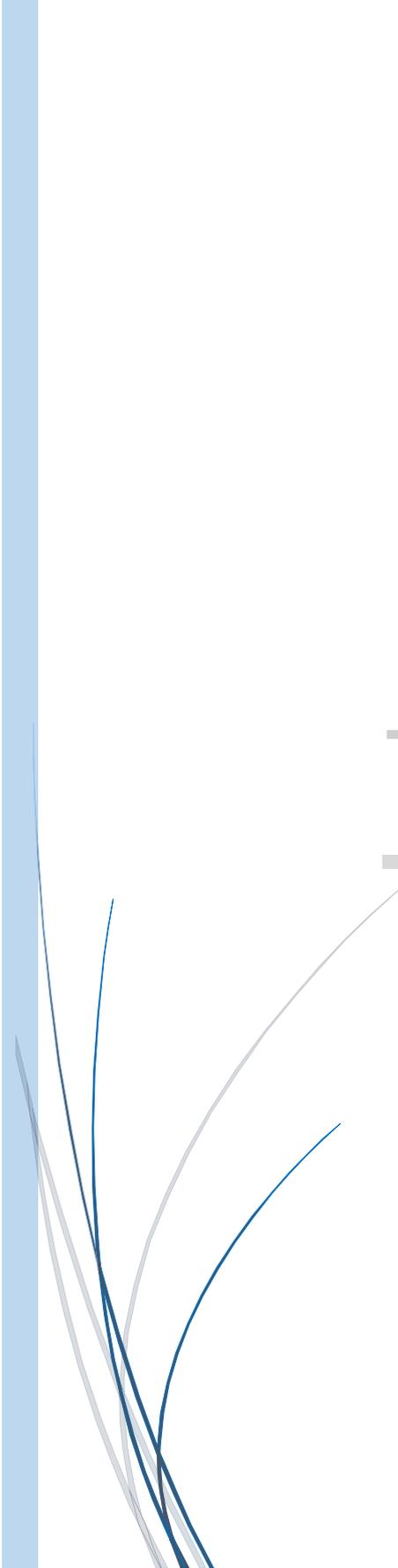
Los tapetes que se utilizaron para las actividades permiten que los estudiantes construyan secuencias de programación para lograr que el robot se desplace a un lugar específico conforme lo plantea el reto propuesto.



Figura 4. 6 Muestra de tapetes utilizados en las actividades de formación y aprendizaje

4.5 Análisis realizados

Para realizar el análisis de la información que se recolectó se tomó en cuenta la naturaleza de los datos generados, para luego aplicar pruebas estadísticas descriptivas y análisis inferencial a través del contraste de hipótesis, determinado si existen diferencias significativas entre los datos obtenidos en las pruebas pretest y posttest para cada una de las variables que se analizaron en los diferentes estudios. En este sentido, la información recolectada fue tratada con técnicas de análisis cuantitativas, mediante el programa estadístico IBM SPSS versión 23.



Capítulo 5

CAPÍTULO 5.

Estudio 1. Fomento del pensamiento computacional en educación Infantil: experiencia de aprendizaje jugar y programar con Bee-Bot®

- 5.1. Metodología de la investigación
 - 5.1.1. Objetivos del estudio e hipótesis
 - 5.1.2. Preguntas de investigación
 - 5.1.3. Selección del diseño metodológico
 - 5.1.4. Descripción de la experiencia de aprendizaje: jugar y programar con Bee-Bot®
 - 5.1.4.1. Organización de actividades en la experiencia de aprendizaje
 - 5.1.4.2. Estructura y procedimiento para el desarrollo de la intervención
 - 5.1.5. Variables e instrumentos
 - 5.1.6. Muestra
- 5.2. Resultados del estudio
 - 5.2.1. Análisis de la normalidad en los datos del pretest
 - 5.2.2. Estudio de la equivalencia de los grupos experimental y control en el pretest
 - 5.2.3. Análisis de los resultados del posttest contrastes entre grupos (experimental y control)
 - 5.2.4. Análisis gráfico de las diferencias entre los grupos experimental y control

Resumen

CAPÍTULO 5.

Estudio 1. Fomento del pensamiento computacional en educación Infantil: experiencia de aprendizaje jugar y programar con Bee-Bot®

“Los niños son aprendices creativos: adquieren conocimiento mediante la interacción con objetos y personas en ambientes lúdicos.”

Mitchel Resnick

En este capítulo se presenta un primer estudio, realizado con el propósito de comprobar la influencia de un programa de formación basado en actividades de aprendizaje con Robótica Educativa en la adquisición de habilidades de programación y pensamiento computacional, dirigido a estudiantes de Educación Infantil del colegio concertado Maestro Ávila, en Salamanca capital, comunidad autónoma de Castilla y León, España, durante el segundo trimestre del curso académico 2016-2017 (febrero-marzo).

Con base a la realidad explorada, se organizó la experiencia de aprendizaje: jugar y programar con Bee-Bot®. En el estudio se exploraron los aspectos de aprendizaje sobre habilidades de pensamiento computacional utilizando principalmente los enfoques de dominio conceptual, práctico y de perspectivas propuestos por Brennan y Resnick (2012), las experiencias en el desarrollo de currículos sobre robótica en la infancia temprana realizadas por Bers (2010) bajo el enfoque del construccionismo de Papert (1980), así como los enfoques lúdicos bajo la perspectiva de juego de Froebel, defendidos por Resnick y Rosenbaum (2013).

5.1. Metodología de la investigación

Considerando que la investigación “es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno” (Hernández et al., 2014, p.4.), es importante especificar que este primer estudio corresponde a un enfoque de investigación cuantitativo. Ya que se intenta explicar y predecir los fenómenos investigados, es decir, en el caso concreto de este estudio: el desarrollo de habilidades sobre pensamiento computacional en estudiantes de educación infantil.

5.1.1. Objetivos del estudio e hipótesis

En el presente estudio el objetivo general que se estableció fue:

- Comprobar la influencia de un programa de formación basado en actividades de aprendizaje con robótica educativa en la adquisición de habilidades de pensamiento computacional en escolares de educación infantil.

Adicionalmente, para alcanzar el objetivo general propuesto se formularon algunos objetivos de trabajo, o de carácter específico:

- Establecer y organizar la muestra de estudiantes que participaran en las actividades de la experiencia de aprendizaje.
- Diseñar un programa de aprendizaje basado en los fundamentos teóricos y prácticos del programa de estudio TangibleK.
- Preparar evaluaciones de tipo pre-postest mediante retos de programación denominado Solve-It demostrando el dominio de habilidades sobre pensamiento computacional: secuencias, correspondencia acción-instrucción y depuración.
- Integrar y desarrollar el programa de aprendizaje que se ha diseñado en el grupo de estudiantes seleccionado.

- Evaluar el desempeño de los estudiantes ante los retos Solve-It propuestos inicialmente (prueba pretest) y una vez que han completado el programa formativo (prueba postest) con actividades de robótica.
- Valorar la eficacia del programa en función de las capacidades y dominios de habilidades sobre pensamiento computacional: secuencias, correspondencia acción-instrucción y depuración desarrolladas en los estudiantes.

Como hipótesis de partida para la realización de la experiencia jugar y programar con Bee-Bot® se estableció que al **desarrollar actividades de aprendizaje con robótica educativa se contribuye significativamente a la adquisición de habilidades de pensamiento computacional en escolares de educación infantil.**

5.1.2. Preguntas de investigación

Para el desarrollo de este primer estudio se establecieron una serie de preguntas de investigación que representan el punto de partida y guía para la consecución de los objetivos que se persiguen con la realización de la investigación. Las preguntas consideradas fueron:

- 1) ¿Se puede desarrollar el pensamiento computacional de los niños de la etapa educativa de Infantil (3-6 años) a través de actividades de robótica en el aula?
- 2) ¿Pueden mejorar los niños su capacidad de secuenciar acciones para dar respuesta a un desafío a través de actividades de programación usando robots educativos?
- 3) ¿Pueden mejorar los niños su capacidad de relacionar las instrucciones que dan a un robot con la acción que éste desempeña?
- 4) ¿Pueden mejorar los niños su habilidad para identificar y corregir los errores existentes en una secuencia de programación?

5.1.3. Selección del diseño metodológico

El estudio que describimos en esta sección se desarrolló mediante un diseño de tipo cuasiexperimental (Campbell y Stanley, 1993; Hernández et al., 2014), con medidas pretest

y postest en dos grupos (experimental y control), como se observa en el diagrama de la Figura 5.1.

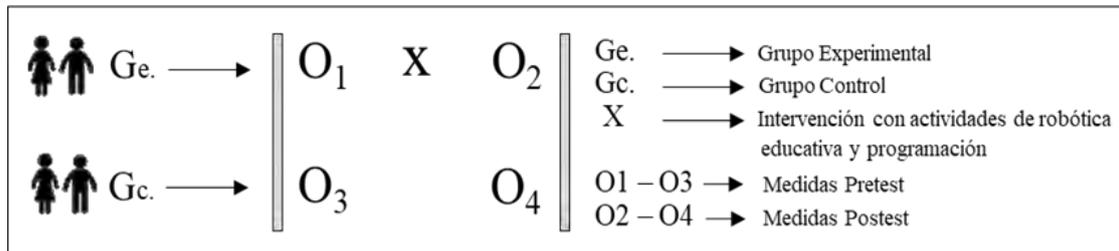


Figura 5.1 Diagrama sobre el diseño de investigación estudio 1

Fuente: Muñoz-Repiso y González, 2019

Los diseños cuasiexperimentales “manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto y relación con una o más variables dependientes” (Hernández et al., 2014, p. 151).

En consecuencia, los niños que participaron de las actividades de intervención se dividieron en dos grupos, el experimental (Ge), cuyos integrantes realizarán el programa formativo, y el grupo de control (Gc), formado por los estudiantes que no participaron en las actividades de robótica (Kandlhofer y Steinbauer, 2016).

La asignación de los estudiantes a los grupos no se puede realizar de forma aleatoria, ya que la intervención permitida por el centro educativo exigía trabajar con los grupos intactos formados de acuerdo con criterios inherentes al propio colegio e independientes del estudio.

Por consiguiente, basándonos en los criterios metodológicos que expone la literatura, sobre este tipo de diseño de investigación, se recolectaron medidas de cada individuo (grupos experimental y control), antes y después de la intervención.

5.1.4 Descripción de la experiencia de aprendizaje: jugar y programar con Bee-Bot®

Para comprender sobre qué base formativa y de aprendizaje se sustenta este primer estudio y tener una idea clara sobre los aspectos educativos y tecnológicos que la integran se presenta, como punto de partida, una descripción de los marcos de referencia que se utilizaron para el desarrollo del programa de formación y aprendizaje, así como otras características sobre la organización y estructura de actividades que conformaron la experiencia de aprendizaje jugar y programar con Bee-Bot®.

El programa jugar y programar con Bee-Bot® que se utilizó para el desarrollo de las experiencias de aprendizajes se sustenta principalmente en las ideas poderosas contenidas en el currículo para estudio de robótica TangibleK Robotics (Bers, 2010), desarrollado por el DevTech (Developmental Technologies) research group en el Tufts University ubicado en Somerville, en Boston, Massachusetts y es dirigido por la Dra. Marina Umaschi Bers. Este grupo de investigación tiene como objetivo comprender cómo las nuevas tecnologías que se dedican a la codificación, la robótica y la creación, pueden desempeñar un papel positivo en el desarrollo y el aprendizaje de los niños.

TangibleK Robotics es un programa de robótica educativa que se ha puesto a prueba con niños y profesores desde el preescolar hasta el segundo grado. Consiste en un plan de estudios, herramientas de evaluación y un kit de construcción de robótica con una interfaz apropiada para el desarrollo. El plan de estudios y el kit de robótica son específicamente dirigido a enseñar un subconjunto particular de herramientas mentales a los niños pequeños - ideas poderosas y habilidades que son útiles cuando se aplica el pensamiento computacional en un contexto robótico (Bers et al., 2014).

El currículo TangibleK introduce ideas poderosas cada vez más complejas de la ciencia de la computación en un contexto de robótica de una manera estructurada y apropiada para el desarrollo. Las poderosas ideas de la informática que se abordan en este plan de estudios incluyen: el proceso de diseño de ingeniería y depuración (solución de problemas), el movimiento y la detección robótica, y tres aspectos de la programación: la elección de las instrucciones de programación correctas, el control del flujo de acciones

mediante la secuenciación de las instrucciones de acción en forma adecuada, y el control del flujo de acciones mediante el uso de instrucciones especiales de flujo de control.

En relación con el enfoque teórico utilizado para diseñar las actividades de intervención educativa que forman la estructura de las actividades y escenarios de aprendizaje: jugar y programar con Bee-Bot®, dirigido a estudiantes de primeras etapas escolares, podemos afirmar que se integran elementos del marco conceptual propuesto por Brennan y Resnick (2012) sobre el desarrollo del pensamiento computacional. En este se expone su aprendizaje mediante el dominio de las dimensiones conceptual, prácticas y perspectivas computacionales.

Además, se emplean los sustentos técnicos-pedagógicos contenidos en el marco de trabajo que propone el Desarrollo Tecnológico Positivo (PTD) establecido por Bers (2008). Este marco es una guía para el desarrollo, la implementación y la evaluación de programas educativos que hacen uso de las nuevas tecnologías para fomentar el aprendizaje como un aspecto del desarrollo positivo de los niños pequeños.

Es importante reconocer que estos enfoques teóricos utilizados para el desarrollo de actividades de aprendizaje orientados a la primera infancia incorporan elementos del marco constructorista de Papert (1980). En el cual se afirma que los niños pueden aprender profundamente cuando construyen sus propios proyectos en una comunidad de estudiantes y al mismo tiempo reflexionan de forma específica sobre el proceso desarrollado.

Finalmente, las intervenciones que integran la experiencia de aprendizaje desarrollada presentan una orientación hacia el aprendizaje lúdico, como elemento clave del proceso de aprendizaje (Resnick y Robinson, 2017). Al considerar a los niños como “aprendices prácticos” que aprenden a través de la interacción lúdica con objetos (por ejemplo, los robots programables) y personas (compañeros de clase, profesores, familiares, investigador).

En la **Tabla 5.1** se presentan la descripción de los conceptos sobre pensamiento computacional que fueron abordados mediante el programa de aprendizaje de la experiencia educativa jugar y programas con Bee-Bot®.

Tabla 5.1 Conceptos de pensamiento computacional explorados en el programa de aprendizaje jugar y programar con Bee-Bot®

Concepto	Descripción
Secuencias	Los niños utilizan el robot programable de piso Bee-Bot® para explorar la lógica organización y secuenciación de instrucciones utilizando como medio físico o interfaz de programación tangible el propio robot, a través de los botones que posee en la parte externa de su carcasa. Además, emplean cartas con imágenes que representan los movimientos que piensan que el robot debe realizar.
Correspondencias entre acciones e instrucciones	Considerando que un programa es una secuencia de instrucciones que un ordenador (en este caso el robot programable) realiza en un orden especificado por el programador. Cada instrucción o comando tiene un significado específico, y el orden de las instrucciones conduce a las acciones globales que realiza el robot. En este sentido, lo niños aprenden a relacionar los símbolos que utilizan para crear la secuencia de movimientos del robot con el desplazamiento que este realiza.
Depuración	Los niños solucionan los problemas que presenta el código que han desarrollado (representado en las secuencias de movimiento para el robot) cuando el robot no se comporta como se esperaba (movimientos del robot hacia puntos o lugares no deseados).

Fuente: "Ideas poderosas sobre aprendizaje del pensamiento computacional" descritas en Bers (2017).

El plan de aprendizaje utilizado en las sesiones de intervención requiere aproximadamente 24 horas de trabajo en el aula, incluye tres actividades estructuradas en función cada una de las características del pensamiento computacional que se exploran a través del estudio.

5.1.4.1 Organización de actividades en la experiencia de aprendizaje

La experiencia jugar y programar con Bee-Bot® implicó un total de 36 horas. Se estructuró en base a cuatro grandes fases: la primera supone una sesión preliminar en la cual se introducen los conceptos de robot y robótica, así como las características operativas más relevantes del kit de robótica educativa Bee-Bot®.

La segunda fase corresponde a la medición inicial (pretest) de la variable dependiente pensamiento computacional, a través de las características: secuencias, correspondencia acción-instrucción y depuración.

En la tercera fase se desarrolla el programa formativo (intervención), estructurada en base a seis sesiones de aprendizaje (Figura 5.2). En esta fase se trabajarán las tres características del pensamiento computacional que se exploran en el estudio. La cuarta y última fase implica la valoración final (postest).

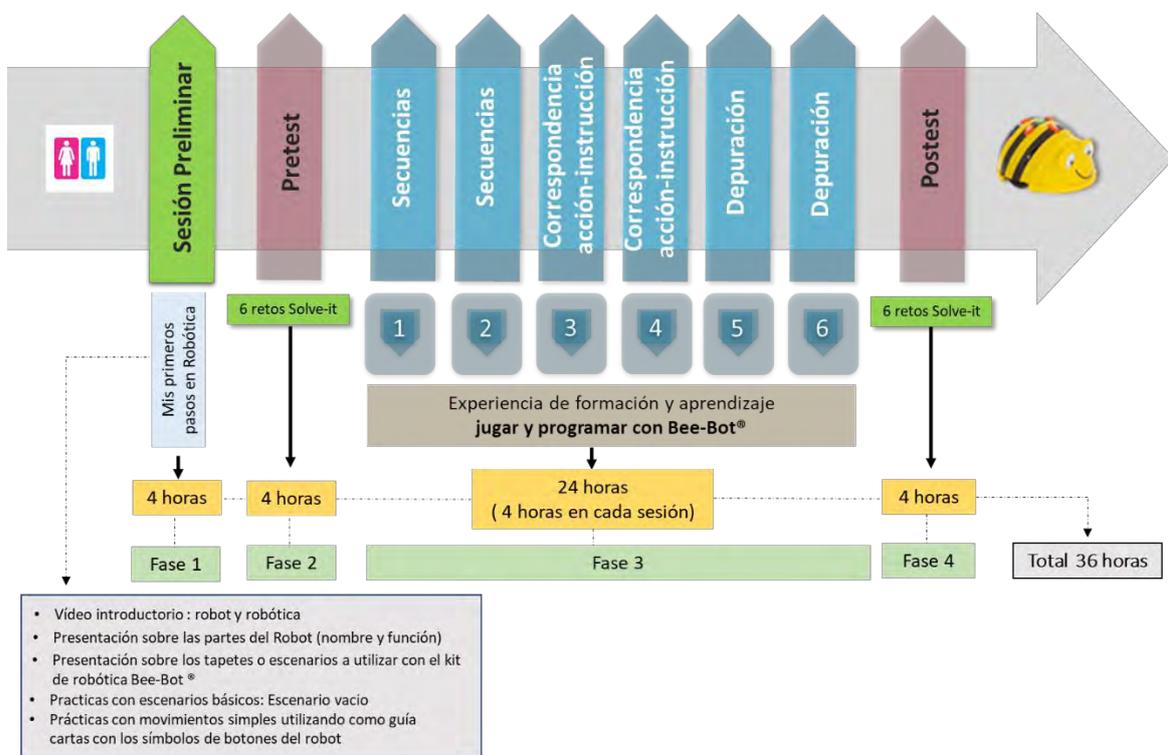


Figura 5.2 Estructura de la actividad: experiencia de aprendizaje jugar y programar con Bee-Bot®

5.1.4.2 Estructura y procedimiento para el desarrollo de la intervención

Las sesiones de intervención de la experiencia de aprendizaje jugar y programar con Bee-Bot® implicó el desarrollo de siete sesiones de trabajo con los niños del grupo experimental.

La planificación de las sesiones formativas se realizó de acuerdo con las maestras, cuya función fue lograr la familiaridad del investigador con el grupo de clase, supervisar las actividades desarrolladas en la clase y evaluar junto al investigador el desempeño de los niños al participar en cada uno de los retos Solve-It propuestos.

Cada sesión se desarrolló a lo largo de una jornada escolar, con un tiempo aproximado de cuatro horas por jornada, integrando las actividades de robótica con el desarrollo de los objetivos del contenido curricular, con el fin de potenciar las habilidades lógico-matemáticas de los estudiantes.

Durante las actividades que se estructuraron los estudiantes trabajaron en pequeños grupos (4-5 integrantes) de forma colaborativa mientras realizan las prácticas con el kit de robótica educativa Bee-Bot®, utilizando los escenarios o tapetes diseñados para resolver cada uno de los retos de programación que se organizaron para la actividad. Las sesiones se planificaron en base a los objetivos previstos.

En la sesión preliminar o de iniciación, denominada: **mis primeros pasos en Robótica**, el objetivo era introducir los conceptos fundamentales de robot y robótica e involucrar de forma activa a los niños en el conocimiento y exploración del recurso de robótica educativa Bee-Bot®.

Para lograrlo las maestras del curso debían presentar utilizando una historia o narración breve la figura del investigador y del robot, para esto se utilizó una dinámica de plenaria (a todo el grupo en general).

Además, los estudiantes tuvieron la oportunidad de utilizar el robot Bee-Bot®, explorando sus características operativas, logrando una comprensión general de las funcionalidades operativas necesarias para su posterior utilización.

Por otro lado, los estudiantes participaron en la construcción del rincón de Bee-Bot® en su aula de clase (**Figura 5.3**), con la finalidad de integrar el recurso de robótica como un elemento didáctico más en el espacio lúdico del aula.



Figura 5.3 Rincón de Bee-Bot® en una de las clases que participaron de la experiencia de aprendizaje

Para finalizar la sesión preliminar se utilizó un tiempo en el cual los niños personalizaron un gráfico de Bee-Bot® a través de la pintura con lápiz de cera (Figura 5.4).



Figura 5.4 Actividad de personalizar a Bee-Bot® a través de la pintura de un gráfico del robot

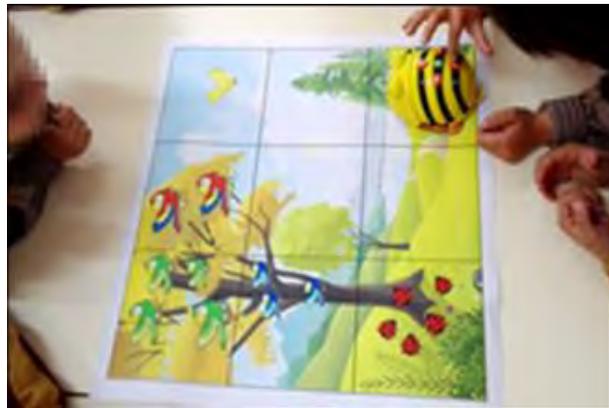
Las seis sesiones de intervención que componen el resto de las intervenciones permitieron explorar el aprendizaje de las características del pensamiento computacional que se analizan con el desarrollo del estudio. Para esto se utilizó pequeñas narraciones o historias que acompañadas de escenarios (tapetes) permitieron dar el soporte lúdico a la actividad. En la sesión 1 y 2, de la fase de intervención, se trabaja la característica “secuencia” del pensamiento computacional. En primer lugar, se programan movimientos simples hacia delante y atrás. Posteriormente se incluyen giros a izquierda y derecha. En

cada una de las sesiones se inicia con la presentación en plenaria de una narración corta. Luego en pequeños grupos se trabaja el reto.

Tabla 5.2 Estructura de la sesión 1 de intervención en el estudio 1

Sesión	Objetivo	Característica del PC
1	Lograr que los niños construyan pequeñas secuencias de programación, con los botones de movimiento del robot, permitiendo que Bee-Bot® pueda desplazarse a través del tapete hasta un punto específico conforme se plantea en la historia. Narración: Bee-Bot visita a su amigo Pepe. Bee-Bot, tiene muchos amigos que viven en el bosque. Hoy Bee-Bot visita a su amigo Pepe, el pájaro amarillo, ya que hace mucho tiempo que no hablan.	Secuencias

Tapete: los amigos de Bee-Bot en el bosque



Reto 1. ¿Podrás ayudar a Bee-Bot, programando sus movimientos, para que pueda ir hasta donde se encuentra su amigo Pepe y luego regresar nuevamente a su hogar la colmena?

Solución correcta:

Descripción de movimientos:



adelante, adelante, andar

Temas asociados al currículo: Lateralidad, disposición espacial, color, cantidad.

Las sesiones 3 y 4 se centraron en la dimensión correspondencia acción-instrucción (Figura 5.5). En esta sesión de intervención se utilizan tarjetas para que los niños programen los movimientos que quieren que el robot realice y posteriormente se comprueba, el efecto que causa en el robot los movimientos que se han pensado para que este se desplace.



Figura 5.5 Actividad desarrollada en las sesiones de intervención 3 y 4 del estudio 1

Las sesiones 5 y 6 se orientaron a trabajar la dimensión depuración (**Figura 5.6**). En éstas se le proporciona al participante una secuencia de movimientos a través de un formato con pequeñas cartas que representan los símbolos con los movimientos del robot. La secuencia presenta pequeños fallos, que deberán detectarse y corregirse para resolver el reto.



Figura 5.6 Actividad desarrollada en las sesiones de intervención 5 y 6 del estudio 1

5.1.5. Variables e instrumentos

Tomando en consideración los aportes que representan las referencias teóricas que fueron analizadas como parte del estudio, se ha contemplado la estructuración y conceptualización operativa de las variables exploradas:

- **Secuencias:** capacidad de secuenciar acciones para dar respuesta a un desafío a través de actividades de programación.
- **Correspondencia (acción-instrucción):** capacidad de relacionar las instrucciones que dan a un robot con la acción que este desempeña.
- **Depuración:** habilidad para identificar y corregir los errores existentes en una secuencia de programación.

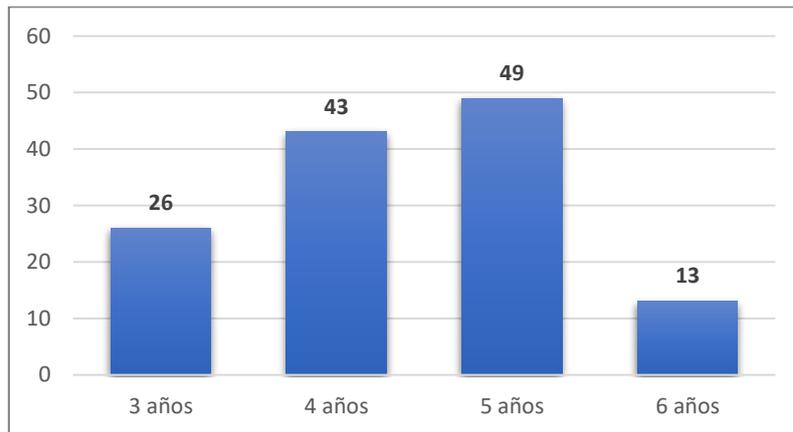
Para valorar el nivel de dominio que alcanzan los niños, en relación con las habilidades de pensamiento computacional exploradas en las actividades de aprendizaje se utilizó como instrumento una rúbrica. En el **Anexo 2** se muestra los detalles que componen este instrumento. Por otro lado, es importante especificar que la rúbrica de evaluación que hemos utilizados fue aplicada por el investigador y la maestra de forma conjunta en cada clase, consensuando la valoración de los resultados obtenidos por cada uno de los estudiantes.

Las características del PC exploradas corresponden a las variables que se especificaron: secuencias, correspondencia acción-instrucción y depuración, fueron evaluadas a través de la resolución retos de programación (Solve-It). Se organizaron dos retos por cada una de las características, lo que supone un total de seis retos.

5.1.6. Muestra

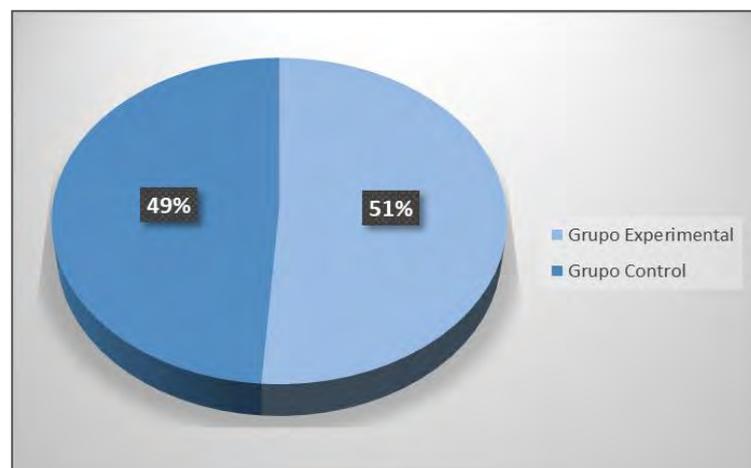
En este primer estudio participaron 131 estudiantes de Educación infantil, durante el curso académico 2016-2017. Los estudiantes que conforman la muestra corresponden a seis clases completas. Para la realización de las actividades todos los participantes fueron

informados de los objetivos del estudio y se recopilaron los consentimientos informados de los padres/tutores de los menores para lo cual se contó con la colaboración efectiva del centro escolar a través de su personal directivo, coordinadores y profesores. El rango de edad de los participantes en el estudio estuvo entre los 3 y 6 años (el 70% entre 4 y 5 años). En la **Gráfica 5.1** observamos la distribución de los participantes en el estudio atendiendo a la edad.



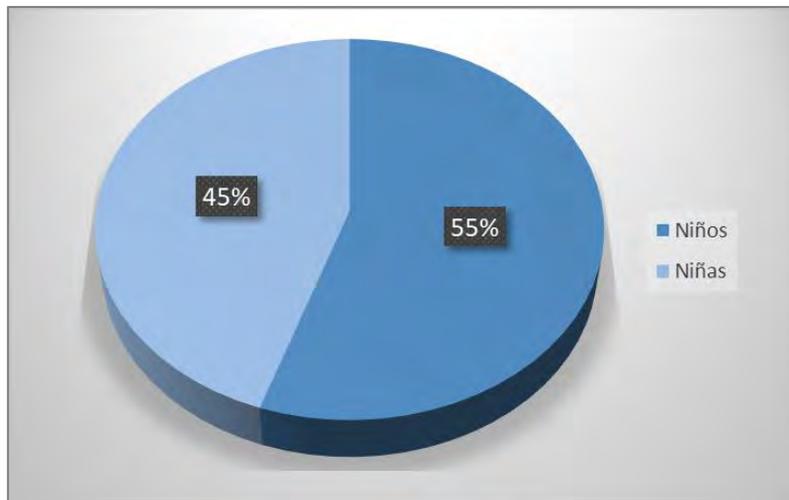
Gráfica 5.1 Distribución de participantes de acuerdo con la edad estudio 1

La distribución de los participantes según los grupos experimental y control fue de 67 estudiantes para el grupo experimental, lo que representa el 51% de toda la muestra y 64 estudiantes en el grupo control, que representa el 49% de toda la muestra (**Gráfica 5.2**)



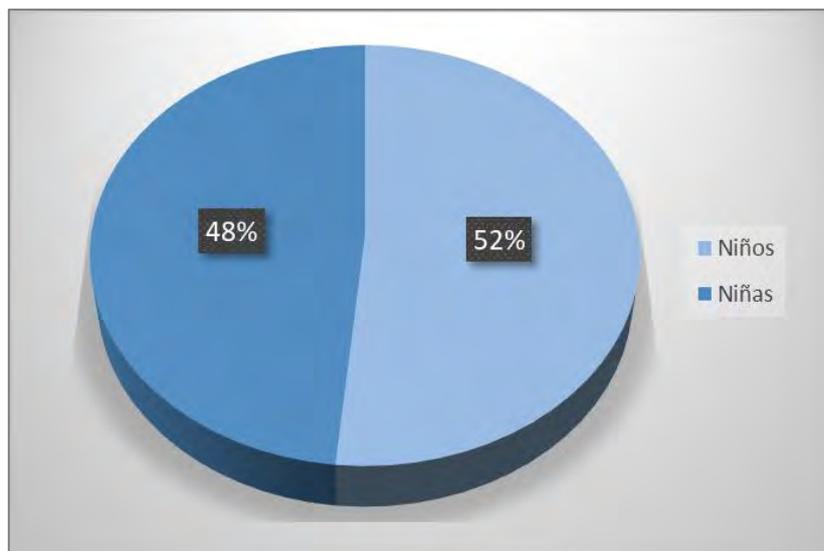
Gráfica 5.2 Distribución de participantes en los grupos experimental y control estudio 1

Además, como se observa en la **Gráfica 5.3** existe una proporción equilibrada en función del género. Las niñas representan el 45% de los sujetos del grupo experimental.



Gráfica 5.3 Distribución de participantes en el grupo experimental del estudio 1 de acuerdo con el sexo

En este mismo sentido, en el grupo control las niñas representan el 48% de los sujetos (**Gráfica 5.4**) mientras que los niños el 52%.



Gráfica 5.4 Distribución de participantes en el grupo control del estudio 1 de acuerdo con el sexo

5.2. Resultados del estudio

Para responder a la hipótesis que se estableció en el estudio, es decir, la influencia positiva de las actividades de aprendizaje con robótica educativa en el desarrollo de habilidades sobre pensamiento computacional en escolares de educación infantil, partiremos del estudio de los datos asociados a las variables cuantitativas: “secuencia”, correspondencia y depuración que hacen referencia a cada una de las características sobre pensamiento computacional que fueron evaluadas a través de las pruebas de tipo pre y postest.

5.2.1. Análisis de la normalidad en los datos del pretest

Inicialmente, se efectuará un estudio de la normalidad de los datos recolectados en el pretest utilizando para esto, la prueba estadística Kolmogorov-Smirnov. Los datos recolectados en la evaluación pretest corresponden a retos de programación denominado Solve-it. Se efectuaron seis retos en total, dos por cada una de las características del pensamiento computacional que fueron exploradas. En la literatura científica se recomienda utilizar la prueba estadística Kolmogorov-Smirnov, cuando el estudio se efectúa utilizando una muestra superior a 30 individuos, como es nuestro caso. Para esto se tomará en cuenta el ajuste a la normalidad de la muestra, diferenciando los grupos experimental y control. En los análisis estadísticos que se efectúan se establece como valor crítico < 0.05 .

Por otro lado, la ejecución de esta prueba estadística es de gran importancia porque permite determinar los análisis o pruebas de contraste de hipótesis que se efectuarán, pudiendo ser de dos tipos, unas paramétricas y otras no paramétricas. Las pruebas de contraste que se realicen permitirán comprobar la hipótesis que propone que “el desarrollo de actividades de aprendizaje basadas en robótica educativa permite adquirir habilidades significativas de pensamiento computacional en escolares de educación infantil”. Para realizar el abordaje analítico del dominio y aprendizaje del pensamiento computacional se tomaron en cuenta las características: “secuencia”, correspondencia acción-instrucción y depuración.

Los datos de la prueba Kolmogorov-Smirnov (**Tabla 5.3**) sobre los resultados de la evaluación pretest en los grupos experimental y control, permite concluir que estos datos no siguen una distribución normal. El valor de significación asintótica calculado para cada dimensión del pensamiento computacional y para el total es menor al nivel de confianza establecido para los análisis.

Tabla 5.3 Test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov en el pretest para cada una de las características de la variable pensamiento computacional y en la prueba completa.

Grupo	Característica del PC	Kolmogorov-Smirnov	
		Estadístico	Sig.
Experimental N=67	Secuencia	,218	,000
	Correspondencia	,241	,000
	Depuración	,260	,000
	Total	,148	,001
Control N=64	Secuencia	,280	,000
	Correspondencia	,283	,000
	Depuración	,436	,000
	Total	,179	,000

5.2.2 Estudio de la equivalencia de los grupos experimental y control en el pretest

Una vez aplicada la prueba Kolmogorov-Smirnov para determinar la normalidad en la muestra, podemos establecer que los valores que se obtuvieron nos llevan a utilizar pruebas de contraste de tipo no paramétricas, como lo es la U de Mann-Whitney y la W de Wilcoxon.

Primeramente, efectuamos la comparación de los resultados registrados para el pretest entre el grupo experimental (G_e) y control (G_c), verificando su equivalencia. Los valores obtenidos muestran que los grupos no son equivalentes, observándose diferencias significativas entre ambos grupos en las correspondientes a todas las características del pensamiento computacional y la puntuación total (prueba completa) a favor del grupo experimental (**Tabla 5.4**).

Tabla 5.4 Test diferencias en el pretest entre grupo experimental y control (Prueba de Mann-Whitney)

Variabes	Media Ge N=67	Media Gc N=64	U de Mann- Whitney	W de Wilcoxon	Z	Sig. asintót (bilateral)
Secuencia	5,61	4,75	1046,50	3126,50	5,337	,000
Correspondencia	4,15	3,03	687,50	2767,50	7,056	,000
Depuración	4,91	4,25	1329,00	3409,00	4,274	,000
Prueba completa	14,67	12,03	569,50	2649,50	7,319	,000

En este sentido, la falta de equivalencia en los grupos experimental y control es una cuestión que no se ha podido prever a priori, debido a que los grupos se han formado por el colegio previamente al inicio de la investigación y no se ha permitido su modificación.

Sin embargo, esta situación es tenida en cuenta para seleccionar la estrategia de análisis de datos más adecuada, ya que, si bien no es la situación deseable para establecer la comparación de los grupos control y experimental, tampoco es una barrera insalvable, pues existen métodos de análisis que ofrecen una solución (diseños de grupo control no equivalente).

5.2.3. Análisis de los resultados del postest contrastes entre grupos (experimental y control)

Los valores de los datos que fueron obtenidos en el postest también evidencian diferencias significativas ($p < ,001$) entre el grupo experimental y control en todas las variables estudiadas (dimensiones y prueba completa) como se puede apreciar en la **Tabla 5.5**.

Sin embargo, por no ser grupos equivalentes inicialmente, estas diferencias no son atribuibles directamente al tratamiento, por esta razón existe la necesidad de profundizar en su análisis.

Tabla 5.5. Diferencias en el postest entre grupo experimental y control (Prueba de Mann-Whitney)

Variabes	Media Ge N=67	Media Gc N=64	U de Mann- Whitney	W de Wilcoxon	Z	Sig. asintót (bilateral)
Secuencia	7,66	5,16	144,50	2224,50	9,352	,000
Correspondencia	7,19	3,72	70,50	2450,50	9,713	,000
Depuración	7,88	4,37	79,50	2159,50	9,654	,000
Prueba completa	22,84	13,25	47,50	2127,50	9,690	,000

Tomando las pautas que se sugieren para estudios con diseños de grupo control no equivalentes (Campbell y Stanley, 1993; Tejedor, 2000) y con el propósito de conocer la incidencia de la variable independiente en la variable dependiente, se toma la decisión de analizar la significatividad de las diferencias producidas entre los valores de las puntuaciones del pretest y las obtenidas en la prueba postest en cada una de las características de la variable dependiente, para los dos grupos experimental y control (**Tabla 5.6**).

Para lograrlo se definen nuevas variables: DiferenSecuencia, DiferenCorrespondencia, DiferenDepuración y DiferenTotal. Los valores para estas nuevas variables se obtienen calculando la diferencia entre la puntuación en el postest y la del pretest. Con lo cual es posible observar que la diferencia entre el pretest y el postest en el grupo experimental es de más de 2 puntos en todas las dimensiones, alcanzando 8,16 puntos en la prueba completa (DiferenTotal), mientras que en el grupo control las puntuaciones en la prueba final han añadido menos ganancia, siendo las diferencias menores a 1 punto en todas las dimensiones y de 1,22 en la prueba completa. Además, la significación estadística de las diferencias apuntadas, tan sólo en un caso no resulta significativa, se trata de la dimensión Depuración en el grupo control.

Esto quiere decir que para esta variable no se ha producido una ganancia en las habilidades de los niños del grupo control, mientras que en el resto de las variables, aun tratándose del grupo control, se han producido diferencias significativas que se pueden explicar como el efecto atribuible a la instrumentación (debido a la propia realización de la prueba inicial o pretest, que ha podido suponer un cierto aprendizaje) así como al efecto

maduración, es decir el efecto natural del desarrollo o maduración de los niños en los meses que dura el tiempo de realización de la intervención, dado que a estas edades tempranas los niños aprenden nuevas habilidades de forma rápida y constante.

Tabla 5.6. Análisis de las diferencias entre postest y pretest (Prueba de Wilcoxon)

Variables	N	Media Difer.	Desviación Típ.	Z	Signif.
Grupo experimental (Ge)					
DiferenSecuencia	67	2,149	1,183	6,872	,000
DiferenCorrespondencia	67	3,045	1,036	7,190	,000
DiferenDepuración	67	2,970	1,128	7,171	,000
DiferenTotal	67	8,164	2,359	7,130	,000
Grupo control (Gc)					
DiferenSecuencia	64	,406	,706	4,004	,000
DiferenCorrespondencia	64	,687	,732	5,516	,000
DiferenDepuración	64	,125	,882	1,117	,264
DiferenTotal	64	1,219	1,339	5,467	,000

Adicionalmente, con los datos que se han generado a partir de las diferencias entre el postest y el pretest se realizan otros análisis estadísticos como la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para muestras independientes, con objeto de confirmar si las ganancias de aprendizaje en el grupo experimental son significativamente mayores que las habidas en el grupo control.

La ganancia se puede entender como el aumento de la puntuación en el postest con respecto al pretest. Los resultados de la prueba muestran para cada una de las variables una significancia asintótica menor al 0,01 (**Tabla 5.7**).

Tabla 5.7. Análisis de las diferencias entre grupo experimental y control (Prueba de Mann-Whitney)

Variables	U de Mann-Whitney	Z	Sig. asintót (bilateral)
Dimensiones			
DiferenSecuencia	484,50	-7,868	,000
DiferenCorrespondencia	179,00	-9,241	,000
DiferenDepuración	99,500	-9,551	,000
Prueba completa	16,00	-9,551	,000

Por tanto, se puede decir que los resultados alcanzados en las pruebas finales presentan diferencias significativas entre ambos grupos (experimental y control); se puede argumentar que los niños del grupo experimental obtienen mayores habilidades que los niños del grupo control, gracias a la intervención realizada, mostrando un mayor avance (estadísticamente significativo) en las puntuaciones del postest.

Se ha estimado el tamaño del efecto para la prueba completa calculando el valor δ de Cohen y resulta extraordinariamente alto (1,84), por ser muy superior al valor 0,80 establecido para considerarse muy alto. Este valor reafirma la diferencia de los logros conseguidos por los niños en función del grupo al que ha sido asignado, siendo mayor en el grupo que ha realizado la formación.

5.2.4 Análisis gráfico de las diferencias entre los grupos experimental y control

Para finalizar se muestra mediante un análisis gráfico utilizando las curvas ROC (García-Valcárcel & Tejedor, 2017), las diferencias existentes entre los grupos experimental y control. Lo efectuamos tomando como variables de estudio las diferencias producidas entre las puntuaciones del pretest y las del postest en cada una de las dimensiones de la variable dependiente, y en la variable total denominada habilidades de pensamiento computacional.

Como variable de clasificación o de estado se utiliza la variable grupo, con dos posibles valores grupo experimental o control. Para el análisis se consideró como caso positivo a los estudiantes que integran el grupo experimental, los cuales están representados en la gráfica.

En la **Figura 5.7** observamos los pares de valores (1- especificidad, sensibilidad) que forman el grafico de curvas ROC para cada una de las variables de estudio (DiferenSecuencia, DiferenCorrespondencia, DiferenDepuración y DiferenTotal). Se puede observar que todas las curvas están por encima del valor de referencia (diagonal del área). Esto ocurre porque los valores de las puntuaciones obtenidas por los estudiantes pertenecientes al grupo experimental son mucho más altas que las obtenidas por los estudiantes del grupo control,

para todas las variables analizadas, tal como había expuesto en la información que contienen tablas que forman las secciones previas.

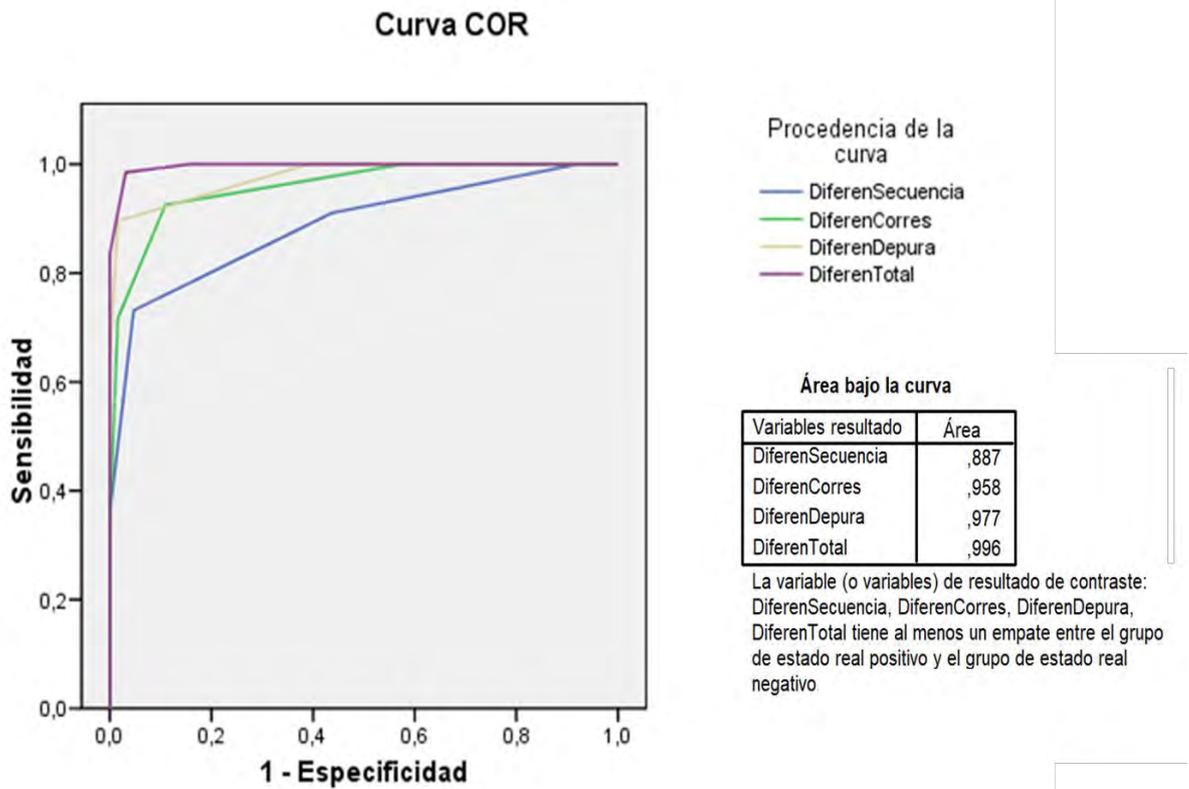


Figura 5.7 Curva ROC sobre las diferencias pretest-postest (grupo experimental)

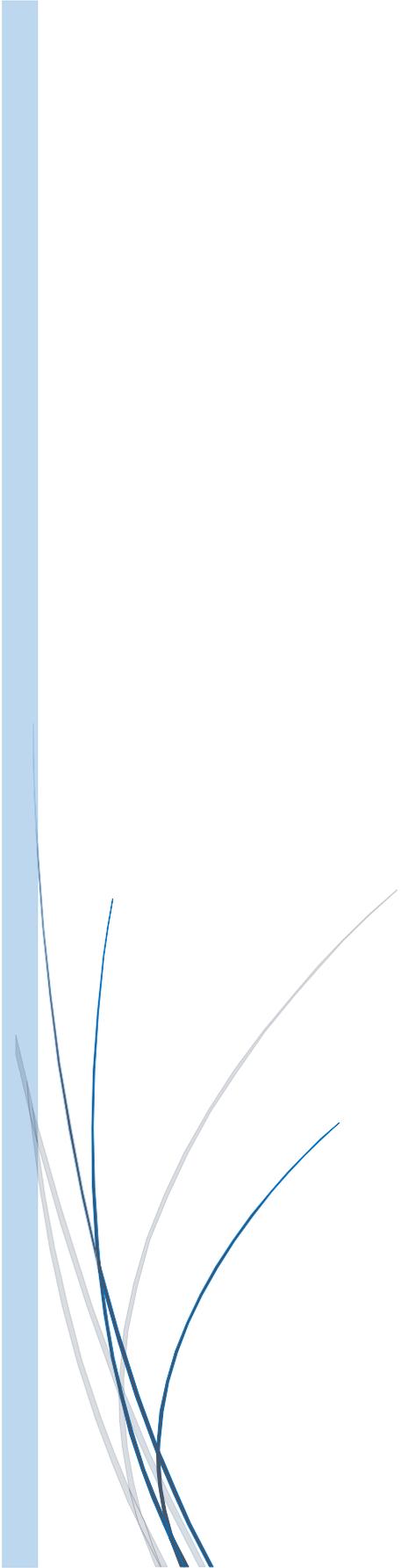
Resumen

En cuando a la información que se ha expuesto en este capítulo de la tesis doctoral sobre la realización del Estudio 1, en referencia con el desarrollo de la experiencia de aprendizaje jugar y programar con Bee-Bot® basada en actividades de robótica educativa y orientadas a la adquisición de habilidades de pensamiento computacional, se puede afirmar que la actividad ha presentado resultados positivos que permiten corroborar que el programa formativo utilizado ha facilitado la adquisición de estas habilidades de pensamiento asociadas con las características: secuencias, correspondencias instrucción-acción y depuración en el grupo de estudiantes que participó.

En este sentido, se observó que las diferencias significativas que se produjeron entre los integrantes de los grupos experimental y control implican la existencia de un mayor aprendizaje en cada una de las variables analizadas en el grupo que realizó las actividades de robótica. Por otro lado, podemos ver que los estudiantes pertenecientes al grupo control también demostraron mejores habilidades en la prueba posttest. Esta situación podemos atribuirla al efecto de maduración, al aprendizaje motivado por la aplicación de la prueba pretest y al efecto normal de avance cognitivo debido al tiempo que duró la intervención, es decir, que los estudiantes continuaron avanzando en el programa curricular, y específicamente en el área de lógica y matemática, lo que produce un mayor nivel de conocimientos vinculado con las habilidades que fueron evaluadas.

En relación con el dominio del pensamiento computacional, podemos establecer que los niños que han participado en el desarrollo de la experiencia de aprendizaje han adquirido nuevas habilidades aplicadas al diseño y construcción de secuencias de programación mediante la utilización de objetos tangibles (kit de robotica Bee-Bot®). El estudio permitió la verificación y comprobación experimental del diseño y construcción de secuencias de programación, las consecuencias y exactitud de las instrucciones de programación creadas, y el fortalecimiento de la habilidad para detectar la existencia de posibles errores en las secuencias de programación generadas.

Por otro lado, como los enfoques utilizados para el diseño de las actividades de aprendizaje han apoyado la adquisición de habilidades blandas o sociales, como la comunicación, el trabajo colaborativo, la creatividad, la autonomía y el liderazgo. Esta forma de aprendizaje se relaciona con las metodologías activas de aprendizaje y las teorías del aprendizaje constructivistas que postulan que el conocimiento se adquiere mediante la interacción del sujeto con el objeto de estudio (Papert, 2000, Brennan y Resnick, 2012, Bers et al., 2014). Por consiguiente, el desarrollo de este primer estudio demostró que es posible desarrollar las habilidades de pensamiento exploradas a través de las características: secuencias, correspondencia acción-instrucción y depuración, desde etapas escolares tempranas, ya que se trabajó con estudiantes de 3 a 6 años y los niños tuvieron una participación positiva con respecto a las expectativas iniciales del estudio, pudiéndose comprobar la hipótesis de partida.



Capítulo 6

CAPÍTULO 6.

Estudio 2: Fortaleciendo el pensamiento computacional y habilidades sociales en niveles escolares iniciales mediante robótica educativa

- 6.1. Metodología de la investigación
 - 6.1.1 Objetivos del estudio e hipótesis
 - 6.1.2 Preguntas de investigación
 - 6.1.3 Selección del diseño metodológico
 - 6.1.4 Descripción de la experiencia de aprendizaje
 - 6.1.4.1 Materiales utilizados
 - 6.1.4.2 Organización de actividades en la experiencia de aprendizaje
 - 6.1.5 Variables e instrumentos
 - 6.1.6 Muestra
- 6.2. Resultados del estudio
 - 6.2.1 Análisis de la normalidad en los datos del pretest
 - 6.2.2 Estudio de la equivalencia de los grupos experimental y control en el pretest
 - 6.2.3 Análisis de los resultados del postest y contrastes entre grupos (experimental y control)
 - 6.2.4 Análisis de los datos recolectados en las listas de verificación del PTD
 - 6.2.5 Análisis de los datos recolectados en el cuestionario de opinión aplicado a los estudiantes

Resumen

CAPÍTULO 6.

Estudio 2: Fortaleciendo el pensamiento computacional y habilidades sociales en niveles escolares iniciales mediante robótica educativa

“El escándalo de la educación es que cada vez que enseñas algo privas a un niño del placer y el beneficio de descubrirlo.”

Seymour Papert

El estudio que se describe en este capítulo se desarrolló con el propósito de comprobar el aprendizaje del pensamiento computacional y el desarrollo de habilidades sociales entre los estudiantes de primeros niveles educativos que participan de experiencias de aprendizaje. En las actividades participaron estudiantes de Educación Infantil del colegio concertado Maestro Ávila, en Salamanca capital, comunidad autónoma de Castilla y León, España, durante el segundo trimestre (febrero-marzo) del curso académico 2017-2018.

En este segundo estudio se propuso el desarrollo de una experiencia de aprendizaje orientada a estudiantes de Educación Infantil con el propósito de valorar, por un lado, el desempeño en habilidades de pensamiento computacional y por otro, los comportamientos sociales positivos que se favorecen en los estudiantes que participan de las actividades programadas.

6.1 Metodología de la investigación

En este estudio se ha utilizado igualmente un enfoque de tipo cuantitativo, a nivel metodológico. Los análisis que se presentarán sobre los datos recolectados serán de tipo estadístico, tal y como lo sugiere la literatura para este tipo de enfoques metodológicos (MacMillan y Schumacher, 2012; Hernández et al., 2014).

6.1.1. Objetivos del estudio e hipótesis

Para alcanzar una respuesta al problema que se planteó en referencia al desarrollo de habilidades técnicas y sociales vinculadas al pensamiento computacional, se estableció como objetivo general:

- Valorar el dominio y aprendizaje de la característica de secuenciación del pensamiento computacional, así como las habilidades sociales y comportamientos positivos observados en los estudiantes de Educación Infantil, que participaron en actividades de aprendizaje con retos de programación y robótica educativa.

Para concretar el objetivo principal del presente estudio, se establecieron algunos objetivos de carácter específico:

- Elegir la muestra de estudiantes que participarían en la experiencia de aprendizaje.
- Diseñar las actividades y escenarios de aprendizaje que se utilizarían para el desarrollo de los retos de programación mediante robots programables.
- Preparar las pruebas o evaluaciones de tipo pre/postest mediante retos de programación denominados Solve-It, evidenciando el dominio de la característica secuenciación, como parte del aprendizaje del pensamiento computacional.

- Realizar las actividades formativas y de aprendizaje propuestas en la experiencia educativa de acuerdo con la muestra de participantes elegida.
- Registrar los comportamientos y prácticas sociales observadas en los estudiantes que participaron de las actividades propuestas en la experiencia educativa.
- Valorar el desempeño que lograron los estudiantes en los retos Solve-It propuestos en las pruebas pre y posttest diseñadas para la experiencia educativa planificada.
- Evaluar el nivel alcanzado por los estudiantes en el desarrollo de las actividades de evaluación propuestas, tanto en el dominio de la característica secuenciación del pensamiento computacional como en los comportamientos y habilidades sociales observadas, conforme a los parámetros que establecen los instrumentos de evaluación definidos para el estudio.

Por otro lado, para el estudio se estableció como hipótesis de partida: **que los estudiantes que participan en las actividades de aprendizaje propuestas en la experiencia pedagógica alcanzan un desempeño favorable en referencia con el desarrollo de la característica “secuencia” asociada a la dimensión conceptual del pensamiento computacional. Además, muestran comportamientos y habilidades sociales positivas en el marco de la experiencia realizada.**

6.1.2. Preguntas de investigación

El estudio permitió dar respuesta a las siguientes preguntas:

1. ¿Se fortalece el dominio de la característica secuenciación, asociada al pensamiento computacional, en estudiantes de educación infantil mediante la participación en una experiencia educativa sobre pensamiento computacional?
2. ¿Existe la posibilidad de promover comportamientos sociales positivos, como la comunicación y colaboración, entre estudiantes de educación infantil que

participan en una experiencia de aprendizaje sobre pensamiento computacional?

3. ¿Qué aceptación producen las actividades y el recurso de robótica educativa entre los estudiantes que participan de las actividades de evaluación propuestas?

6.1.3. Selección del diseño metodológico

El estudio se organizó dentro del enfoque cuantitativo a través de un diseño cuasiexperimental con medidas Pretest/Posttest y grupo control (Campbell y Stanley, 1993; Hernández et al., 2014). Los estudiantes que participaron de la actividad de aprendizaje forman el grupo experimental, mientras que aquellos que constituyen el grupo control no participan de las actividades de formación y aprendizaje. Los integrantes de ambos grupos corresponden a clases completas ya que no fue posible realizar una selección de los integrantes de los grupos.

6.1.4. Descripción de la experiencia de aprendizaje

La experiencia de formación que describimos en esta sección se focaliza en el desarrollo y dominio de la característica secuenciación, parte de las habilidades que componen la estructura del pensamiento computacional.

El dominio de la característica “secuencia” está relacionado con la producción de algoritmos en ciencias de la computación y programación. Además, se vincula al área de las matemáticas y el pensamiento espacial, actividades de aprendizaje que se desarrollan en las primeras etapas de educación formal (Kazakoff, Sullivan y Bers, 2013; Bers et al., 2014; Alsina y Acosta, 2018).

6.1.4.1. Materiales utilizados

En este segundo estudio, de forma similar al primero, se empleó el robot programable de piso, Bee-Bot® como medio didáctico para el desarrollo de los diferentes retos de programación. Además, se utilizaron tapetes y pequeñas narraciones que representaron los aspectos lúdicos del escenario de aprendizaje utilizado (**Figura 6.1**).



Figura 6. 1 Materiales utilizados en los retos sobre secuencias estudio 2

6.1.4.2 Organización de actividades en la experiencia de aprendizaje

Las actividades propuestas para el desarrollo de la experiencia formativa se organizaron utilizando un total de 20 horas (**Figura 6.2**). Se estructuraron 6 sesiones destinadas a las actividades de formación y aprendizaje a través de intervenciones de 2 horas cada una, para un total de 12 horas. Las tres primeras sesiones consistieron en el diseño y programación de secuencias de movimientos de nivel básico. En las últimas tres sesiones (sesión 4 hasta la sesión 6) la complejidad de las secuencias fue de nivel medio.

Se incluyeron dos sesiones de pruebas, mediante evaluaciones Pre y Postest, utilizando 3 horas para cada una; es decir, un total de 6 horas. Las pruebas consistieron en la exploración de la característica “secuencia” del pensamiento computacional, expuesta en la propuesta denominada “*Computational Thinking Framework*” (Brennan y Resnick, 2012). En cada evaluación se planificaron 4 retos. El propósito era construir una secuencia de

movimientos para desplazar al robot hasta un punto específico (Tabla 6.1). Los estudiantes trabajaron en su espacio de clases habitual y en pequeños grupos de 3 o 4 participantes.



Figura 6. 2 Distribución de las sesiones de evaluación, formación y aprendizaje

Al finalizar la experiencia de aprendizaje y luego de la sesión de evaluación Posttest se realizaron entrevistas a los estudiantes que participaron utilizando un total de 2 horas.

Tabla 6.1. Estructura de la sesión 2 de la intervención en el estudio 2

Sesión	Objetivo	Característica del PC
2	Permitir la construcción de secuencias de programación, básicas. Logrando que el robot se desplace hasta un punto específico conforme al reto propuesto.	Secuencias

Narración: Bee-Bot está en movimiento.

Bee-Bot, quiere llegar hasta donde está Lola “su amiga la mariposa” pero necesita tu ayuda para lograrlo.

Tapete: Bee-Bot y sus amigos



Reto 1. ¿Podrás ayudar a Bee-Bot, programando sus movimientos, para que pueda ir hasta donde está Lola? ¿Cuántos pasos necesita Bee-Bot para llegar hasta donde se encuentra Lola?

Solución correcta:

Descripción de movimientos:

adelante, adelante, andar



Temas asociados al currículo: Lateralidad, distribución espacial, cantidad.

La complejidad asignada a la construcción de secuencias se planificó de acuerdo con la cantidad y tipo de movimientos necesarios, es decir, secuencias simples implicaban sólo movimientos hacia adelante o atrás. Secuencias de complejidad media, eran aquellas que implicaban movimientos con giros (izquierda o derecha) combinadas con movimientos básicos.

6.1.5. Variables e instrumentos

Para el estudio que se realizó se estableció como variable independiente las actividades de aprendizaje mediante retos de programación Solve-It. En el desarrollo de los retos se utilizó el robot de piso Bee-Bot® como interfaz para introducir a los niños pequeños en el dominio de los conceptos de programación y pensamiento computacional (construcción de secuencias).

En referencia a la variable dependiente que se estableció para el estudio, esta corresponde a la característica de “secuencia” del pensamiento computacional. El nivel de desempeño o logro demostrado por cada niño en los diferentes retos de programación que fueron propuesto corresponde al valor de medición establecido para esta variable. Concretamente podemos decir que esta variable se midió a partir de las pruebas pre y postest que se realizaron y en las cuales se efectuaron un total de 4 retos en cada una.

Como instrumento para efectuar el registro del nivel de logro o desempeño demostrado por cada uno de los estudiantes en el desarrollo de los diferentes retos, sobre la programación de secuencias, se utilizó una rúbrica (Caballero-González y García-Valcárcel, 2019). Los valores empleados en el instrumento estuvieron en el rango de 0 a 5 puntos en el **Anexo 2** se expone el instrumento utilizado que, a su vez de forma similar al primer estudio, corresponde a una adaptación del instrumento original utilizado por el grupo de investigación DevTech en el desarrollo del programa de estudio en robótica, TangibleK (Bers, 2010; Elkin, Sullivan y Bers, 2016; Sullivan, Bers, y Mihm, 2017).

La asignación de valores consistió en 0 puntos, si no se participaba del reto. Un valor de 1 punto, si el estudiante iniciaba el reto, pero no lo completaba. Para cuando se completaba el reto con ayuda paso a paso, el puntaje era 2. Si el reto se completó con ayuda mínima de forma periódica, el valor asignado era 3. Si el estudiante completó el reto con una ayuda mínima, el valor era 4 y si el reto se completó totalmente el valor era 5 puntos.

Además, se efectuó un registro de las conductas asociadas con los comportamientos colaboración y comunicación, al finalizar cada una de las pruebas de evaluación (pre/postest). En referencia al comportamiento **colaboración**, se *observó si los estudiantes se ayudaban mutuamente y compartían de forma positiva el uso del kit de robótica educativa Bee-Bot®*. Con relación al criterio **comunicación**, se *registró el intercambio de ideas que se generaba entre los estudiantes durante la construcción de la secuencia de movimientos*.

Para realizar el registro de los comportamientos observados en los estudiantes durante las sesiones de evaluación se utilizó una lista de verificación, mediante una escala Likert con valores del 1 al 5. La distribución utilizada para la observación fue: 1 = nunca, 2 = casi nunca, 3 = a veces, 4 = frecuentemente, 5 = siempre. Igualmente, esta lista de verificación fue una adaptación de los criterios propuestos en el marco de comportamientos positivos PTD (Bers, 2012; Strawhacker and Bers, 2018). En el **Anexo 5** se presenta el instrumento utilizado.

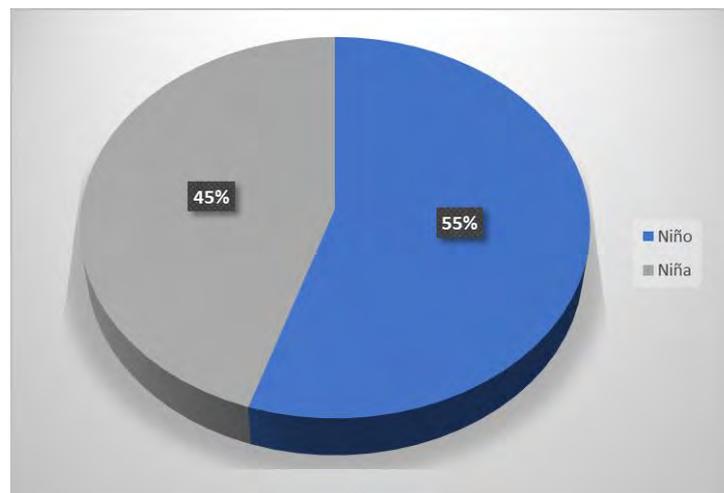
Por último se empleó un cuestionario para recolectar información sobre la aceptación de las actividades y el recurso de robótica educativa utilizado en el desarrollo del estudio (**Anexo 6**).

6.1.6. Muestra

En el estudio participaron 40 estudiantes y 2 profesores pertenecientes a dos clases completas, de educación infantil. Los estudiantes que formaron la muestra para el estudio se organizaron en base a dos grupos: experimental y control. Los grupos estaban formados

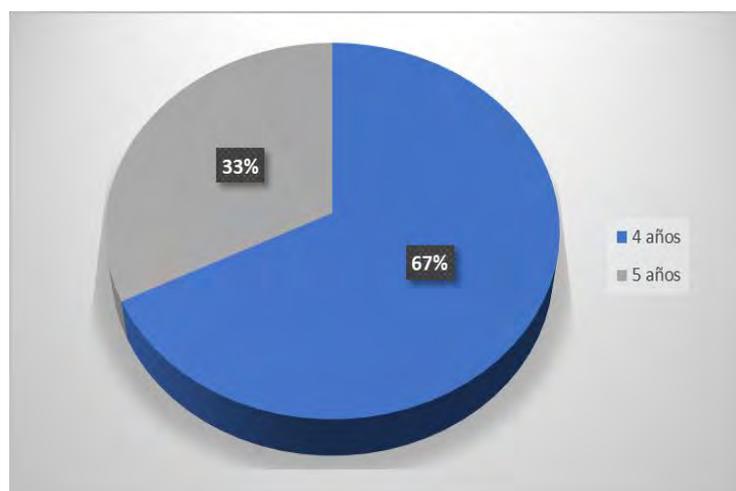
por 20 estudiantes cada uno y fueron informados de los objetivos que se perseguían con el desarrollo del estudio.

En relación con el sexo de los estudiantes que participaron en cada uno de los grupos, se puede especificar que los grupos estuvieron compuestos por 11 niños y 9 niñas en cada uno (experimental y control). Lo cual significa que un 55% de los estudiantes participantes eran niños y un 45% fueron niñas (**Gráfica 6.1**).



Gráfica 6. 1 Distribución de estudiantes por sexo en el estudio 2

La edad de los participantes en el estudio estuvo entre 4 y 5 años. En la **Gráfica 6.2** vemos esta distribución porcentualmente.



Gráfica 6. 2 Distribución de los estudiantes de acuerdo con la edad en el estudio 2

6.2. Resultados del estudio

En respuesta a la hipótesis que se formuló para este estudio donde se proponía que los estudiantes que participan de una experiencia de aprendizaje sobre pensamiento computacional alcanzan un desempeño favorable en el dominio y aprendizaje de la característica “secuencia” y muestran comportamientos y habilidades sociales positivas en el marco de la experiencia realizada. Se efectuará el análisis en función de los datos que fueron recolectados a partir de la aplicación de las pruebas pre y postest.

6.2.1. Análisis de la normalidad en los datos del pretest estudio 2

Primeramente, se realizó una comprobación de la normalidad en los datos utilizando la prueba Kolmogorov-Smirnov (K-S). El valor crítico que se estableció para la valoración de la prueba fue un $\alpha < .05$. En la **Tabla 6.2**, se muestran los valores obtenidos mediante la aplicación de la prueba K-S para la característica “secuencia” que se exploró en ambos grupos (experimental y control). Los valores calculados muestran un p (Sig.) $> ,05$ con lo cual se puede asumir que el conjunto de datos evaluado en las pruebas Pretest sigue una distribución normal en ambos grupos (experimental y control).

Tabla 6.2 Test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov en el pretest del estudio 2

Grupo		Kolmogorov-Smirnov		
		Estadístico	gl	Sig.
Experimental	Pretest	,176	20	,107
Control	Pretest	,188	20	,062

6.2.2. Estudio de la equivalencia de los grupos experimental y control en el pretest

En busca de explorar el nivel de uniformidad existente en la muestra, al principio del experimento, se realizó el cálculo de igualdad de varianzas. Para esto se utilizó la prueba de Levene mediante la aplicación del estadístico t-student a los datos recolectados en el Pretest (**Tabla 6.3**).

Tabla 6.3. Prueba t-student para los datos obtenidos en la evaluación pretest del estudio 2

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior	
Pretest	Se asumen varianzas iguales	,646	,426	1,555	38	,128	1,400	,900	-,423	3,223

Si al realizar los cálculos se obtiene un valor de Sig. > ,05 se puede asumir la existencia de varianzas iguales en los datos correspondientes. En nuestro caso el valor calculado para la prueba de homogeneidad de varianza arrojó un valor de Sig. = ,128 con lo cual se puede establecer que no existen diferencias significativas entre los grupos (experimental y control), es decir, los grupos son equivalentes en el punto inicial del experimento.

6.2.3. Análisis de los resultados del postest y contrastes entre grupos (experimental y control)

El desarrollo de la experiencia de aprendizaje sobre habilidades de pensamiento computacional y programación contempló la realización de una evaluación de tipo Postest. Esta prueba se efectuó luego de realizar las sesiones de intervención.

La prueba consistió en los mismos retos que fueron aplicados en la evaluación Pretest. Igualmente, para la recolección de datos se utilizó la misma rúbrica que en la evaluación previa.

La **Tabla 6.4.** muestra los valores correspondientes a los estadísticos descriptivos para los datos recolectados mediante la aplicación de la evaluación pretest y postest a los estudiantes de ambos grupos (experimental y control).

Tabla 6.4. Estadísticos descriptivos para los valores del pretest y postest en los grupos experimental y control del estudio 2

	Grupo	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Pretest	Experimental	20	13,80	3,105	,694
	Control	20	12,40	2,563	,573
Postest	Experimental	20	15,80	3,833	,857
	Control	20	13,30	2,922	,653

Posteriormente se aplicó el estadístico t-student a los datos recolectados en la evaluación postest para ambos grupos, experimental y control. Los resultados ponen de manifiesto la existencia de diferencias significativas en los valores que se obtuvieron para la evaluación postest (Tabla 6.5).

Tabla 6.5. Prueba t-student para los datos obtenidos en la evaluación postest del estudio 2

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias							
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
										Inferior	Superior
Postest	Se asumen varianzas iguales	,923	,343	2,320	38	,026	2,500	1,078	,318	4,682	

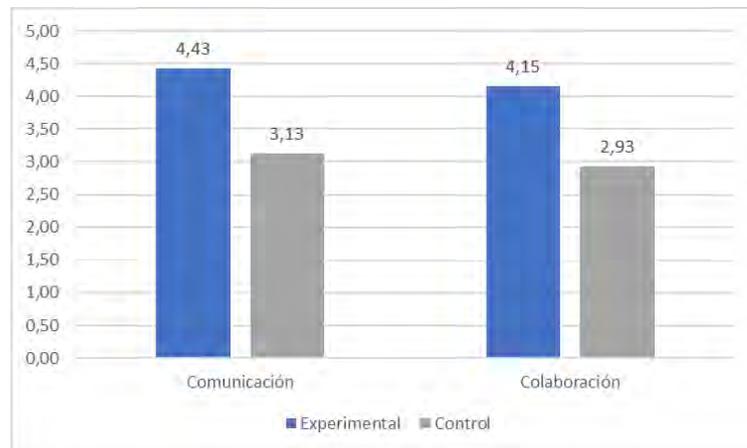
Adicionalmente, se calculó el tamaño del efecto mediante la aplicación de la prueba d de Cohen a los valores obtenidos en las evaluaciones Postest. Este tipo de prueba se utiliza cuando se trabaja con muestras pequeñas. Se realiza una comparación de los resultados obtenidos a través de una clasificación de valores de acuerdo con la escala: pequeño cuando corresponde a una $d = ,20$; moderado para valores $d = ,50$ y grande para un valor $d = ,80$ (Cohen, 1988).

El valor que se obtuvo para los datos del Postest corresponden a una $d = ,73$ lo que se puede clasificar como un valor de efecto moderado, muy cercano a la clasificación de gran impacto.

6.2.4. Análisis de los datos recolectados en las listas de verificación del PTD

En el estudio también se analizaron los datos que se obtuvieron mediante la lista de verificación de los comportamientos PTD. El análisis proporcionó información sobre la frecuencia en la que ocurrían cada uno de los comportamientos durante las sesiones de evaluación de acuerdo con la distribución de los estudiantes en cada grupo (experimental y control). Para efectuar el registro se tomó en cuenta sólo los comportamientos vinculados a los aspectos **comunicación y colaboración**, utilizando la lista de verificación compuesta por la escala Likert con valores del 1 al 5.

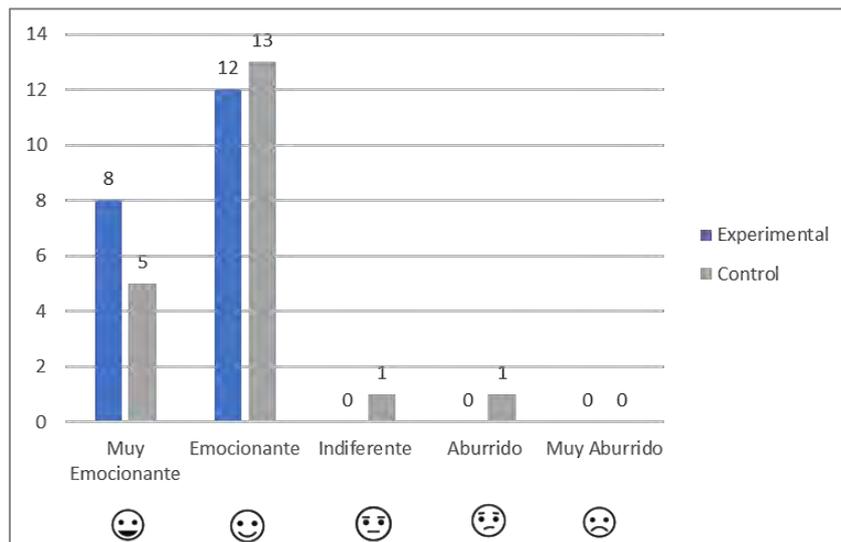
Los registros se efectuaron al finalizar cada una de las sesiones de evaluación que contempló la experiencia de aprendizaje. Al finalizar se obtuvo el promedio correspondiente a cada comportamiento observado entre los estudiantes que formaban los grupos experimental y control (**Gráfica 6.3**).



Gráfica 6.3 Promedio de comportamientos (comunicación y colaboración) observados en los estudiantes de acuerdo con el grupo al que pertenecen en el estudio 2

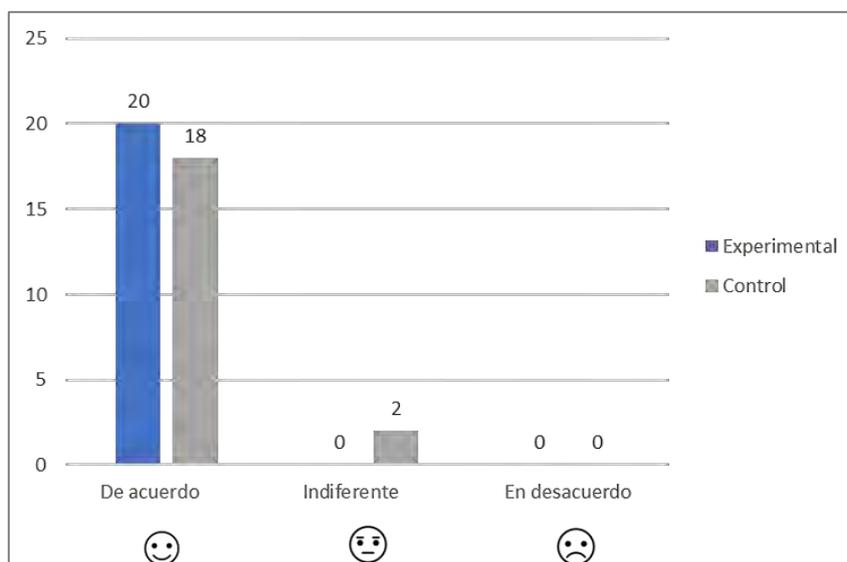
6.2.5. Análisis de los datos recolectados en los cuestionarios de opinión

El cuestionario realizado a los estudiantes de ambos grupos (experimental y control) permitió conocer su opinión acerca de la actividad y el recurso de robótica educativa utilizado. En la **Gráfica 6.4**, se observan los resultados que se obtuvieron cuando se les preguntó a los estudiantes que indicasen como fue la actividad de programar al robot Bee-Bot®.



Gráfica 6.4. ¿Como piensas que fue la actividad de programar los movimientos para el robot Bee-Bot®?

En este cuestionario también se les preguntó a los estudiantes si ellos estaban de acuerdo en continuar utilizando el robot Bee-Bot® en otras actividades dentro de su clase. Las respuestas obtenidas se muestran en la Gráfica 6.5.



Gráfica 6.5 ¿Estarías de acuerdo en continuar utilizando al robot Bee-Bot® para otras actividades de aprendizaje en clase?

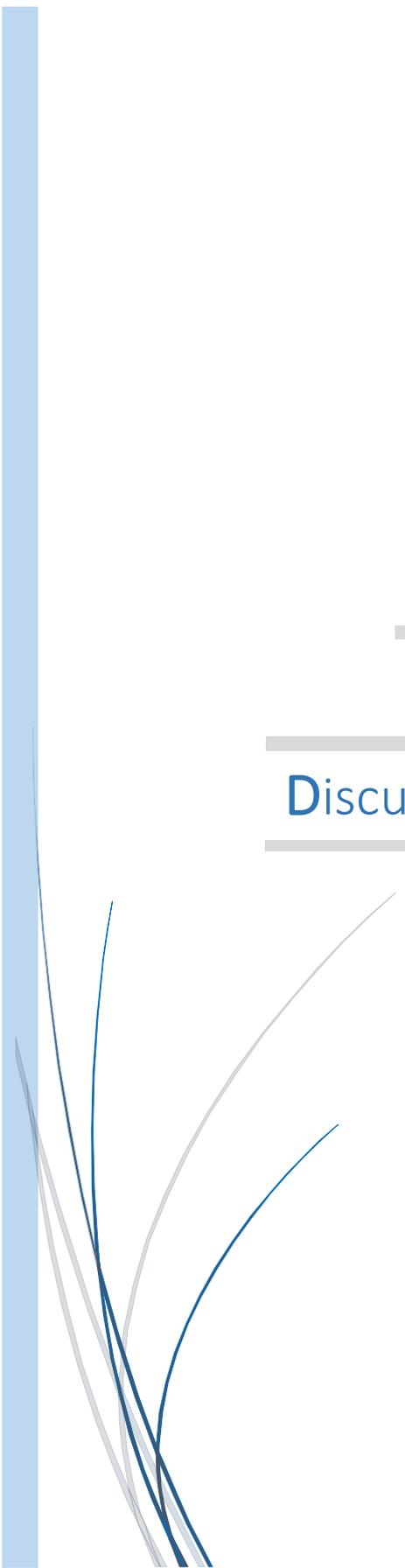
Resumen

En referencia con la primera pregunta que se formuló para el estudio, los resultados presentados muestran la existencia de diferencias de valores en los datos correspondientes al nivel de logro alcanzado por los estudiantes, de acuerdo con el grupo de participación al que pertenecen.

En este sentido, los cálculos y pruebas estadísticas que fueron aplicados a los datos corroboran la existencia de diferencias estadísticas significativas a favor de los estudiantes del grupo experimental; es decir, los participantes que fueron expuestos al programa de robótica. Los integrantes de este grupo adquirieron un mayor nivel de dominio en referencia a la característica “secuencia” de la dimensión conceptual del pensamiento computacional.

En referencia a la segunda pregunta que se formuló para el estudio, los datos recolectados acerca de los comportamientos observados en los estudiantes de ambos grupos (experimental y control) nos permiten determinar que existió un mayor número de ocurrencias en los participantes del grupo experimental, en comparación con aquellos del grupo control que no participaron de las actividades formativas.

Por último, el cuestionario aplicado a los estudiantes permitió responder al tercer interrogante que se formuló para el estudio. Se determinó el nivel de aceptación que tuvieron las actividades y el recurso de robótica educativa utilizado. La información que se recolectó permitió establecer que entre los estudiantes de ambos grupos (experimental y control) existió una aceptación favorable sobre las actividades que fueron planificadas. Igualmente, se encontró que un número significativo de estudiantes estaría de acuerdo en continuar utilizando el recurso de robótica educativa en el aula de clases.



Capítulo 7

Discusión y Conclusiones

CAPÍTULO 7.

Discusión y conclusiones derivadas de la investigación

- 7.1 Discusión desde el marco teórico
- 7.2 Discusión del Estudio Empírico 1
- 7.3 Discusión del Estudio Empírico 2
- 7.4 Valoración global de la investigación (teórica y experimental)
 - 7.4.1 Valoración de los profesores
- 7.5 Limitaciones
- 7.6 Futuras líneas de investigación
- 7.7 Difusión y Publicaciones vinculadas a la Tesis Doctoral
 - 7.7.1. Artículos en revistas científicas
 - 7.7.2. Contribuciones a congresos Nacionales e Internacionales
 - 7.7.3. Participación en Proyectos de fomento a la Innovación

CAPÍTULO 7. Discusión y conclusiones derivadas de la investigación

“Las oportunidades grandes nacen de haber podido aprovechar las pequeñas.”

Bill Gates

En este capítulo presentamos una discusión de los aspectos más destacables contenidos en esta tesis doctoral, desde los planteamientos y la exploración teórica a literatura científica, hasta la descripción de los resultados más importantes contenidos en los estudios empíricos realizados.

7.1 Discusión desde el marco teórico

A la luz de los sustentos teóricos que han sido expuestos mediante la exploración y revisión de la literatura científica, presentada en la sección de marco teórico de esta tesis doctoral, consideramos importante resaltar en esta sección una breve discusión sobre algunas de las ideas y argumentos que han representado una influencia directa para guiar el proceso de investigación a buen puerto.

Para esto valoramos los aportes significativos de informes técnicos que fueron consultados, como el *“New Vision for Education: Fostering Social and Emotional Learning through Technology”* preparado para el Foro Económico Mundial del 2016, donde se plasman las habilidades necesarias para el siglo XXI, resaltando aspectos fundamentales orientados al desarrollo de las nuevas habilidades, competencias y conocimientos que permitan a los futuros profesionales aportar soluciones de calidad para los retos que vendrán como consecuencia del creciente desarrollo tecnológico que experimentan las principales regiones del mundo (World-Economic-Forum, 2016).

La serie de informes y reportes *“K-12 NMC/CoSN Horizon Report»* que son el resultado de estudios que se efectúan en diferentes regiones del planeta, nos permitió conocer aspectos destacables en materia de formación y aprendizaje (Freeman et al., 2017). Mediante el acceso a esta información pudimos determinar las perspectivas que maneja la comunidad internacional en relación con la integración de la tecnología en los diferentes niveles y contextos educativos, formales e informales. En este marco de referencia se establecieron las principales tecnologías, que pese a ser desarrollos tecnológicos dirigidos inicialmente a otros sectores ajenos al educativo, si tienen un impacto directo en los procesos educativos de enseñanza-aprendizaje. Con lo cual reafirmamos que la tecnología está generando nuevas formas de alfabetización que la sociedad en su conjunto y los sistemas educativos en particular, no pueden permitirse dejar de lado, siendo en definitiva los que deberán fomentar su desarrollo mediante la incorporación de estrategias, métodos y técnicas que faciliten su comprensión y dominio.

Igualmente, encontramos valiosos aportes en informes técnicos elaborados por empresas del sector privado donde se recalca la importancia del factor tecnológico en los diferentes contextos, haciendo un énfasis en el educativo, como propulsor de los nuevos cambios que se esperan para fomentar en la sociedad una verdadera cultura digital. Así lo ratifican reportes como el que presenta la firma *“We Are Social y Hootsuite”*, con las principales estadísticas, análisis y tendencias de mayor significado en relación con tecnologías como el Internet, telefonía móvil, redes sociales entre otras (Galeano, 2019). Además, están los informes de estudios efectuados por grandes firmas entre las que incluimos: *“La transformación digital del sector educación. E-España (Fundación-Orange,*

2016) y los de Fundación-Telefónica (2017, 2018) sobre Pensamiento Computacional y Estudio sobre la inclusión de las TIC en los centros educativos de Aulas Fundación Telefónica de forma respectiva.

Por otro lado, hemos podido determinar cómo, de forma creciente, en distintos países se ha tomado conciencia del valor educativo que representa fomentar la utilización de prácticas pedagógicas, mediante la utilización de recursos TIC y métodos de aprendizaje activos. Los cuales fomentarán la adquisición de habilidades digitales (eSkills) y el desarrollo de la codificación como la nueva alfabetización para el escenario social y tecnológico que modelará los diversos ámbitos de actuación y participación en el siglo XXI. En consecuencia, el foco de atención se dirige hacia los distintos niveles educativos formales, sin embargo, se está generando un gran interés en iniciar la formación en estas nuevas habilidades y alfabetizaciones desde los primeros niveles de educación formal.

En este sentido, se le atribuye a la robótica educativa el carácter de tecnología disruptiva que, aplicada a contextos educativos, contribuyen eficazmente al desarrollo y fortalecimientos de las nuevas alfabetizaciones, habilidades y competencias digitales que se requieren en la sociedad tecnificada en la que vivimos. Las prácticas educativas mediante robótica, como tecnología educativa, permiten fortalecer el carácter activo, participativo y cooperativo de los estudiantes (Zúñiga, 2012; Lombana, 2015). Igualmente, la utilización didáctica de la RE en los entornos de enseñanza-aprendizaje estimulan favorablemente al estudiante a desarrollar conceptualizaciones que les permitan hacer un abordaje eficiente a los problemas cotidianos vinculados con el adecuado uso de la tecnología (Fernández-Llamas et al., 2018).

Se pudo establecer que existen diversos enfoques a la hora de enseñar a través de la robótica, que pueden ser: como objeto de aprendizaje, como medio de aprendizaje o como apoyo al aprendizaje (Moreno et al., 2012). Los principales fundamentos pedagógicos de la robótica recaen en las corrientes constructivistas y construccionistas (Papert, 1980; Papert, 1993). Sin embargo, basándonos en los postulados teóricos, determinamos que las propuestas que se desarrollarían para nuestra investigación deberían utilizar los sustentos de las teorías del aprendizaje cognitivista clásicas (Merrill, 2002, 2009; Reigeluth, 2016)

que han contribuido en cotas muy importantes, aportando información sobre los principios que deben regir el diseño de las actividades de aprendizaje, como lo son el diseño instruccional y de forma específica para los primeros niveles de educación formal, es decir, la infancia temprana, el principio de activación, etc. (Zapata-Ross, 2019).

Además, si consideramos la robótica educativa como una tecnología disruptiva, su condición tangible aporta un valor significativo en el desarrollo de una nueva perspectiva o forma de pensamiento vinculada a directamente a las nuevas alfabetizaciones (código-alfabetización). En términos generales nos referimos a este enfoque como “pensamiento computacional”. En Bocconi et al. (2016) se presenta como un proceso de pensamiento (o una habilidad de pensamiento humana) que utiliza enfoques analíticos y algorítmicos para formular, analizar y resolver problemas. Otros autores lo incluyen como un saber necesario para toda persona, en esta época caracterizada por la digitalización, desvinculando su aprendizaje exclusivo en los sectores relacionados con las ciencias computacionales y la informática. El aprendizaje del pensamiento computacional asocia un conjunto de habilidades que actualmente se utilizan como guías, para la correcta implantación de soluciones educativas vinculadas a su desarrollo eficaz en contextos diversos.

La literatura que se revisó muestra, a través de estudios y revisiones sistemáticas que exploran el impacto del pensamiento computacional, la existencia de un gran número de iniciativas y experiencias de aprendizaje del pensamiento computacional desarrollados a través de métodos no experimentales (Benitti, 2012; Toh et al., 2016, Gonzalez-Gonzalez, 2019).

Estos argumentos se utilizaron como punto de partida para lograr establecer el planteamiento del problema de nuestra investigación doctoral. En el cual sosteníamos que debido a la existencia de un número limitado de estudios de tipo experimental sobre el desarrollo del pensamiento computacional y específicamente orientado a los primeros niveles de educación formal era una oportunidad para iniciar un proceso de investigación. Lo que permitiría contribuir significativamente a robustecer el conocimiento existente en relación con esta área del saber tecnológico-educativo con gran impacto actualmente en el escenario internacional.

En este sentido destacamos que se decidió utilizar las características educativas y pedagógicas de la robótica educativa, como medio didáctico, para el desarrollo de actividades de aprendizaje asociadas con el dominio del pensamiento computacional. Para esto se tomó como base las referencias y orientaciones que se han planteado en estudios recientes asociados al desarrollo de las nuevas alfabetizaciones, habilidades y competencias desde las primeras etapas educativas (Bers, 2018, INTEF, 2017, INTEF, 2018a, INTEF, 2018b, Jung y Won, 2018; Serholt, 2018). Transformando a los estudiantes en creadores tecnológicos de sus experiencias, en lugar de consumidores pasivos, a través de métodos y enfoques de aprendizaje activos (Resnick 2006; Bers 2012).

7.2. Discusión del Estudio Empírico 1

La exploración que se efectuó a la literatura científica existente en relación con la formación de las nuevas habilidades para el siglo XXI nos permitió establecer que en el escenario de acción y desarrollo social actual, impulsado especialmente por la integración de productos y servicios basados en la tecnología digital, se está fomentando el desarrollo de prácticas y programas sobre el aprendizaje del pensamiento computacional. Una línea de interés reciente es realizar la integración de estas prácticas de enseñanza-aprendizaje desde las primeras etapas de educación formal (Basogain-Olabe, Olabe-Basogain y Olabe-Basogain, 2015; Berrocoso, Sánchez, y Arroyo, 2015; INTEF, 2016; Manches y Plowman, 2017; SCIE y CODDI, 2018).

En este sentido, el Estudio 1 nos permitió, realizar la experiencia de aprendizaje jugar y programar con Bee-Bot® basada en actividades de robótica educativa y orientadas a la adquisición de habilidades de pensamiento computacional, en estudiantes de educación infantil.

El apoyo de un centro educativo, ubicado en la provincia de Salamanca, España, nos proporcionó la oportunidad de explorar en un entorno real las posibilidades que ofrecen los recursos de robótica, como medio o material educativo, para el desarrollo de habilidades sobre pensamiento computacional como dinamizador de las nuevas alfabetizaciones digitales.

En la actividad se utilizó una muestra de 131 estudiantes que integran el segundo nivel de Educación Infantil, en la cual, se valoraron los efectos que pueden obtenerse al desarrollar una serie de actividades de aprendizaje, vinculadas a ciertas habilidades del pensamiento computacional. Se utilizaron las características dispuestas en el marco de referencia presentado por Brennan y Resnick (2012) y los aportes de programas sobre formación en robótica y programación como el currículo TangibleK (Bers, 2010).

En términos generales se puede afirmar que las actividades desarrolladas han presentado una influencia significativamente positiva al obtenerse en los resultados valores que permitieron corroborar que el programa formativo utilizado ha facilitado la adquisición de estas habilidades de pensamiento asociadas con las características: secuencias, correspondencias instrucción-acción y depuración en el grupo de estudiantes que participó de las actividades. De esta forma se pudo dar respuesta a la pregunta de investigación PI-1.

Con respecto al dominio del pensamiento computacional, podemos establecer que los estudiantes que participaron, en el desarrollo de la experiencia de aprendizaje, han adquirido nuevas habilidades aplicadas al diseño y construcción de secuencias (característica “secuencia”) de programación mediante la utilización de objetos tangibles (kit de robotica Bee-Bot®). Además, se exploró con los estudiantes el efecto que produce la creación de ciertas instrucciones (característica correspondencia instrucción-acción) y se introdujo el dominio de la práctica conocida como depuración (característica debug) a través de la exploración de secuencias de instrucciones en busca de posibles errores y la aplicación de medidas correctivas, que permitiesen mejorar significativamente el código base propuesto.

En este sentido, podemos establecer que en el desarrollo de este primer estudio quedó demostrado que es posible desarrollar las habilidades de pensamiento exploradas a través de las características: secuencias, correspondencia acción-instrucción y depuración, desde etapas escolares tempranas, ya que se involucró en la actividad a estudiantes de 3 a 6 años y los niños tuvieron una participación positiva con respecto a las expectativas iniciales del estudio, pudiéndose comprobar la hipótesis de partida que se formuló para el estudio.

Los resultados alcanzados coinciden con las conclusiones de otras investigaciones (Lee, Sullivan, y Bers, 2013; Elkin, Sullivan, y Bers, 2014; Diago y Arnau, 2017) que manifiestan los efectos positivos de la introducción de recursos de robótica para fomentar el desarrollo de habilidades e intereses vinculados a las áreas de conocimiento STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) y el pensamiento computacional en niños pequeños.

7.3. Discusión del Estudio Empírico 2

Los enfoques sobre el pensamiento computacional crecen de forma progresiva. En una reciente publicación se expone el pensamiento computacional como un proceso de resolución de problemas que tiene un carácter expresivo, permitiendo a los estudiantes desarrollar habilidades cognitivas, técnicas y sociales. En este nuevo enfoque se admite que es posible mediante el desarrollo de actividades de aprendizaje para desarrollar habilidades de pensamiento computacional fortalecer otras habilidades asociadas al comportamiento y la interacción social de los estudiantes (Bers, 2018).

Para lograrlo se ha propuesto un marco de referencia denominado “*Positive Technological Development*” (PTD, por sus siglas en inglés). El marco de trabajo y acción del PTD divide en dos grupos el desarrollo de habilidades. Un primer grupo corresponde a las habilidades de tipo intrapersonal y el otro se refiere a las interpersonales.

En este segundo estudio se exploró el desarrollo de una experiencia de aprendizaje, en el cual se realizaron actividades educativas utilizando retos de programación mediante el uso del robot de piso, Bee-Bot[®]. En este se trabajó con una muestra que estaba formada por estudiantes de educación infantil. El enfoque de investigación fue de tipo cuantitativo y un diseño cuasiexperimental, con medidas pre/postest y grupo control. No obstante, en esta indagación experimental se buscó también observar qué tipo de comportamientos sociales manifestaban los estudiantes que participaron de las actividades organizadas en la experiencia de aprendizaje.

En los resultados se obtuvieron valores que corroboran la existencia de diferencias estadísticas significativas a favor de los estudiantes del grupo experimental; es decir, los participantes que fueron expuestos al programa de robótica. Los integrantes de este grupo adquirieron un nivel de dominio favorable en referencia a la característica “secuencia” de la dimensión conceptual del pensamiento computacional.

Los desafíos o retos propuestos consistieron en la creación de pequeñas secuencias de programación que permitían desplazar al robot Bee-Bot® a través de una ruta específica. Para esto se diseñaron escenarios o tapetes y pequeñas narraciones o historias que robustecieron los aspectos lúdicos de la actividad.

Los valores de respuesta que fueron alcanzados presentan una correspondencia con otros estudios que se han realizado en referencia al desarrollo de habilidades asociadas al pensamiento computacional, la programación y comportamientos sociales positivos (Ramírez y Sosa, 2013; Leidl, Bers y Mihm, 2017; Rico-Lugo y Bosagain-Olabe, 2018; Sullivan, Strawhacker y Bers, 2017; García-Peñalvo y Mendes, 2018; Goodgame, 2018; Strawhacker y Bers, 2018; González-Martínez, Estebanell-Minguell y Peracaula-Bosch, 2018; Caballero-González y García-Valcarcel, 2019).

Además, los datos recolectados acerca de los comportamientos observados en los estudiantes de ambos grupos (experimental y control) utilizando la lista de verificación de comportamiento PTD, nos permitieron determinar que existió un mayor número de ocurrencias de estos comportamientos (comunicación y colaboración) en los participantes del grupo experimental. En comparación con aquellos del grupo control que no participaron de las actividades formativas.

Por otro lado, la entrevista aplicada a los estudiantes permitió determinar el nivel de aceptación y actitud que tuvieron los estudiantes hacia las actividades y el recurso de robótica educativa utilizados. La información que se recolectó permitió establecer que entre los estudiantes de ambos grupos (experimental y control) existió una aceptación favorable sobre las actividades que fueron planificadas. Igualmente, se encontró que un número significativo de estudiantes estaría de acuerdo en continuar utilizando el recurso de robótica

educativa en el aula de clases. En estudios previos se muestra cómo las actividades de robótica representan una motivación en los niños pequeños que se inician en el conocimiento de las áreas STEM. Por lo que, la robótica y la programación ofrecen a los maestros de la infancia temprana una nueva y emocionante forma de abordar los nuevos aprendizajes vinculados a la tecnología y las nuevas alfabetizaciones (Elkin, Sullivan y Bers, 2014; Sullivan y Bers, 2016; Kandlhofer y Steinbauer, 2016).

7.4. Valoración global de la investigación (teórica y experimental)

La producción científica que fue consultada para los efectos de esta tesis doctoral permitió establecer los principales aportes que se han realizado a nivel de proyecto, estudios e investigación sobre las nuevas alfabetizaciones que se requieren para el siglo XXI. En la literatura explorada se expone de forma clara que la codificación, es la nueva alfabetización.

El aprendizaje de esta nueva alfabetización trae consigo una serie de dominios cognitivos, procedimentales y actitudinales asociados a un conjunto de habilidades y competencias propios de una forma de pensamiento emergente. Esta forma de pensamiento está vinculado a un conjunto de saberes propios de las ciencias computacionales, la informática y la programación. Se ha utilizado el término pensamiento computacional para referirse a este pensamiento emergente.

El pensamiento computacional presenta un particular dominio operativo que no es de uso exclusivo de profesionales relacionados a las áreas tecnológicas y de la computación. En algunas investigaciones se le atribuye un carácter más general a este dominio. No obstante, su aprendizaje es imprescindible para tener éxito en la sociedad digital y tecnológica que se consolida de forma progresiva y rápida.

Por otro lado, la robótica es uno de los recursos de tecnología educativa que provee un abanico de oportunidades para el desarrollo del pensamiento computacional, como nueva alfabetización. Además, la robótica educativa permite el desarrollo de actividades orientadas a la resolución de problemas y otras competencias sociales como el trabajo en

equipo, la colaboración, creatividad, liderazgo e iniciativa. Un reciente enfoque sitúa el foco de interés en el desarrollo de estrategias de enseñanza-aprendizaje que permitan mejorar las habilidades asociadas a la programación y el pensamiento computacional, desde las primeras etapas escolares.

En este sentido, el desarrollo de los estudios experimentales que se han descrito en el marco empírico de este documento ha permitido comprobar la hipótesis de partida que se formuló para el desarrollo de esta investigación. Los estudios demuestran que es posible desarrollar estas habilidades de pensamiento desde etapas escolares tempranas, ya que se ha trabajado con estudiantes con un rango de edad entre los 3 y 6 años y los niños han respondido a las expectativas que se han planteado en los diferentes estudios, pudiéndose comprobar las diferentes hipótesis o supuestos que se establecieron al inicio de los estudios.

La investigación experimental realizada pone de manifiesto el impacto que tiene la incorporación de la robótica educativa en el desarrollo de aprendizajes significativos, en referencia a la formación de competencias digitales vinculadas al pensamiento computacional. A la vez, ha permitido sentar las bases para el diseño e implementación de escenarios de aprendizaje tecnológicos más complejos en futuros niveles escolares.

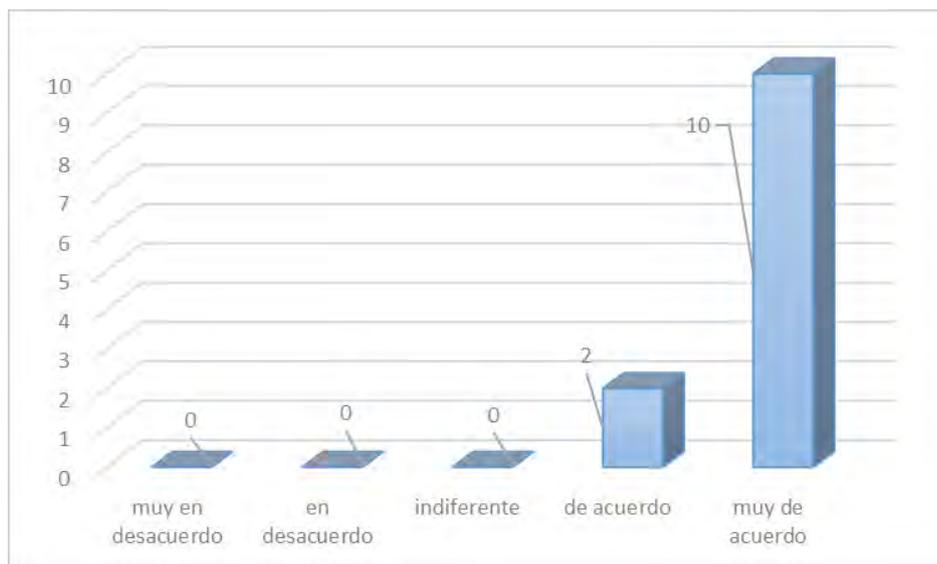
Otro aspecto para destacar es la relación positiva de nuestros resultados frente a los aportes que planean investigaciones previas (Lee, Sullivan, y Bers, 2013; Elkin, Sullivan, y Bers, 2014) que manifiestan los efectos positivos de la integración de recursos de robótica para fomentar el desarrollo de aprendizajes en el marco de las áreas de conocimiento STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), codificación y pensamiento computacional.

7.4.1 Valoración de los profesores

La realización de esta investigación se fundamenta en las posibilidades que existen en el desarrollo de aprendizajes sobre pensamiento computacional en niños de primeros niveles de educación formal, mediante la utilización de la robótica educativa como recurso

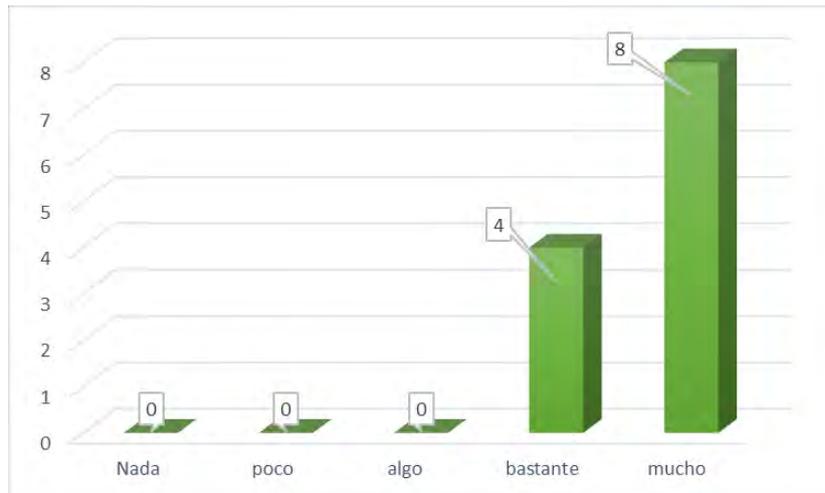
didáctico para el desarrollo de las actividades propuestas. Sin embargo, un punto de gran importancia es contar con el apoyo, motivación y disposición de los profesionales de la educación para realizar de forma exitosa las actividades de aprendizaje. En nuestro caso se tuvo la oportunidad de contar con el apoyo y la colaboración de las profesoras que conforman el nivel de Educación Infantil en el colegio concertado Maestro Ávila en Salamanca, España. En este sentido, una vez terminada la experiencia, valoramos su opinión a través de un cuestionario que se les aplicó con el propósito de contar con una retroalimentación sobre las actividades realizadas.

Uno de los interrogantes que se formuló a las profesoras sobre los aspectos didácticos de las actividades realizadas fue: **¿Considera que las actividades de aprendizaje efectuadas son un apoyo al desarrollo creativo y crítico de los estudiantes?** Los resultados se muestran en la **Gráfica 7.1**.



Gráfica 7.1 ¿Considera que las actividades de RE efectuadas son un apoyo al desarrollo creativo y crítico de los estudiantes

Adicionalmente, en relación con la metodología de enseñanza-aprendizaje, se les preguntó su opinión sobre el desarrollo de las actividades realizadas. Se formuló la siguiente cuestión: **“En términos generales, cuánto consideras que las actividades realizadas, en la experiencia de aprendizaje, promueven la adquisición de aprendizajes significativos en los estudiantes”**. En la **Gráfica 7.2** se muestran las respuestas obtenidas.



Grafica 7. 2 ¿Cuánto consideras que las actividades realizadas, en la experiencia de aprendizaje, promueven la adquisición de aprendizajes significativos en los estudiantes.?

Entre los interrogantes formulados, se les solicitó, mediante una pregunta abierta, que indicasen como visualizaban el recurso de robótica educativa utilizado dentro de su aula de clases. En la Figura 7.1 se muestra la nube de palabras que genera esta respuesta entre los 12 profesores que intervinieron en los dos estudios experimentales desarrollados.

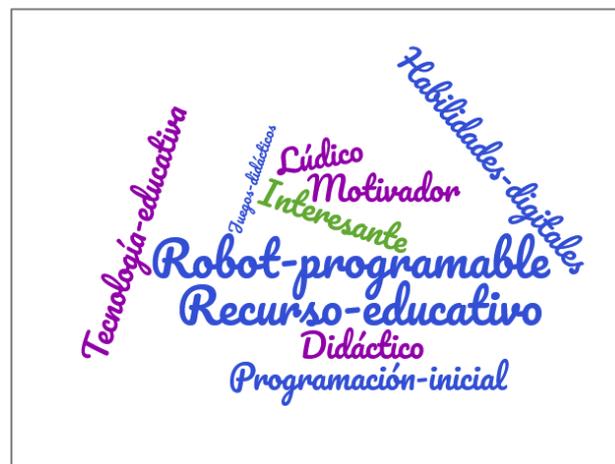


Figura 7. 1 ¿Como visualizas el recurso de robótica educativa en tu aula?

Se puede establecer que ven al recurso, de forma concreta, como un robot programable, un recurso educativo, capaz de apoyar en el desarrollo de las habilidades digitales y representa un elemento lúdico, interesante y motivador en el aula.

7.5 Limitaciones

La realización de estos estudios de tipo cuasiexperimental no estuvo exenta de limitaciones. Entre algunas de estas podemos señalar: el tamaño de las muestras, las cuales podrían haber sido más amplia si se hubiera contado con más centros educativos interesados en participar en el estudio.

En el caso del primer estudio efectuado, una limitante fue la equivalencia de los grupos. Situación que podía haberse evitado con una asignación aleatoria de los sujetos a los grupos, lo cual no ha sido posible debido a la organización propia del centro escolar. Ya que como hemos explicado en otras secciones de este documento, se trabajó con grupos intactos formados por criterios externos al estudio.

Otra limitación que está vinculada a los diferentes estudios fue el tiempo de realización de las actividades, ya que las actividades estructuradas en los diferentes estudios se efectuaron durante el desarrollo del curso regular, por lo que se realizaron ajustes en los días asignados para trabajo, conforme se nos permitía el tiempo de acceso al aula. Igualmente, el espacio físico que se utilizó para trabajar los talleres que forman parte de las sesiones de intervención era el aula de trabajo diario, razón por lo cual no están adecuados de forma inicial para realizar de forma eficiente los talleres.

Finalmente, consideramos que los resultados que han sido expuestos a través de los dos estudios de tipo experimental que se desarrollaron, pueden interpretarse como una aproximación al tema, es decir, que los resultados de esta investigación permiten fortalecer la base de conocimiento científico en relación con la formación de habilidades de pensamiento computacional en estudiantes de primeros niveles de educación formal.

7.6. Futuras líneas de investigación

El desarrollo de esta investigación nos ha permitido lograr los objetivos planteados para su realización. Sin embargo, como hemos encontrado en la literatura explorada, estamos frente a una línea de conocimiento activa. Lo cual permite efectuar nuevos aportes

que permitan comprender la dinámica del proceso de aprendizaje de los estudiantes en estos primeros niveles de educación formal.

En este sentido, nos planteamos como futuros trabajos a realizar:

- Explorar más características del pensamiento computacional de acuerdo con los marcos de referencia que existen.
- Utilizar otro tipo de recursos de robótica y programación, a fin de poder realizar más aproximaciones cognitivas vinculadas a características del pensamiento computacional.
- Explorar ambientes de programación gráfica orientados a niños pequeños con el propósito de expandir el conocimiento sobre la influencia que pueden representar las diferentes interfaces en el aprendizaje del pensamiento computacional.
- Expandir el estudio a otros contextos geográficos, y características o atributos diferentes como la edad y el nivel educativo.
- Vincular las posibilidades que ofrece la robótica educativa para desarrollar de forma paralela tópicos del currículo y aprendizaje de características propias del pensamiento computacional.
- Evaluar otros aspectos relacionados a comportamientos positivos que están contenidos en las estructuras de referencia propuestos en la literatura.
- Realizar este tipo de investigación con enfoques experimental que involucren a otros miembros de la comunidad educativa, como los padres.
- Utilizar como recurso educativo para la ejecución de nuevos estudios robots sociales.

7.7. Difusión y publicaciones vinculadas a la Tesis Doctoral

El desarrollo de esta tesis doctoral permitió la participación en una serie de actividades de difusión científica del conocimiento, a través de publicaciones en revistas científicas, congresos nacionales e internacionales y en proyectos.

7.7.1. Artículos en revistas científicas

- Caballero-Gonzalez, Y. A., y García-Valcárcel, A. (2020). ¿Fortaleciendo el pensamiento computacional y habilidades sociales mediante actividades de aprendizaje con robótica educativa en niveles escolares iniciales. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*. (Aceptado)
- Caballero-Gonzalez, Y. A., y García-Valcárcel, A. (2020). ¿Aprender con robótica en Educación Primaria? Un medio de estimular el pensamiento computacional. *Education in the Knowledge Society*. (Aceptado)
- Caballero-Gonzalez, Y. A., y García-Valcárcel, A. (2019). Fortaleciendo habilidades de pensamiento computacional en Educación Infantil: Experiencia de aprendizaje mediante interfaces tangible y gráfica. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa-RELATEC*, 18(2).
- García-Valcárcel, A. y González, Y. A. C. (2019). Robótica para desarrollar el pensamiento computacional en Educación Infantil. *Comunicar: Revista científica iberoamericana de comunicación y educación*, (59), 63-72. <https://doi.org/10.3916/C59-2019-06>

7.7.2. Contribuciones a congresos Nacionales e Internacionales

2019

- Caballero-Gonzalez, Y. A., García-Valcárcel, A., y García-Holgado, A. (2019, October). Learning computational thinking and social skills development in young children through problem solving with educational robotics. In *Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 19-23). ACM. <https://doi.org/10.1145/3362789.3362874>
- Caballero-González, Y. A., Muñoz, L., y García-Valcárcel, A. (2019, October). Pilot Experience: Play and Program with Bee-Bot to Foster Computational Thinking Learning in Young Children. In *2019 7th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC)* (pp. 601-606). IEEE.

2018

- Caballero-González, Y., & García-Valcárcel, A. (2018). Desarrollo del pensamiento computacional mediante actividades de aprendizaje con robótica y programación: Una experiencia con escolares de la primera infancia. En *II Congreso Virtual Iberoamericano y IV Congreso Virtual Iberoamericano sobre Recursos Educativos Innovadores*. presentado en 2018, Alcalá de Henares (Madrid).
- Caballero-González, Y., & García-Valcárcel, A. (2018). Robótica para fomentar el Pensamiento Computacional en etapas educativas tempranas. En *XXI edición - Congreso Internacional EDUTECH 2018*. EDUcación con TECnología: un compromiso social. presentado en 2018, Lleida-España: Editorial de la Universidad de Lleida. Asociación EDUTECH. doi:10.21001/edutec.2018.

- Caballero-González, Y., & García-Valcárcel, A. (2018). Pensamiento Computacional y Robótica Educativa: Una propuesta de trabajo para el aula de infantil. En Jornadas Universitarias de Tecnología Educativa (JUTE 2018): La competencia y Ciudadanía Digital para la Transformación Social. presentado en 2018, Donostia-San Sebastián: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco. Recuperado a partir de <http://redrute.es/2019/01/29/disponibles-las-actas-de-las-xxvi-jornadas-universitarias-de-tecnologia-educativa/>
- Caballero-González, Y., & García-Valcárcel, A. (2018). Robótica como Recurso Educativo para la Formación del Pensamiento Computacional en Educación Inicial. En Conectando Redes. La relación entre la investigación y la práctica educativa. presentado en 2018, Santiago de Compostela: Grupo de Investigación Stellae. Simposio REUNI+D y RILME. Recuperado a partir de https://reunid.eu/docs/ACTAS_CONECTANDO.pdf
- Caballero-González, Y., & García-Valcárcel, A. (2018). A robotics-based approach to foster programming skills and computational thinking: Pilot experience in the classroom of early childhood education. Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality. Presentado en 10/2018, Salamanca, Spain: ACM New York, NY, USA ©2018. doi:10.1145/3284179.3284188

2017

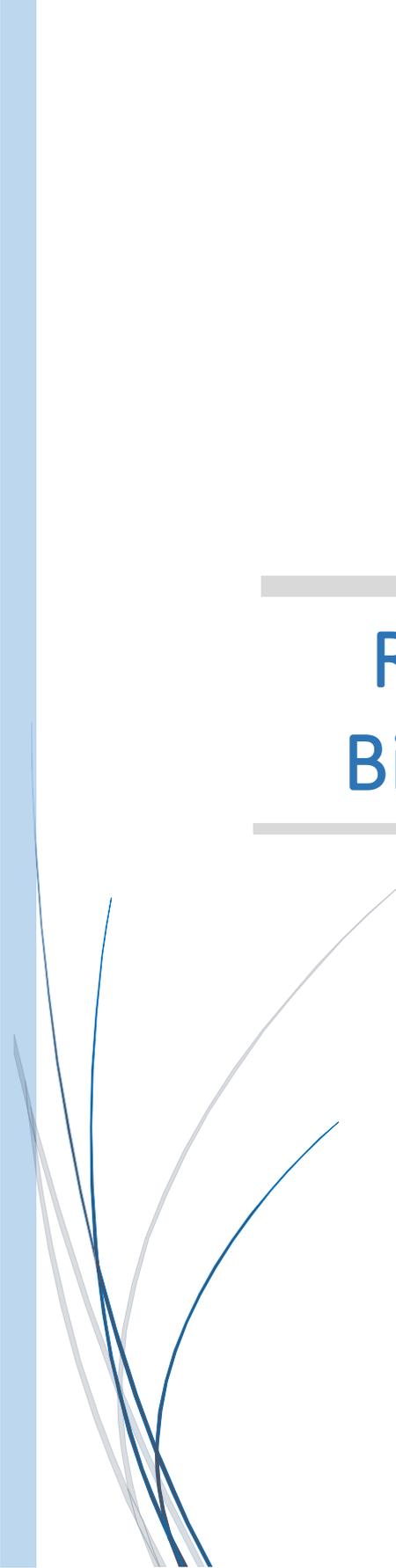
- Caballero-González, Y., & García-Valcárcel, A.. (2017). Educational robotics for the formation of programming skills and computational thinking in childish. En 2017 International Symposium on Computers in Education (SIIE). Lisbon, Portugal: IEEE. doi:10.1109/SIIE.2017.8259652
- Caballero-González, Y. (2017). Habilidades de pensamiento Algorítmico, computacional y aprendizaje colaborativo desarrolladas en escolares de educación inicial a través de actividades educativas mediadas por recursos TIC y robots educativos programables. En XVIII Congreso Internacional de Investigación Educativa: Interdisciplinaridad y Transferencia y I Encuentro de Doctorandos e Investigadores Noveles AIDIPE. presentado en 2017, Salamanca. Recuperado a partir de <http://repositorio.grial.eu/handle/grial/911>
- Caballero-González, Y., & García-Valcárcel, A. (2017). Development of computational thinking and collaborative learning in kindergarten using programmable educational robots: a teacher training experience. En 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality. presentado en 2017, Cádiz, Spain. ACM New York, NY, USA ©2017 : Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality Article No. 103. doi:10.1145/3144826.3145353
- Caballero-González, Y., & García-Valcárcel, A. (2017). Development of computational thinking skills and collaborative learning in initial education students through educational activities supported by ICT resources and programmable educational robots. En 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality. presentado en 2017, Cádiz, Spain. ACM New York, NY, USA ©2017: Proceedings of the 5th

International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality Article No. 103. doi:10.1145/3144826.3145450

- Caballero-González, Y., & García-Valcárcel, A. (2017). Robótica educativa para la formación de habilidades de programación y pensamiento computacional en escolares de infantil. En 19th International Symposium on Computers in Education (SIIE) and the 8th CIED Meeting/ 3rd CIED International Meeting. presentado en 10/2017, Lisbon (Polytechnic Institute of Lisbon, School of Education), Portugal: Atas do XIX Simpósio Internacional de Informática Educativa e VIII Encontro do CIED – III Encontro Internacional. Recuperado a partir de https://www.eselx.ipl.pt/sites/default/files/media/2017/siie-cied_2017_atas-compressed.pdf

7.7.3. Participación en Proyectos de fomento a la innovación

- Desarrollo de recursos innovadores para mejorar las habilidades lógico-matemáticas en primaria a través de robótica educativa. República de Panamá. <http://gitce.utp.ac.pa/proyectos/beebot/#investigadores>
- Evaluación de las competencias digitales de los estudiantes de educación obligatoria y estudio de la incidencia de variables socio-familiares (EDU2015-67975-C3-3-P). IP: Ana García-Valcárcel y Azucena Hernández Martín. Universidad de Salamanca.



Referencias Bibliográficas

Referencias Bibliográficas

- Ackermann, E. (2001). Piaget's Constructivism, Papert's Constructionism: What's the difference? *En Future of Learning Group Publication*, 5(3). Recuperado de: <https://cutt.ly/qrnXxzr>
- Acuña, A. L. (2012). Diseño y administración de proyectos de robótica educativa: Lecciones Aprendidas. *Revista Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, volumen (13), núm. 3, pp. 6 – 27. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2010/201024652001.pdf>
- Adams-Becker, S., Freeman, A., Giesinger Hall, C., Cummins, M., y Yuhnke, B. (2016). *NMC/CoSN horizon report: 2016 K–12 edition*.
- Adell, J. (2018). Más allá del instrumentalismo en tecnología educativa. *Cambiar los contenidos, cambiar la educación*. Madrid: Morata.
- Adell, J. S., Llopis, M. A. N., Esteve, M. F. M., y Valdeolivas, N. M. G. (2019). El debate sobre el pensamiento computacional en educación. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(1), pp. 171-186. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.22.1.22303>
- Aguilar, M. (2012). Aprendizaje y Tecnologías de Información y Comunicación: Hacia nuevos escenarios educativos. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 10 (2), pp. 801-811.
- Alimisis, D., y Kynigos, C. (2009). Constructionism and robotics in education. *Teacher education on robotic-enhanced constructivist pedagogical methods*, 11-26.

- Alonso, A., y Arzoz, I. (2003). *Carta al homo Ciberneticus: Un manual de Ciencia, Tecnología y Sociedad activista para el siglo XXI* (Vol. 17). Edaf.
- Alsina, Á., y Acosta Inchaustegui, Y. (2018). Iniciación al álgebra en Educación Infantil a través del pensamiento computacional: Una experiencia sobre patrones con robots educativos programables. © *Unión: revista iberoamericana de educación matemática*, 2018, núm. 52, p. 218-235.
- Ananiadou, K. y Claro, M. (2010). Habilidades y competencias del siglo XXI para los aprendices del nuevo milenio en los países de la OCDE. *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico*. Recuperado de <https://cutt.ly/urcMjqd>
- Angel-Fernandez, J. M., y Vincze, M. (2018). Introducing storytelling to educational robotic activities. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*, 2018–April, 608–615. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2018.8363286>
- Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J., y Zagami, J. (2016). A K-6 computational thinking curriculum framework: Implications for teacher knowledge. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(3). Recuperado de www.jstor.org/stable/jeductechsoci.19.3.47
- Anwar, S., Bascou, N. A., Menekse, M., y Kardgar, A. (2019). A Systematic Review of Studies on Educational Robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 9(2), 2. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1223>
- Aragón Diez, J. (2001). *La psicología del aprendizaje*. Caracas: San Pablo.
- Area-Moreira, M., Gros, B. y Marzal, M. A. (2008). *Alfabetizaciones y tecnologías de la información y la comunicación*. Madrid: Síntesis.
- Area-Moreira, M., Gutiérrez-Martín, A., y Vidal, F. (2011). *Alfabetización digital y competencias informacionales*. In Fundación Telefónica. Recuperado de <https://cutt.ly/wrnZVJo>
- Area-Moreira, M. (2004). *Los medios y las tecnologías en la educación* (Colección psicología, sección pedagogía). Madrid: Piramide.
- Area-Moreira, M. (2010). Introducción a la tecnología educativa. *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, (19), 1-78.
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. 6ta. Fideas G. Arias Odón.

- Arlegui, J., Menegatti, E., Moro, M. y Pina, A. (2008). Robotics, computer science curricula and interdisciplinary activities. In *Proceedings of the TERECoP Workshop "Teaching with robotics, Conference SIMPAR (pp. 10-21)*. Recuperado de <https://cutt.ly/trqD4lr>
- Atmatzidou, S., Markelis, I. y Demetriadis, S. (2008, November). The use of LEGO Mindstorms in elementary and secondary education: game as a way of triggering learning. In *International Conference of Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots (SIMPAR), Venice, Italy*. pp. 22-30.
- Balanskat, A., y Engelhardt, K. (2015). *Computing our future. Computer programming and coding Priorities, school curricula and initiatives across Europe*. Recuperado de http://www.eun.org/documents/411753/817341/Computing+our+future_final_2015.pdf/d3780a64-1081-4488-8549-6033200e3c03
- Banco-Mundial (2016). Informe sobre el desarrollo mundial 2016. Dividendos digitales: panorama general. *Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, Grupo Banco Mundial*.
- Bargury, I. Z., Muller, O., Haberman, B., Zohar, D., Cohen, A., Levy, D., et al. (2012). Implementing a new computer science curriculum for middle school in Israel. *Proceedings of Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–6.
- Barr, D., Harrison, J., y Conery, L. (2011). Computational Thinking: A digital age skill for everyone. *Learning and Leading with Technology*, 38(6), 20-23.
- Barr, V., y Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K12: what is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1), 48–54.
- Barros, D. M. V. (2012). *Estilos de aprendizaje y las tecnologías: Medios didácticos en lo virtual*. Saarbrücken: Editorial Académica Española.
- Basogain-Olabe, X., Olabe-Basogain, M. Á., y Olabe-Basogain, J. C. (2015). Pensamiento Computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 46(6), pp.1–33. <https://doi.org/10.6018/red/46/6>
- Bawden, D. (2002). Revisión de los conceptos de alfabetización informacional y alfabetización digital. In *Anales de documentación* (Vol. 5, pp. 361-408). Facultad de Comunicación y Documentación y Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.

- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers and Education*, 58(3), 978–988. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Bernal, C., y Carmen, M. (2009). Enseñanza Y El Aprendizaje. *Revista Panamericana de Pedagogía*, (14), 101–107.
- Berritzegune de Sestao, Site de Competencia en el Tratamiento de la Información y Competencia digital (2017): Recuperado de <https://sites.google.com/site/iktmintegiasestao/>
- Berrocso, J., Sánchez, M., y Arroyo, M. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *Red*, 46, 1-18. <https://doi.org/10.6018/red/46/3>
- Bers, M. U. (2006). The role of new technologies to foster positive youth development. *Applied Developmental Science*, 10(4), 200-219.
- Bers, M. U. (2008). *Blocks, robots and computers: Learning about technology in early childhood*. New York: Teacher's College Press.
- Bers, M., Lynch, A. D. y Chau, C. (2009). Positive technological development: The multifaceted nature of youth technology use towards improving self and society. In Ching, C.C. & Foley, B. J. (Eds.) *Technology, Learning, and Identity: Research on the Development and Exploration of Selves in a Digital World*. Cambridge University Press.
- Bers, M. U., y Horn, M. S. (2010). Tangible programming in early childhood. *High-tech tots: Childhood in a digital world*, 49, 49-70.
- Bers, M. U. (2010). The TangibleK Robotics program: Applied computational thinking for young children. *Early Childhood Research & Practice*, 12(2), n2. Recuperado de <https://cutt.ly/ErjWI5E>
- Bers, M. U. (2010). When robots tell a story about culture...and children tell a story about learning (pp. 227-247). In Nicola Yelland (Ed.), *Contemporary perspective on early childhood education*. Maidenhead, UK: Open University Press.
- Bers, M. U. (2012). *Designing digital experiences for positive youth development: From playpen to playground*. Cary, NC: Oxford.
- Bers, M. U. (2017). The Seymour test: Powerful ideas in early childhood education. *International Journal of Child - Computer Interaction*, 14, pp. 10–14. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2017.06.004>.

- Bers, M. U. (2018). Coding, playgrounds and literacy in early childhood education: The development of KIBO robotics and ScratchJr. *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 2094–2102. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2018.8363498>
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., y Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers and Education*, 72, 145-157. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020>.
- Bers, M. U., Strawhacker, A., y Vizner, M. (2018). The design of early childhood makerspaces to support positive technological development: Two case studies. *Library Hi Tech*, 36(1), 75-96. <https://doi.org/10.1108/LHT-06-2017-0112>
- Blikstein, P. (2018). Maker Movement in Education: History and Prospects. *Handbook of Technology Education*, 419-437. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-44687-5_33
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K., Kampylis, P., & Punie, Y. (2016). Developing Computational Thinking in Compulsory Education - Implications for policy and practice. *Joint Research Centre (JRC)*, (June), 1–68. <https://doi.org/10.2791/792158>
- BOE (2014): Real Decreto 126/2014, de 18 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria, 1 marzo 2014, nº 52, sec. I, pp. 19.349- 19.420.
- BOE (2015): Real Decreto 1.105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, 3 enero 2015, nº 3, sec. I, pp. 169-546.
- Bravo-Sánchez, F. Á., y Guzmán, A. F. (2012). La Robótica Como Un Recurso Para Facilitar El Aprendizaje Y Desarrollo De Competencias Generales. *Teoría de La Educación. Educación Y Cultura En La Sociedad de La Información*, 13, NUM 2(1138–9737), 120–136
- Brennan, K., y Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *In Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA)* (pp. 1-25). Vancouver, Canada.
- Brown, J. S. y Duguin, P. (2000). *The social life of information*. Boston, MA: Harvard Business School.

- Brown, N. C. C., Kölling, M., Crick, T., Peyton Jones, S., Humphreys, S., y Sentance, S. (2013). Bringing computer science back into schools: Lessons from the UK. In *Proceeding of the 44th ACM technical symposium on computer science education, SIGCSE '13* (pp. 269e274). New York, USA: ACM.
- Bruni, F., y Nisdeo, M. (2017). Educational robots and children's imagery: A preliminary investigation in the first year of primary school. *Research on Education and Media*, 9(1), 37-44. <https://doi.org/cxnq>
- Burlson, W., Harlow, D. B., Nilsen, K. J., Perlin, K., Freed, N., Jensen, C., Lahey, B., Lu, P., y Muldner, K. (2017). Active Learning Environments with Robotic Tangibles: Children's Physical and Virtual Spatial Programming Experiences. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. <https://doi.org/10.1109/TLT.2017.2724031>
- Cabero, J. (2001). Tecnología educativa. Diseño y utilización de medios en la enseñanza. Barcelona: Editorial Paidós.
- Cabero Almenara, J. (2015). Reflexiones educativas sobre las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). *Tecnología, Ciencia y Educación*, 1, 19-27.
- Caballero-González, Y. A., Muñoz, L., y Muñoz-Repiso, A. G. V. (2019, October). Pilot Experience: Play and Program with Bee-Bot to Foster Computational Thinking Learning in Young Children. In *2019 7th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC)* (pp. 601-606). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IESTEC46403.2019.00113>
- Caballero-González, Y. A., y Muñoz-Repiso, A. G. V. (2019). Fortaleciendo habilidades de pensamiento computacional en Educación Infantil: Experiencia de aprendizaje mediante interfaces tangible y gráfica. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa-RELATEC*, 18(2). <https://doi.org/10.17398/1695-288X.18.2.133>
- Caballero-González, Y. A., García-Valcárcel, A., y García-Holgado, A. (2019, October). Learning computational thinking and social skills development in young children through problem solving with educational robotics. In *Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 19-23). ACM. <https://doi.org/10.1145/3362789.3362874>
- Cacco, L., y Moro, M. (2014, July). When a Bee meets a Sunflower. In *Proceedings of 4th International Workshop Teaching Robotics Teaching with Robotics and 5th International Conference on Robotics in Education, Padova, Italy* (pp. 68-75).

- Campbell, D., y Stanley, J. (1993). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Carretero, M. (2000). *Constructivismo y educación*. Editorial Progreso.
- Cejka, E., Rogers, C. y Portsmore, M. (2006). Kindergarten robotics: Using Robotics to motivate math, science, and engineering literacy in elementary school. *International Journal of Engineering Education*, 22(4), 711-722.
- Cerebro, M. Y. (2017). *El riesgo de la sobrecarga atencional*. 16–19. Recuperado de <http://www.investigacionyciencia.es/files/27833.pdf>
- Chadwick, C. (1987). *Tecnología educacional para el docente* ([2a. ed. rev. y amp.] ed., Paidós educador, 75). Barcelona: Paidós.
- Chalmers, C. (2018). International Journal of Child-Computer Interaction Robotics and computational thinking in primary school. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 17, 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.06.005>
- Charlton, P., y Luckin, R. (2012). *Time to re-load? Computational Thinking and Computer Science in Schools* (Briefing 2, 27 April). The London Knowledge Lab.
- Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X., y Eltoukhy, M. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*, 109, 162-175. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001>
- Cheng, Y. W., Sun, P. C., y Chen, N. S. (2018). The essential applications of educational robot: Requirement analysis from the perspectives of experts, researchers and instructors. *Computers & education*, 126, 399-416. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.020>
- Chun, B., y Piotrowski, T. (2012). Pensamiento computacional ilustrado. Recuperado de <https://cutt.ly/7rn2BL>
- Cilleruelo, L. y Zubiaga, A. (2014). Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. *Jornadas de Psicodidáctica*, 1-18.
- Cejka, E., Rogers, C., y Portsmore, M. (2006). Kindergarten robotics: using robotics to motivate math, science, and engineering literacy in elementary school. *International Journal of Engineering Education*, 22(4), 711–722.

- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York: Academic Press. 2da. Edición
- Cope, B., y Kalantzis, M. (2010). " Multialfabetización": nuevas alfabetizaciones, nuevas formas de aprendizaje. *Boletín de la Asociación Andaluza de Bibliotecarios*, 25(98), 53-92.
- Cordes, C., y Miller, E. (2000). *Fool's gold: A critical look at computers in childhood*. College Park, MD: Alliance for Childhood.
- Creswell, J. W. (2013). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (Cuarta ed.). Thousand Oaks, CA, USA: SAGE
- CSTA y ISTE (2009). Operational definition of Computational Thinking in K-12 education.
- Cunha, F., y Heckman, J. (2007). The technology of skill formation. *American Economic Review*, 97(2), 31-47.
- Da Silva Filgueira, M. G., y González González, C. S. (2017). PequeBot: Propuesta de un Sistema Ludificado de Robótica Educativa para la Educación Infantil. *Congreso Internacional de Videojuegos y Educación (CIVE'17)*.
- De Araujo, A. L. S. O., Andrade, W. L., y Guerrero, D. D. S. (2016, October). A systematic mapping study on assessing computational thinking abilities. In *2016 IEEE frontiers in education conference (FIE)* (pp. 1-9). IEEE.
- Diago, P. D., y Arnau, D. (2017). Pensamiento Computacional y resolución de problemas en Educación Infantil: Una secuencia de enseñanza con el robot Bee-bot. In *VIII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática (CIBEM)*.
- Di Lieto, M. C., Inguaggiato, E., Castro, E., Cecchi, F., Cioni, G., Dell'Omo, M., ... Dario, P. (2017). Educational Robotics intervention on Executive Functions in preschool children: A pilot study. *Computers in Human Behavior*, 71, 16-23. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.018>
- Díaz, T. (2009). La función de las TIC en la transformación de la sociedad y de la educación. En R. Carneiro, J.C. Toscano y T. Díaz (Coords), *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo* (pp. 155-164). Madrid: OEI-Fundación Santillana.
- Díaz-Barriga, F. (2013). TIC en el trabajo del aula. Impacto en la planeación didáctica. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 4(10), 3-21. [https://doi.org/10.1016/S2007-2872\(13\)71921-8](https://doi.org/10.1016/S2007-2872(13)71921-8)

- Domingo, M., y Marqués, P. (2011). Aulas 2.0 y uso de las TIC en la práctica docente. *Comunicar*, 19(37), 169-175.
- Echaurren, Á. N. (2017). Nuevas alfabetizaciones y desafíos en la educación: discusión bibliográfica. *Revista Akadèmeia*, 15(2), 51-64.
- Eguchi, A. (2010). What is educational robotics? Theories behind it and practical implementation. In D. Gibson & B. Dodge (eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2010* (pp. 4006-4014). Chesapeake, VA: AACE.
- Enríquez, S.C. (2012). Luego de las TIC las TAC. *II Jornadas Nacionales de TIC e Innovación en el Aula*. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/26514>
- Elkin, M., Sullivan, A. y Bers, M. U. (2014). Implementing a robotics curriculum in an early childhood Montessori classroom. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 13, 153-169. <https://doi.org/10.28945/2094>
- Elkin, M., Sullivan, A., y Bers, M. U. (2016). Programming with the KIBO robotics kit in preschool classrooms. *Computers in the Schools*, 33(3), 169-186.
- Espejo, R., y Sarmiento, R. (2017). Metodologías activas para el aprendizaje. *Universidad Central de Chile*, 76. Recuperado de <https://cutt.ly/CrVyqPC>
- Esteve, F. (2016). Bolonia y las TIC: de la docencia 1.0 al aprendizaje 2.0. *La cuestión universitaria*, (5), 58-67.
- EsteveMon, F.M. y Gisbert Cervera, M. (2011). El nuevo paradigma de aprendizaje y las nuevas tecnologías. *Revista de Docencia Universitaria*. REDU. Monográfico: El espacio europeo de educación superior. Hacia dónde va la Universidad Europea?. 9 (3), 55-73. Recuperado de <http://redaberta.usc.es/redu>
- Fernández-Llamas, C., Conde, M. A., Rodríguez-Lera, F. J., Rodríguez-Sedano, F. J., y García, F. (2018). May I teach you? Students' behavior when lectured by robotic vs. human teachers. *Computers in Human Behavior*, 80, 460-469. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.09.028>
- Fonseca, D., Conde, M. Á., y García-Peñalvo, F. J. (2018). Improving the information society skills: Is knowledge accessible for all? *Universal Access in the Information Society*, 17(2), 229-245. <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0548-6>
- Font, R. (2016). La robótica educativa: una nueva manera de aprender a pensar. Recuperado de <https://cutt.ly/6e6jxO4>

- Freeman, A., Adams Becker, S., Cummins, M., Davis, A., y Hall Giesinger, C. (2017). NMC/CoSN Horizon Report: 2017 K–12 Edition. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Fridin, M. (2014). Storytelling by a kindergarten social assistive robot: A tool for constructive learning in preschool education. *Computers & education*, 70, 53-64. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.043>
- Fundación-Orange. (2016). La transformación digital del sector educación. E-España, 56.
- Fundación-Telefónica(2017). Pensamiento Computacional. Recuperado de <https://cutt.ly/hrhv0jT>
- Fundación-Telefónica (2018). Estudio sobre la inclusión de las TIC en los centros educativos de Aulas Fundación Telefónica. Fundación Telefónica y la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), Instituto de Evaluación (IESME) de la OEI. ISBN: 978-84-7666-223-6. Madrid, España. Recuperado de <https://cutt.ly/Qrhv5ym>
- Galeano, S. (2019). El número de usuarios de Internet en el mundo crece un 9,1% y alcanza los 4.388 millones (2019). *Marketing4ecommerce.net* Recuperado de <https://wearesocial.com/blog/2019/01/digital-2019-global-internet-use-accelerates>
- Gander, W., Petit, A., Berry, G., Demo, B., Vahrenhold, J., McGettrick, A., ... y Meyer, B. (2013). *Informatics education: Europe cannot afford to miss the boat*. ACM, Recuperado de <https://cutt.ly/prtRlJ>
- García-Peñalvo, F. J. (2015). Mapa de tendencias en Innovación Educativa. *Education in the knowledge society*, 16(4), 6-23.
- García-Peñalvo, F. J. (2016a). A brief introduction to TACCLE 3 – Coding European Project. In F. J. García-Peñalvo & J. A. Mendes (Eds.), 2016 *International Symposium on Computers in Education (SIIE 16)*. USA: IEEE. <https://doi.org/10.1109/SIIE.2016.7751876>
- García-Peñalvo, F. J. (2016b). En clave de innovación educativa. Construyendo el nuevo ecosistema de aprendizaje. Recuperado de <https://cutt.ly/frVef9y>
- García-Peñalvo, F. J.; Llorens-Largo, F.; Molero-Prieto, X.; Vendrell-Vidal, E. (2017). “Sección Especial: Educación en Informática sub 18 (E<18)”. *ReVisión (Revista de Investigación en Docencia Universitaria de la Informática)*, vol. 10, núm. 2, pp. 13-18.

- García-Peñalvo, F. J., y Mendes, A. J. (2018). Exploring the computational thinking effects in pre-university education. *Computers in Human Behavior*, 80, 407–411. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.005>
- García-Peñalvo, F.J., Rees, A.M., Hughes, J., Jormanainen, I., Toivonen, T., y Vermeersch, J. (2016). A survey of resources for introducing coding into schools. *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16)* (pp.19-26). Salamanca, Spain, November 2-4, 2016. New York: ACM. <https://doi.org/10.1145/3012430.3012491>
- García-Valcárcel, A., Basilotta, V. y López, C. (2014). Las TIC en el aprendizaje colaborativo en el aula de Primaria y Secundaria. *Comunicar*, 42, 65-74. <https://doi.org/10.3916/C42-2014-06>.
- García-Valcárcel, A. y Hernández, A. (2013). *Recursos tecnológicos para la enseñanza e innovación educativa*. Madrid: Editorial Síntesis.
- García-Valcárcel, A., y Tejedor, F.J. (2017). Percepción de los estudiantes sobre el valor de las TIC en sus estrategias de aprendizaje y su relación con el rendimiento. *Educación XX1*, 20(2), 137-159. <https://doi.org/10.5944/educxx1.19035>
- García Valiente, M., y Navarro Montaña, M. (2017). Robótica para todos en Educación Infantil. 60, 81–104.
- Ghitis, T., y Vásquez, J. A. A. (2014). Los robots llegan a las aulas. *Infancias Imágenes*, 13(1), 143-147
- Gómez, O. Y. A., y Ortiz, O. L. O. (2018). El constructivismo y el construccionismo. *Revista interamericana de investigación, educación y pedagogía*, 11(2), 115-120.
- González, Y. A. C., y Muñoz-Repiso, A. G. V. (2017, November). Educational robotics for the formation of programming skills and computational thinking in childish. In *2017 International Symposium on Computers in Education (SIIE)* (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SIIE.2017.8259652>
- González, Y. A. C., y García-Valcárcel, A. (2018, October). A robotics-based approach to foster programming skills and computational thinking: Pilot experience in the classroom of early childhood education. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 41-45). ACM. <https://doi.org/10.1145/3284179.3284188>

- González-González, C. S. (2019a). State of the art in the teaching of computational thinking and programming in childhood education. *Education in the Knowledge Society*, 20, 17. https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a17
- González-González, C.S. (2019b). Estrategias para la enseñanza del pensamiento computacional y uso efectivo de tecnologías en educación infantil: una propuesta inclusiva. *RIITE. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 7,85-97. <http://dx.doi.org/10.6018/riite.405171>
- González-González, C. S., Guzmán-Franco, M. D., y Infante-Moro, A. (2019). Tangible Technologies for Childhood Education: A Systematic Review. *Sustainability*, 11(10), 2910. <https://doi.org/10.3390/su11102910>
- González-Martínez, J., Estebanell-Minguell, M., y Peracaula-Bosch, M. (2018). ¿Robots o programación? El concepto de Pensamiento Computacional y los futuros maestros. *Education in the Knowledge Society (EKS)*. 19. 29. <https://doi.org/10.14201/eks20181922945>.
- González, M. R. (2015). Computational thinking test: Design guidelines and content validation. In *Proceedings of EDULEARN15 conference* (pp. 2436-2444). Recuperado de <https://cutt.ly/artHUCh>
- González Ramírez, T., y López Gracia, Á. (2018). La identidad digital de los adolescentes: usos y riesgos de las Tecnologías de la Información y la Comunicación.
- González-Román, M. (2016). Códigoalfabetización y pensamiento computacional en educación primaria y secundaria: validación de un instrumento y evaluación de programas. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).
- Gómez-Bustamante, J. A. y Martínez-Cogollo, A. L. (2018). Robótica educativa como propuesta de innovación pedagógica. *Gestión, Competitividad e innovación* (julio-diciembre 2018), 1-12.
- Goodgame, C. (2018). Beebots and Tiny Tots. In E. Langran, y J. Borup (Eds.). *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 1179-1183). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Graells, P. M. (2013). Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones. *3C TIC*, 2(1).
- Gretter, S., y Yadav, A. (2016). Computational Thinking and Media & Information Literacy: An Integrated Approach to Teaching Twenty-First Century Skills. *TechTrends*, 1–7.

- Grgurina, N., Barendsen, E., Zwaneveld, B., van Veen, K., y Stoker, I. (2014). Computational thinking skills in dutch secondary education: Exploring teacher's perspective. In *Proceedings of the 9th workshop in primary and secondary computing education* (pp. 124–125).
- Groover, M. P., Weiss, M., y Nagel, R. N. (1986). *Industrial robotics: technology, programming and application*. McGraw-Hill Higher Education.
- Gros-Salvat, B., y Contreras, D. (2006). La alfabetización digital y el desarrollo de competencias ciudadanas. *Revista Iberoamericana de Educación (OEI)*, 2006, num. 42, p. 103-125.
- Grover, S., y Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12. A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43.
- Guerrero, T. M., y Flores, H. C. (2009). Teorías del aprendizaje y la instrucción en el diseño de materia les didácticos informáticos. *Educere*, 13(45), 317-329.
- Gutiérrez, A. (2010). Creación multimedia y alfabetización en la era digital. *Educomunicación: Más Allá Del 2.0*, 0, 171–185.
- Hamner, E., y Cross, J. (2013). Arts & Bots: Techniques for distributing a STEAM robotics program through K-12 classrooms *Proceedings of 2013 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC) (March 9th, 2013, Princ-eton, NJ, USA)* (pp. 1-5). USA: IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISECon.2013.6525207>
- Harel, I. E., y Papert, S. E. (1991). *Constructionism*. Ablex Publishing.
- Heckman, J. J., y Masterov, D. V. (2007). The productivity argument for investing in young children. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 29(3), 446-493.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. Quinta Edición McGraw-Hill. Ultra, México, 158-209.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado. C., y Baptista Lucio. P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Education.
- Herrada, R. I., y Baños, R. (2018). Experiencias de aprendizaje cooperativo en matemáticas. *Espiral. Cuadernos del Profesorado*, 11(23), 99-108.
- Honey, M., y Kanter, D. E. (Eds.). (2013). *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators*. Routledge.
- Horn, M., y Bers, M. (2019). Tangible computing. *The Cambridge handbook of computing education research*, 1, 663-678.

- INTEF (2015). *Programando nuestro futuro: Programación y codificación. Prioridades, currículos e iniciativas en Europa*. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF), 1–28.
- INTEF (2016). Resumen informe Horizon Edición 2016. Enseñanza Primaria y Secundaria, 2016. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF) 0–18. Recuperado de <https://cutt.ly/YrtUJuo>
- INTEF (2018a) Situación de la competencia digital del alumnado en España – Comparativa de iniciativas. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF). Recuperado de <https://cutt.ly/SrbGRaK>
- INTEF (2018b). Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula: Situación en España – enero 2018. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF). Recuperado de <https://cutt.ly/lrbGUBD>
- INTEF (2019). Informe La escuela de pensamiento computacional y su impacto en el aprendizaje. Curso escolar 2018 – 2019. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF). Recuperado de <https://cutt.ly/LrtUFTM>
- Januszewski, A., y Molenda, M. (Eds.). (2013). *Educational technology: A definition with commentary*. Routledge.
- Jonassen, David H.; Howland, Jane; Moore, Joi; Marra, Rose M. *Learning to solve problems with technology: a constructivist perspective*. 2. ed. New Jersey: Merrill Prentice Hall, 2002.
- Jones-Kavaliar, B., y Flannigan, S. (2008). Connecting the digital dots: Literacy of the 21st century. *Teacher Librarian*, 35(3), 13. Recuperado de <https://cutt.ly/errURiK>
- Jung, S. E., y Won, E. S. (2018). Systematic review of research trends in robotics education for young children. *Sustainability (Switzerland)*, 10(4), 1–24. <https://doi.org/10.3390/su10040905>
- Kalantzis, M., y Cope, B. (2008). Language education and multiliteracies. *Encyclopedia of language and education*, 1, 195-211.
- Kalelioğlu, F. (2015). A new way of teaching programming skills to K-12 students: Code.org. *Computers in Human Behavior*, 52, 200-210. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.05.047>
- Kalelioğlu, F., Gulbahar, Y., y Kukul, V. (2016). A Framework for computational thinking based on a systematic research review. *Baltic Journal of Modern Computing*, 4(3), 583e596.

- Kandlhofer, M., y Steinbauer, G. (2016). Evaluating the impact of educational robotics on pupils' technical-and social-skills and science related attitudes. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 679-685. doi: <https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.09.007>
- Karampinis, T. (2018). Robotics-based learning interventions and experiences from our implementations in the RobESL framework. *International Journal of Smart Education and Urban Society*, 9(1), 13-24. <https://doi.org/cxnt>
- Kazakoff, E., Sullivan, A., y Bers, M.U. (2013). The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. *Early Childhood Education Journal*, 41(4), 245-255. <https://doi.org/10.1007/s10643-012-0554-5>.
- Kazakoff, E. R., y Bers, M. U. (2014). Put your robot in, put your robot out: Sequencing through programming robots in early childhood. *Journal of Educational Computing Research*, 50(4), 553-573.
- Kucuk, S., y Sisman, B. (2017). Behavioral patterns of elementary students and teachers in one-to-one Robotics instruction. *Computers & Education*, 111, 31-43. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.002>
- Laborda, R.M. (2005). *BIBLIOTECA Fundación AUNA*. Cuadernos Sociedad de la Información: Las nuevas tecnologías en la educación. 1 edición, 1-38. Recuperado de <http://giovannipf.260mb.net/tecnologiaenlaeducacion.pdf>
- Labrador, J., Andreu, A., y Ribes, A. (2008). *Metodologías Activas*. Grupo de innovación en metodologías activas. Editorial UPV. p6.
- Lankshea, C., y Knobel, M. (2008). *Nuevos alfabetismos. Su práctica cotidiana y el aprendizaje en el aula*. Ediciones Morata.
- Lee, I., Martin, F., y Apone, K. (2014). Integrating computational thinking across the K–8 curriculum. *ACM Inroad*, 5(4), 64–71.
- Lee, K. T., Sullivan, A., y Bers, M. U. (2013). Collaboration by design: Using robotics to foster social interaction in kindergarten. *Computers in the Schools*, 30(3), 271-281. <https://doi.org/10.1080/07380569.2013.805676>
- Leidl, K. D., Bers, M. U., y Mihm, C. (2017). Programming with ScratchJr: a review of the first year of user analytics. In *Conference Proceedings of International Conference on Computational Thinking Education* (pp. 116-121).

- Liang, D. T. W., Readle, J. C., y Alder, C. (2006). Teaching robotics to cybernetics students. *International journal of electrical engineering education*, 43(4), 358-368.
- Liu H.P., Perera S.M., Klein J.W. (2017) Using Model-Based Learning to Promote Computational Thinking Education. In: Rich P., Hodges C. (eds) Emerging Research, Practice, and Policy on Computational Thinking. *Educational Communications and Technology: Issues and Innovations*. Springer, Cham
- Llorens-Largo, F., García-Peñalvo, F. J., Molero-Prieto, X., y Vendrell-Vidal, E. (2017). La enseñanza de la informática, la programación y el pensamiento computacional en los estudios preuniversitarios. *Education in the Knowledge Society*, 18(2), 7-17. <https://doi.org/10.14201/eks2017182717>
- Lombana, N. B. (2015). Uso de la robótica educativa como estrategia didáctica en el aula. *Praxis & Saber*, 6(11), 215-234. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4772/477247215010.pdf>
- López-Carrasco, M. Á. (2015). El aprendizaje basado en competencias: una perspectiva desde la tutoría cognoscitiva.
- López, M. A. (2008). *Las herramientas de la lectoescritura digital en la era de la sociedad-red*. Sociotam, XVIII (1), pp. 73- 90.
- López-Noguero, F. (2002). El análisis de contenido como método de investigación.
- Lozano, R. (2011). *De las TIC a las TAC: tecnologías del aprendizaje y del conocimiento*. Anuario ThinkEPI, 2011, v. 5, pp. 45-47.
- Ludeña, E. S. (2019). La educación STEAM y la cultura «maker». *Padres y Maestros/Journal of Parents and Teachers*, (379), 45-51.
- Luz, C. G. M. (2018). *Educación y tecnología: estrategias didácticas para la integración de las TIC*. Editorial UNED.
- Lye, S. Y., y Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12? *Computers in Human Behavior*, 41, 51e61. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.09.012>.
- MacMillan, J., y Schumacher, S. (2012). *Investigación educativa : Una introducción conceptual* (5a ed., última reimp ed.). Madrid: Pearson-Addison Wesley.
- Manches, A., y Plowman, L. (2017). Computing education in children's early years: A call for debate. *British Journal of Educational Technology*, 48(1), 191–201. <https://doi.org/10.1111/bjet.12355>

- Marcelino, M. J., Pessoa, T., Vieira, C., Salvador, T., y Mendes, A. J. (2018). Learning Computational Thinking and scratch at distance. *Computers in Human Behavior*, 80, 470-477. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.09.025>
- Marcelo, C. (2013). Las tecnologías para la innovación y la práctica docente. *Revista brasileira de educação*, 18(52), 25-47.
- March, A. F. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio siglo XXI*, 24, 35-56.
- Martínez-Cocó, B., García, J. N., Robledo, P., Díez, C., Álvarez, M. L., Marbán, J. M., ... y Rodríguez, C. (2007). Valoración docente de las metodologías activas: un aspecto clave en el proceso de convergencia europea. *Aula abierta*, vol. 35, pp. 49-62, 2007.
- Merrill, M. D. (2002). First principles of instruction. *Educational technology research and development*, 50(3), 43-59.
- Merrill, M. D. (2007). First principles of instruction: A synthesis. In R. A. Reiser y J. V. Dempsey (Eds.), *Trends and issues in instructional design and technology* (2nd ed., pp. 62-71). Upper Saddle River, NJ: Merrill/Prentice-Hall.
- Merrill, M. D. (2009). First principles of instruction. In C. M. Reigeluth y A. A. Carr-Chellman (Eds.), *Instructional-design theories and models: Building a common knowledge base* (Vol. III, pp. 41-56). New York: Routledge.
- Misirli, A., y Komis, V. (2014). Robotics and programming concepts in early childhood education: A conceptual framework for designing educational scenarios. In *Research on e-Learning and ICT in Education* (pp. 99-118). New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6501-0_8
- Monsalves, S. (2011) Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente *Revista de Pedagogía*, vol. 32, núm. 90, enero-junio, 2011, pp. 81 – 117. Universidad Central de Venezuela Caracas, Venezuela. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/659/65920055004.pdf>
- Montero-Mesa, L., y Gewerc-Barujel, A. (2011). De la innovación deseada a la innovación posible. Escuelas alteradas por las TIC. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 14(1).
- Mora-Isidro, D. A. y Prada-Castro, V. (2016). La robótica educativa como estrategia didáctica sostenible. Recuperado de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/7916>

- Moreno, I., Muñoz, L., Rolando, J., Quintero, J., Pitti, K., y Quiel, J. (2012). La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y la tecnología. *Teoría de La Educación, Educación y Cultura En La Sociedad de La Información*, 13(2), 74–90. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2010/201024390005.pdf>.
- Muñoz, J. (2004). Enseñanza–aprendizaje de estrategias metacognitivas en niños de Educación Infantil. Burgos: Universidad de Burgos.
- Nacher, V., Garcia-Sanjuan, F., y Jaen, J. (2015). Game Technologies for Kindergarten Instruction: Experiences and Future Challenges. In *Proceedings of the 2nd Congreso de la Sociedad Española para las Ciencias del Videojuego* (pp. 58-67).
- National-Research-Council (2001). *Eager to learn: Educating our preschoolers*. National Academies Press.
- Neto, C. (2001). *A criança e o jogo: Perspectivas de investigação*. Instituto Politécnico de Coimbra. Departamento de Educação. Mestrado em Educação Pré-Escolar. Recuperado de <https://cutt.ly/rryM6BI>
- Norte, U., Serrano, R., Patricia, K., Restrepo, M., Alejandra, M., Posada, J., ... Posada, J. (2012). Educación en Ingenierías: de las clases magistrales a la pedagogía del aprendizaje activo. *Ingeniería y Desarrollo*, 30(1), 125–142.
- OECD, O. (2015). Students, computers and learning: Making the connection. *Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) Programme for International Student Assessments*.
- Odorico, A. (2004). Marco teórico para una robótica pedagógica. *Revista Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, 1(3), 34-46.
- Oppenheimer, T. (2003). *The flickering mind: Saving education from the false promise of technology*. New York: Random House.
- Ospennikova, E., Ershov, M., y Iljin, I. (2015). Educational robotics as an inovative educational technology. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 214, 18-26. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.588>
- Pablos-Pons, J. D. (2015). Los centros educativos ante el desafío de las tecnologías digitales. *Los centros educativos ante el desafío de las tecnologías digitales*, 1-392.

- Paños Castro, J. (2017). Educación emprendedora y metodologías activas para su fomento. *Revista Electrónica Interuniversitaria De Formación Del Profesorado*, 20(3), 33-48. <https://doi.org/10.6018/reifop.20.3.272221>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. BasicBooks, 10 East 53rd St., New York, NY 10022-5299.
- Papert, S. (2000). What's the big idea? Toward a pedagogy of idea power. *IBM Systems Journal*, 39(3 & 4), 720–729. <http://dx.doi.org/10.1147/sj.393.0720>
- Parra, C. (2012). TIC, conocimiento, educación y competencias tecnológicas en la formación de maestros. *Nómadas*, 36, 145-159
- Patiño, K. P., Diego, B. C., Rodilla, V. M., y Conde, J. R. (2014). Uso de la Robótica como Herramienta de Aprendizaje en Iberoamérica y España. *IEEE ES*, 2(1), 41-48.
- Pearson, Greg, y Young, Thomas A. (2002). *Technically speaking: Why all Americans need to know more about technology*. Washington DC: National Academy Press.
- Peinado, J. M. (2004). *Enseñanza-aprendizaje en estrategias metacognitivas en niños de educación infantil*. Universidad de Burgos. Recuperado de <https://cutt.ly/UrnCdc3>
- Pittí, K., Curto-Diego, B., Moreno-Rodilla, V. (2010). Experiencias constructoras con robótica educativa en el Centro Internacional de Tecnologías Avanzadas. *Education in the Knowledge Society*, 11(1), 310-329. <https://bit.ly/2MNPwls>
- Prensky, M. (2010). Nativos digitales, inmigrantes digitales. *On the Horizon*, 1–7. Recuperado de <https://cutt.ly/crVySFI>
- Quintana, J. G. (2019). Interconectados apostando por la construcción colectiva del conocimiento. Aprendizaje móvil en Educación Infantil y Primaria. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (54), 185-203.
- Ramírez, P. A. L., y Sosa, H. A. (2013). Aprendizaje de y con robótica, algunas experiencias. *Revista Educación*, 37(1), 43-63.
- Rangel, E. T. y Martínez, J. L. (2013). *Educación con TIC para la sociedad del conocimiento*. Recuperado de <http://ru.tic.unam.mx/handle/123456789/2101>
- Reigeluth, C. M. (2016). Teoría instruccional y tecnología para el nuevo paradigma de la educación. *RED. Revista de Educación a Distancia*. 50. <https://doi.org/10.6018/red/50/1a>

- Repenning, A., Webb, D., y Ioannidou, A. (2010). Scalable game design and the development of a checklist for getting computational thinking into public schools. In *Proceedings of the 41st ACM technical symposium on computer science education* (pp. 265–269).
- ReportLinker (2017, 3 de julio). *Robotics Market Forecasts: Consumer Robots, Enterprise Robots, Industrial Robots, Healthcare Robots, Military Robots, Unmanned Aerial Vehicles, and Autonomous Vehicles*. Recuperado de <https://cutt.ly/Le6g91f>
- Resnick, M. (2003). Playful learning and creative societies. *Education Update*, 8(6). Recuperado de <https://cutt.ly/BruiULH>.
- Resnick, M. (2006). Computer as paintbrush: Technology, play, and the creative society. In D. Singer, R. Golikoff & K. Hirsh-Pasek (Eds.), *Play = Learning: How play motivates and enhances children's cognitive and social-emotional growth*. Oxford University Press.
- Resnick, M. (08 de mayo de 2013). *Learn to Code, Code to Learn* [Mensaje en un blog] Recuperado de <https://www.edsurge.com/news/2013-05-08-learn-to-code-code-to-learn>
- Resnick, M. y Robinson, K. (2017). *Lifelong kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play*. MIT press.
- Resnick, M. y Rosenbaum, E. (2013). Designing for tinkability. *Design, Make, Play: Growing the Next Generation of STEM Innovators*, 163–181. <https://doi.org/10.4324/9780203108352>
- Rico Lugo, M.J., y Bosagain Olabe X. (2018). Pensamiento computacional: rompiendo brechas digitales y educativas. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 7(1), pp. 26-42, doi: <https://doi.org/10.21071/edmetic.v7i1.10039>
- Riveros, V. S., María, V., y Mendoza, I. (2005). Bases teóricas para el uso de las TIC en Educación. *Encuentro Educativo*, 12(3), 315–336.
- Román-González, M. (2016). Códigoalfabetización y pensamiento computacional en educación primaria y secundaria: validación de un instrumento y evaluación de programas. Tesis doctoral. UNED. Recuperado de <http://e-spacio.uned.es/fez/view/tesisuned:Educacion-Mroman>
- Román-González, M., Moreno-León, J., y Robles, G. (2019). Combining Assessment Tools for a Comprehensive Evaluation of Computational Thinking Interventions. In *Computational Thinking Education* (79-98). Springer, Singapore. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_6

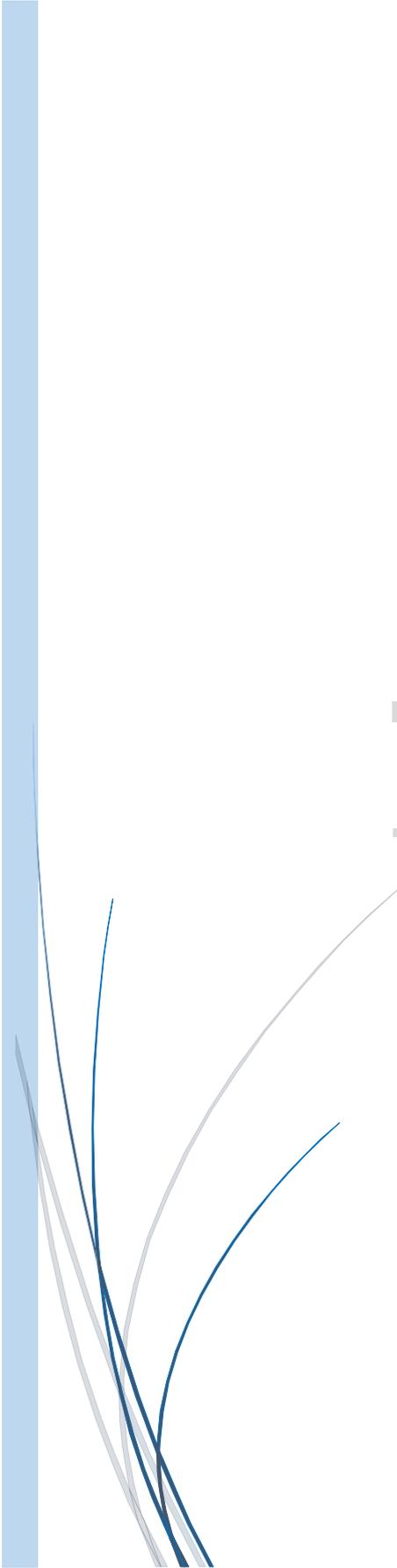
- Román-González, M., Pérez-González, J.-C., y Jiménez-Fernández, C. (2015). Test de Pensamiento Computacional: diseño y psicometría general. *Congreso Internacional Sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC)*, 3., (Octubre 14-16), 1–28. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3056.5521>
- Royal-Society. (2012). Shut down or restart: The way forward for computing in UK schools [Informe técnico] Recuperado de <https://cutt.ly/HrtHRFf/>
- Ruiz-Calvo, J. y López-Fernández, S. (2016). 5phero Kids. Una aplicación educativa para alumnos de Educación Infantil. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10366/131537>.
- Ruiz-Velasco-Sánchez, E. (2007). *Educatrónica: Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*. México: Ediciones Díaz de Santos. Recuperado de <https://cutt.ly/se6U8mL>
- Sánchez, M. D. R. G. (2014). *Metodologías activas y aprendizaje por descubrimiento. Las TIC y la educación*. Marpadal Interactive Media SL.
- Sánchez, F. Á. B., y Guzmán, A. F. (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 13(2), 120-136. Recuperado a partir de <http://revistas.usal.es/index.php/revistatesi/article/view/9002>
- Sánchez, R. J., y Ruiz, P. J. (2013). *Recursos didácticos y tecnológicos en educación*. Madrid: Síntesis.
- Sánchez-Torres, J. M., González-Zabala, M. P. y Muñoz, M. P. S. (2012). La sociedad de la información: génesis, iniciativas, concepto y su relación con las TIC. *Revista UIS Ingenierías*, 11(1), 113-128. Recuperado de <https://cutt.ly/RrVyX8y>
- Sanz, P. L. (2003). Metodología activa y aprendizaje autónomo con las TIC. *Rev. Dept. Didáctico de las lenguas y las Ciencias Humanas y Sociales*, 24(1), 1-20. vol. 24, n.º 1, pp. 1-20.
- Sarramona, J. (1994). Presente y futuro de la tecnología educativa. *Tecnología y Comunicación Educativas*, 9(23).
- Saxe, E. B., y Murillo, A. C. (2004). Construccinismo: objetos para pensar, entidades públicas y micromundos. *Revista Electrónica" Actualidades Investigativas en Educación"*, 4(1), 0.

- Scaradozzi, D., Sorbi, L., Pedale, A., Valzano, M., y Vergine, C. (2015). Teaching robotics at the primary school: an innovative approach. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 3838-3846. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.1>
- Segredo, E., Miranda, G., y León, C. (2017). Hacia la educación del futuro: El pensamiento computacional como mecanismo de aprendizaje generativo. *Education in the Knowledge Society (EKS)*. 18(2), 33-58. doi <https://doi.org/10.14201/eks2017182335>
- Segrelles, J. A., y Gómez Trigueros, I. M. (2016). Nuevas metodologías activas de Enseñanza-Aprendizaje: Didáctica de la Geografía y la Literatura a través de la TIC Google EarthTM.
- Selby, C., y Woollard, J. (2013). Computational thinking: the developing definition. Recuperado de <https://cutt.ly/vryITzu>
- Serholt, S. (2018). Breakdowns in children's interactions with a robotic tutor: A longitudinal study. *Computers in Human Behavior*, 81, 250-264. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.030>
- Serrano González-Tejero, J. M., y Pons Parra, R. M. (2011). El constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *Revista electrónica de investigación educativa*, 13(1), 1-27.
- Serrano, K. P. R., Restrepo, M. A. M., y Posada, J. S. J. (2012). Educación en Ingenierías: de las clases magistrales a la pedagogía del aprendizaje activo. *Ingeniería y Desarrollo*, 30(1), 125-142.
- Schwabe, R.H. (2013). Las tecnologías educativas bajo un paradigma constructorista: un modelo de aprendizaje en el contexto de los nativos digitales. *Revista Iberoamericana de Estudios em Educação*, 8(3), 738-746. <https://doi.org/10.5860/choice.51-1612>
- SCIE y CODDI (2018). Sociedad Científica Informática de España (SCIE) y Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática (CODDI). *Informe del grupo de trabajo SCIE/CODDI sobre la enseñanza preuniversitaria de la informática*, Junio, 2018. Recuperado de <https://cutt.ly/MrbGixD>
- Shonkoff, J. P., y Phillips, D. A. (2000). *From neurons to neighborhoods: The science of early childhood development*. National Academy Press, 2101 Constitution Avenue, NW, Lockbox 285, Washington, DC 20055.

- Shute, V. J., Sun, C., y Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142-158. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>
- Siu-Cheung, K. (2019). Components and Methods of Evaluating Computational Thinking for Fostering Creative Problem-Solvers in Senior Primary School Education. *Computational thinking Education*. NY: Springer Berlin Heidelberg, 2019. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_8
- Strawhacker, A., y Bers, M. U. (2015). "I want my robot to look for food": Comparing Kindergartner's programming comprehension using tangible, graphic, and hybrid user interfaces. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(3), 293-319. <https://doi.org/10.1007/s10798-014-9287-7>
- Strawhacker, A. y Bers, M. U. (2018). Promoting Positive Technological Development in a Kindergarten Makerspace: A Qualitative Case Study. *European Journal of STEM Education*, 3(3), 09. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/3869>
- Strawhacker, A., y Bers, M. U. (2019). What They Learn When They Learn Coding: Investigating cognitive domains and computer programming knowledge in young children. *Educational Technology Research and Development*, 67(3), 541-575. [doi:10.1007/s11423-018-9622-x](https://doi.org/10.1007/s11423-018-9622-x)
- Strawhacker, A., Sullivan, A., y Bers, M. U. (2013). TUI, GUI, HUI: is a bimodal interface truly worth the sum of its parts? In *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 309-312). ACM.
- Suárez, N. y Custodio, J. (2014). Evolución de las tecnologías de información y comunicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Vínculos*, 11(1), 209-220.
- Sullivan, A., y Bers, M. U. (2016). Robotics in the early childhood classroom: learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 3-20. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9304-5>
- Sullivan, A. A., Bers, M. U. y Mihm, C. (2017). Imagining, playing, and coding with KIBO: using robotics to foster computational thinking in young children. *Siu-cheung KONG The Education University of Hong Kong, Hong Kong*, 110.

- Sullivan, A., y Bers, M. U. (2018). Dancing robots: integrating art, music, and robotics in Singapore's early childhood centers. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(2), 325-346. <https://doi.org/10.1007/s10798-017-9397-0>
- Sullivan, A., Kazakoff, E. R., y Bers, M. U. (2013). The Wheels on the Bot go Round and Round: Robotics Curriculum in Pre-Kindergarten. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 12, 203-219. Recuperado de <http://www.jite.org/documents/Vol12/JITEv12IIPp203-219Sullivan1257.pdf>
- Tejedor, F. J. T. (2000). El diseño y los diseños en la evaluación de programas. *Revista de investigación educativa*, 18(2), 319-339.
- Tejedor, F. J., y García-Valcárcel, A. (2007). Causas del bajo rendimiento del estudiante universitario (en opinión de los profesores y alumnos). Propuestas de mejora en el marco del EEES. *Revista de educación*, 342(1), 443-473.
- Toh, L. P. E., Causo, A., Tzuo, P. W., Chen, I. M., y Yeo, S. H. (2016). A review on the use of robots in education and young children. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(2), 148-163.
- UNESCO: *Glossary of educational technology terms*. Unesco, París, 1984.
- UNESCO. (2016). Tecnologías digitales al servicio de la calidad educativa. Una propuesta de cambio centrada en el aprendizaje para todos. *Tecnologías Digitales Al Servicio de La Calidad Educativa*, 43.
- Vee, A. (2013). Understanding computer programming as a literacy. *Literacy in Composition Studies*, 1(2), 42-64.
- Vidal Ledo, M., Nolla Cao, N., Diego Olite, F., y Moreira, M. A. (2009). Trabajo final centeno. *Educación Médica Superior*, 23(3), 0-0. Recuperado de <https://cutt.ly/9ra0LMY>
- Wang, X. Christine, y Ching, Cynthia Carter. (2003). Social construction of computer experience in a first-grade classroom: Social processes and mediating artifacts. *Early Education and Development*, 14(3), 335-361.
- Watt, M. L., y Watt, D. L. (1993). Teacher research, action research: The logo action research collaborative. *Educational Action Research*, 1(1), 35-63.
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., et al. (2016). Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127e147. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>.

- Westlund, J.K., y Breazeal, C. (2014). Storytelling with robots: Learning companions for preschool children's language development. *The 23rd IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, 643-648. <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2014.6926325>
- Wing, J.M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. Recuperado de <https://cutt.ly/irVy3vX>
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions. Series A, Mathematical, Physical, and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717-3725. <http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>
- Wing, J. (2011). Research notebook: Computational thinking—What and why. *The Link Magazine*, 20-23. Recuperado de <https://cutt.ly/2rVy5fP>
- Wong, G., Jiang, S., y Kong, R. (2018). *Computational thinking and multifaceted skills: A qualitative study in primary schools. in teaching computational thinking in primary education*. USA: IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-3200-2.ch005>
- World-Economic-Forum (2016). New Vision for Education: Fostering Social and Emotional Learning through Technology. *World Economic Forum*, (March), 36. Recuperado de <https://cutt.ly/mrVuwO7>
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 46, 1–47. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3395.8883>
- Zapata-Ros, M. (2019). Computational Thinking Unplugged. *Education in the Knowledge Society*, 20, 18. doi: https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a18
- Zosh, J. N., Hopkins, E. J., Jensen, H., Liu, C., Neale, D., Hirsh-Pasek, K., Solis, S., y Whitebread, D. (2017). *Learning through play: a review of the evidence*. LEGO Fonden. Recuperado de <https://cutt.ly/LrrNnID>
- Zúñiga, A. L. A. (2012). Diseño y administración de proyectos de robótica educativa: lecciones aprendidas. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(3), 6-27. Recuperado de <https://cutt.ly/krVutPM>
- Zuppo, C. M. (2012). Defining ICT in a boundaryless world: The development of a working hierarchy. *International journal of managing information technology*, 4(3), 13.



Anexos

Anexo 1

Rubrica SSS utilizada como instrumento de evaluación en el programa de estudio TangibleK.

Fuente: Bers, 2010

Part 1: Circle the corresponding level of achievement for each child for each statement listed. Circle NA if the statement could not be assessed during this activity.

5	4	3	2	1	0
Achieves without assistance	Achieves with minimal assistance	Achieves with periodic assistance	Achieves with significant assistance	Achieves with step-by-step instructions	Does not achieve
A. Works purposefully toward the goal of the activity.				5	4 3 2 1 0 NA
B. Works purposefully toward self-selected goal. If so, what goal?				5	4 3 2 1 0 NA
If working on a self-selected goal, s/he can articulate the goal.				5	4 3 2 1 0 NA
Translates his/her ideas into code for the robot to act out.				5	4 3 2 1 0 NA
Arranges blocks or icons in a syntactically correct sequence to make a functional program.				5	4 3 2 1 0 NA
A. Recognizes incorrect actions or order in a program by reading the program or watching the robot run the program.				5	4 3 2 1 0 NA
B. Has a hypothesis of the problem.				5	4 3 2 1 0 NA
C. Attempts to solve the problem.				5	4 3 2 1 0 NA
Selects correct instructions for the program based on their corresponding actions.				5	4 3 2 1 0 NA
Robot maintains its core integrity while being handled and while it runs programs.				5	4 3 2 1 0 NA
Understands that programs made in the TUI and GUI must be translated and sent to the robot by the computer.				5	4 3 2 1 0 NA

Part 2: Ask each child questions such as, “When you make a program, does it make a difference what order you put the blocks in?” to supplement the students’ journals and the teachers’ observations of and conversations with students during work and sharing times. Mark the students’ level of understanding of how to program a robot along the following criteria.

Syntactic:	Understands the function of individual instructions but not how to choose and assemble them to make a functional program that accomplishes a given goal.
Semantic:	Chooses appropriate instructions for the program and puts them in the right order. Understands that putting the parts together in certain ways creates an overall outcome. May not be able to create a program that completely meets the given goal or may not realize it when the goal is met.
Systems:	Understands the function of each element and that the order they are put in results in a specific overall outcome. Is able to purposefully put the right instructions in the right order for the program to achieve the given goal.

Anexo 3

Progresión de contenidos de Educación Infantil para el periodo 2016/2017 y 2017/2018, Colegio concertado Maestro Ávila

6.4. Progresión de contenidos en 3 años

	1 El hada canina	2 El viaje de Lúa	3 La gallinita Lúa	4 Buscando una sonrisa	5 Superlúa	6 ¡Menuda bufanda!	7 De paseo por la Sabana	8 La princesa Lúa
Centros de interés	La clase La familia La Navidad	El cuerpo	Los alimentos	Los animales domésticos	Las plantas	Los animales salvajes	Las visiones	Las visiones
Propiedades	Grande/pequeño	Aflicción	Dulce/salado Gordito/degustado	Duro/blando	Abierto/cerrado	Más largos/menos corto	Seco/mojado	Seco/mojado
Figuras y cuerpos geométricos	Círculo	Triángulo	Cuadrado	Cuadrado	Todas	Todas	Todas	Todas
Números y Operaciones	1	1	2	1-2	3	1-3	1-3	1-3 recullido
Cuantificadores	Muchos/pocos	Uno/ninguno		Más que	Menos que	Todas/ninguno		
Medidas	Longitud			Largo/corto				
	Tiempo							
	Capacidad							
	Peso			Lleno/vacio				
Orientación espacial	Dentro/fuera	Lejos/cerca	Encima/abajo	Juntos/separados	A un lado/ al otro	De frente/ De espaldas	Repaso	Repaso
Colores	Rojo	Azul Amarillo	Verde	Naranja	Bianco	Negro	Rosa	Rosa
Grafomotricidad	↑ ↓	→ ←	↻	↻	↻	↻	↻	↻
Educación emocional		Autocomplacencia		Autocritica		Tolerancia a la frustración		

6.5. Progresión de contenidos en 4 años

	1 Un deseo cumplido	2 Campeones, campeones	3 Todos somos importantes	4 ¡Al rescate!	5 Un regalo metecido	6 Muchas cosas por descubrir	7 ¡Vamos de excursión!	8 Sorpresa en alta mar	9 Nuevos amigos
Centros de interés	El colegio	La calle	La familia. La Navidad	El cuerpo	Los alimentos.	Los medios de comunicación.	Las plantas	Los dinosaurios.	Las estrellas
Propiedades	Repaso colores pimientos	Mediano	Colores plateado y dorado	Abierto/Cerrado	Duro/Blanco	Mediano	Ancho/Estrecho	Gruoso/Fino	Dulce/Salado Inspirable/inolible/ inodoro
Figuras y cuerpos geométricos	Rectángulo	Rectángulo	Estrella	Estrella	Ovalo	Ovalo	Forma	Rancho	Repaso todas
Números Operaciones.	1-3	1-3 Primer y último	4 Ordinales: 1º, 2º y 3º	4 Descomposición	5 Ordinales: 1º, 2º, 3º, 4º	5 Descomposición Sumas	6 Sumas	6 Ordinales: 1º, 2º	6 Sumas
Cuantificadores	Todos/algunos	Ninguno	Muchos/pocos	Tantos como	Uno más	Igual que	Mucho/poco	Todo	Más que/ menos que
Medida	Largo/corto Más largo/ Más corto		Más alto/ Más bajo			Más largo			
	Tiempo	Mañana/tarde/ noche	Antes/después	Antes/después		Rápido/lento	Días de la semana	Fin de semana	Las estaciones
Capacidad					Lleno/vacio				
Peso								Ligero/pesado	
Grafomotricidad	↓ →	○	↻	↗ ↘	↑ ↓	↗ ↘	⊙	~	~
Educación emocional	Comunicación y acciones			Autocontrol			Resolución de conflictos		

6.6. Progresión de contenidos en 5 años

	1 Colegio para perros.	2 Aventura en la calle	3 La Navidad no es para los perros	4 La radiografía	5 Dieta canina	6 Informática para perros	7 Todo crece en primavera	8 Huesos de dinosaurio	9 Una perrita con estrella
Centros de interés	El colegio.	La calle	La familia. La Navidad.	El cuerpo	Los alimentos	Los medios de comunicación	Las plantas	Los dinosaurios	Las estrellas
Propiedades		Liso./Rugoso.		Duro./Blando	Caliente./Frio	Abierta./Cerrado.	Árabe./Estrecho.	Groeso./Fino.	
Figuras y cuerpos geométricos	Círculo y óvalo rectángulo	Cuadrado y rectángulo	Triángulo y rombo.	Esfera	Como.	Cubo	Prisma	Cilindro.	Pirámide
Números. Operaciones.	1-7. Sumas.	1-7. Sumas.	1-7. Operaciones: 1ª a 7ª Sumas.	8 Sumas	1-8. Sumas	1-8. Sumas. Iniciación a la resta	9. 1ª y 2ª. Sumas Restas	0. Sumas Restas	1-8. 9-1. Sumas Restas
Cuantificadores	Tantos como.	Uno más.	Par	Menor./Mayor.	Casi todos.	Uno menos	Nada./Ninguno.	Doble.	Varios.
Medida	Longitud			Palmo	Largo./Corto.				
	Tiempo	Días de la semana	Meses del año.			Secuenciación temporal.	Estaciones./ Calendario.	La hora. El horario con horas.	Hora y relojes
					Lleno./Vacio.				
Grafomotricidad									
Educación emocional	Automotivación			Emotiva			Asertividad		

Anexo 4

Lista de verificación de comportamientos PTD valorando comunicación y colaboración basado en Bers (2012 y 2018)



	1 Never	2 Almost Never	3 Sometimes	4 Often	5 Always	N/A or Not Observable
<p>Communication</p> <p>Children are observing and/or engaging each other's work</p> <ul style="list-style-type: none"> - Children watch as others work on a project - Children express themselves through their projects - Children touch or play with each other's projects while they work <p>Children are playing with each other or talking to each other</p> <ul style="list-style-type: none"> - Children speak or sign to each other - Children ask each other what they are doing, request tools to be passed, etc. - Children share ideas with one another <p>Children engage in conversation (verbally or non-verbally) with adults</p> <ul style="list-style-type: none"> - Children speak, nod their head, etc. when adults pause to let them respond <p>Comments:</p>						

 Collaboration	1 Never	2 Almost Never	3 Sometimes	4 Often	5 Always	N/A or Not Observable
Children share tools/materials - Children use materials and return them when done - Children do not “collect” tools that they are not using - many children touch and use the same materials at once						
Children are working together on the same project or goal - Children are actively engaged in the same play/work activity - Children are adding elements to the same project - Children take on different roles as they work together						
Facilitator invites children to work together - Facilitator suggests that children seek help from peers						
Comments:						

Anexo 6

Cuestionario para estudiantes utilizado en el estudio 2

 Pensamiento Computacional	CUESTIONARIO * ESTUDIANTES *
---	---

Objetivo: conocer la aceptación de las actividades y los recursos educativos utilizados para el aprendizaje de habilidades de pensamiento computacional y programación entre los estudiantes participantes.

1. ¿Cómo te has sentido con las actividades de aprendizaje sobre programación que has realizado en clase durante este tiempo?

 Muy mal	 Mal	 Regular	 Bien	 Muy bien
---	---	---	--	--

2. ¿Como piensas que fueron las actividades de programar los movimientos para el robot **Bee-Bot**?

 Muy Aburrido	 Aburrido	 Indiferente	 Entusiasmado	 Muy Entusiasmado
--	--	---	--	--

3. ¿Piensas que el tiempo que se utilizó para las actividades sobre programación utilizando al robot **Bee-Bot** estuvo bien?

 Totalmente en desacuerdo	 En desacuerdo	 Indiferente	 De acuerdo	 Totalmente de acuerdo
--	---	---	--	---

4. ¿Consideras que las actividades sobre programación en las que participaste, utilizando al robot **Bee-Bot** fueron muy difíciles de realizar?

 Totalmente en desacuerdo	 En desacuerdo	 Indiferente	 De acuerdo	 Totalmente de acuerdo
--	---	---	--	---

5. ¿Estarías de acuerdo en continuar utilizando al robot **Bee-Bot** para otras actividades de aprendizaje en clase?

 No	 Indiferente	 Si	 No comento
--	---	--	--

Anexo 7

Cuestionario aplicado a los profesores para terminar la aceptación de las actividades desarrolladas

Este cuestionario está dirigido a profesores de nivel infantil y tiene como objetivo **recopilar información sobre el nivel de utilidad didáctica, metodológica y satisfacción con la realización de actividades mediadas por Robótica Educativa (RE) en el aula de clases**, se realiza como parte del proyecto de investigación sobre: **Desarrollo del pensamiento computacional en Educación Infantil mediante escenarios de aprendizaje con retos de programación y robótica educativa**, del programa Doctoral Formación en la Sociedad del Conocimiento, Universidad de Salamanca.

Le solicitamos que lea cada interrogante de forma minuciosa y responda con la mayor sinceridad a cada cuestionamiento, la información que proporcionará tendrá únicamente fines educativos y de investigación, para lo cual su aporte es de gran importancia. Le agradecemos de antemano su tiempo y colaboración al ser parte de esta investigación.

La escala de valores que se utilizará para evaluar estas secciones se compone de los siguientes criterios:

1- muy en desacuerdo; 2- en desacuerdo; 3- indiferente; 4- de acuerdo; 5- muy de acuerdo.

1. Utilidad didáctica y educativa de las actividades de robótica educativa (RE) desarrolladas.

1.1	Considera que las actividades de RE realizadas contribuyen a desarrollar los objetivos curriculares del nivel educativo.....	1	2	3	4	5
1.2	Las actividades de RE desarrolladas en clase fortalecen el aprendizaje colaborativo de los estudiantes.....	1	2	3	4	5
1.3	Las actividades de RE desarrolladas permitieron la integración de los alumnos fortaleciendo el respeto, la comunicación y socialización.....	1	2	3	4	5
1.4	Mediante el desarrollo de las actividades de RE efectuadas se fortalecen la adquisición de aprendizajes significativos.....	1	2	3	4	5
1.5	Considera que las actividades de RE efectuadas son un apoyo al desarrollo creativo y crítico de los estudiantes.....	1	2	3	4	5

2. Efectividad de la Metodología con RE en el desarrollo de actividades para la enseñanza-aprendizaje.

2.1	La metodología de aprendizaje utilizada en clase mediante historias, y retos con RE contribuyen a la formación de habilidades necesarias en una sociedad cada vez más digital y tecnológica.....	1	2	3	4	5
2.2	Mediante el desarrollo de problemas con retos utilizando recursos de RE en el aula se fortalece el desarrollo del pensamiento computacional de los estudiantes.....	1	2	3	4	5
2.3	Las actividades de enseñanza-aprendizaje realizadas en clase mediante recursos de RE contribuyen a la adquisición de habilidades sobre orientación espacial y lateralidad.....	1	2	3	4	5
2.4	El fortalecimiento del pensamiento lógico-matemático se favoreció a través de la realización de retos y enigmas con recursos de RE.....	1	2	3	4	5
2.5	El desarrollo de habilidades de comunicación y trabajo en equipo de forma colaborativa se vieron afectadas positivamente mediante la realización de actividades mediadas por recursos de RE.....	1	2	3	4	5

3. Satisfacción con el recurso TIC y las actividades de robótica educativa (RE) desarrolladas en el aula.

3.1	En términos generales las actividades de RE efectuadas en clase promueven la adquisición de aprendizajes en los estudiantes.....	1	2	3	4	5
3.2	Como docente del nivel educativo considera que la RE puede favorecer el desarrollo satisfactorio de los contenidos curriculares propios del nivel.....	1	2	3	4	5
3.3	Considera que el uso del recurso de robótica educativa Bee-Bot por parte de sus alumnos fue adecuado desde una perspectiva educativa.	1	2	3	4	5
3.4	Encuentra adecuado el tiempo utilizado para la realización de las actividades de RE en el aula de clases.....	1	2	3	4	5
3.5	Estaría usted de acuerdo en continuar utilizando al Robot educativo Bee Bot como recursos educativo tecnológico en su aula de clases.....	1	2	3	4	5

4. ¿En qué medida consideras que las actividades de robótica educativa (RE) realizadas en clase han contribuido al desarrollo de las siguientes habilidades en los estudiantes?

Utiliza la escala de valores y criterios que se muestra a continuación:

1- nada; 2- poco; 3- algo; 4- bastante; 5- mucho.

1. Pensamiento lógico - matemático		1	2	3	4	5
2. Creatividad		1	2	3	4	5
3. Resolución de problemas y retos		1	2	3	4	5
4. Colaboración y trabajo en equipo		1	2	3	4	5
5. Persistencia y perseverancia hacia el logro de objetivos		1	2	3	4	5
6. Capacidad de atención y concentración		1	2	3	4	5
7. Pensamiento computacional y programación		1	2	3	4	5
8. Comunicación y respeto por la diversidad de criterios		1	2	3	4	5
9. Distribución espacial – lateralidad		1	2	3	4	5
10. Secuencias y correspondencia de acciones (causa-efecto)		1	2	3	4	5

5. ¿Considera que la formación en habilidades de programación y pensamiento computacional en los estudiantes es importante de cara a los requerimientos de la sociedad del siglo XXI?

- Si
 No

Por qué:

6. ¿Como visualizas el recurso de robótica educativa en tu aula?

- 7. Por último, señala, si lo consideras necesario, algún aspecto a mejorar en lo relacionado al uso de la robótica educativa como herramienta didáctica en el aula de clases (recurso o equipamiento técnico, metodología, horas de uso en el aula, formación propia u otros aspectos).**

Muchas Gracias por tu colaboración!