

# *Herramientas de aprendizaje de programación para usuarios con Síndrome de Down*

Jeickon Villamil Matallana y Maximiliano Paredes-Velasco<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de ciencias de la computación, arquitectura de computadores, lenguajes y sistemas informáticos, estadística e investigación operativa  
Universidad Rey Juan Carlos  
C/ Tulipán s/n, 28933 Móstoles, Madrid  
Maximiliano.Paredes@urjc.es

**Resumen:** El aprendizaje de la programación es una tarea compleja y que requiere de un gran esfuerzo por parte de los alumnos. Este aspecto se complica más aun cuando el alumno presenta algún tipo de discapacidad intelectual. Éste es el caso de alumnos con Síndrome de Down, donde el aprendizaje de conceptos básicos de programación puede suponer un auténtico reto. En este contexto es especialmente importante la utilización de herramientas o soportes adicionales que refuercen el proceso de aprendizaje y faciliten de manera explícita aspectos del mismo, como puede ser actividades prácticas, de diseño, validación de los programas que desarrollen los alumnos, etc. En este trabajo presentamos una revisión de herramientas visuales para el aprendizaje de la programación y analizamos las posibles ventajas y limitaciones que presentan su uso para el aprendizaje de la programación para alumnos que presentan Síndrome de Down. En el estudio se han analizado 21 herramientas, 7 de las cuales basan su interacción con el alumno mediante dispositivos hardware y 14 mediante interacción software. Los resultados de este análisis indican que no existen herramientas específicas de aprendizaje de la programación para este perfil de alumnos y que las herramientas disponibles analizadas no son válidas para su uso directo para este tipo de alumnos ya que requieren de una mayor interacción visual con menos texto, mayor interacción de audio y un soporte de desarrollo de actividades programación mucho más guiado y cerrado para el alumno.

**Palabras clave:** Síndrome de Down, discapacidad cognitiva, aprendizaje de la programación, programación visual.

**Abstract:** The programming learning is a complex task and that requires a great effort on the part of the students. This aspect is even more complicated when the student presents some type of intellectual disability. This is the case of students with Down Syndrome, where learning basic programming concepts can be a real challenge. In this context, it is especially important to use additional tools or supports that reinforce the process learning and explicitly provide aspects of it, such as practical activities, design, validation of the programs developed by students, etc. In this paper, we present a review of visual tools for programming learning and analyze the possible advantages and limitations of its use for programming learning for students with Down Syndrome. In the study 21 tools were analyzed, 7 of which base their interaction with the student through hardware devices and 14 through software interaction. The results of this analysis indicate that there are no specific programming learning tools for this student profile and that the available tools analyzed are not valid for direct use for this type of students since they require greater visual interaction with less text, greater audio interaction and a support of development of activities much more guided and closed programming for the student.

**Keywords:** Down syndrome, cognitive discapacity, programming learning, visual programming.

## **I. Introducción**

El aprendizaje de la programación en general se ha considerado una tarea compleja y difícil, por lo que las herramientas y recursos de apoyo adquieren gran

importancia, especialmente para aquellos que se enfrentan al aprendizaje de esta área por primera vez. Es aquí, donde las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) ofrecen nuevas herramientas en cuanto al proceso de

aprendizaje, aumentando la motivación e interés de los estudiantes. El diseño de estas herramientas puede tener una especial complejidad respecto al tipo de usuario que va dirigido estando enfocado a diferentes resultados. Este es uno de los grandes retos de la enseñanza en general y específicamente de la enseñanza en la programación. Sin embargo, pese a que este aspecto pueda suponer una dificultad, las herramientas interactivas, como por ejemplo juegos de computadores, pueden ayudar a los estudiantes en el aprendizaje en general [1,2].

Especial atención merecen en el proceso de aprendizaje las personas con discapacidad. La discapacidad cognitiva está caracterizada por limitaciones tanto en el funcionamiento intelectual como en la conducta de la persona. Un ejemplo de discapacidad cognitiva es el síndrome de Down. Las personas que padecen este síndrome manifiestan un retraso considerable en su desarrollo cognitivo [3], siendo este el rasgo más sobresaliente del síndrome.

El síndrome de Down (SD) es una alteración de origen genético provocado por una copia extra en el cromosoma 21, presentando limitaciones y ciertas características comunes en el proceso de aprendizaje, como son carencia de atención, un déficit intelectual, limitaciones de memoria a corto y largo plazo, poca concentración, facilidad de distracción, etc. [4].

Esta alteración genética produce lentitud para procesar la información, y por ende dificultad para interpretarla. El modo en que las personas con SD aprenden, juegan y se comunican es diferente, siendo un proceso más lento de lo normal. Sin embargo, tienen la memoria procedimental y operativa bien desarrollada, por lo cual, pueden desarrollar tareas secuenciales con muy buena precisión.

Actualmente existen varios estudios orientados al apoyo del proceso de aprendizaje y a la inclusión social para personas con SD o con necesidades educativas especiales, los cuales han demostrado que se puede mejorar y fortalecer el aprendizaje en estudiantes con discapacidad mediante el uso eficiente de herramientas TIC, mejorando la calidad de vida de los mismos, permitiendo que los estudiantes vayan a su propio ritmo y estilo de aprendizaje [5-9].

El objetivo de nuestro trabajo es realizar un estudio y análisis sistemático de las dificultades de aprendizaje de la programación en las personas afectadas con SD. De esta forma pretendemos establecer unas bases para la creación de nuevos escenarios de aprendizaje de la programación mediante el uso adecuado de las TIC para personas con SD. Para ello realizamos una revisión de las herramientas de aprendizaje y de entornos de programación visual existentes, con el fin de identificar las limitaciones de éstas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las personas con discapacidad con síndrome de Down.

El documento se organiza como se menciona a continuación. En la sección II se presenta una revisión sistemática del aprendizaje en las personas con SD, sus características comunes en cuanto al proceso de aprendizaje y sus necesidades educativas especiales. En la sección III se describe el método científico que hemos empleado para la revisión de herramientas. En la sección IV se detalla la revisión de las herramientas de aprendizaje para las personas con síndrome de Down y se presenta los resultados de la búsqueda realizada junto con las ventajas y limitaciones identificadas. Finalmente la sección V muestra un resumen general del estudio realizado y las conclusiones.

## **II. El aprendizaje en personas con síndrome de Down**

Como ya se ha indicado el síndrome de Down (SD) es un trastorno genético provocado por una copia extra del cromosoma 21, presentando alteraciones no solo a nivel físico sino también a nivel cognitivo, constituyendo la principal causa congénita de retraso mental.

Se han presentado más de 100 rasgos particulares asociados al síndrome. Como rasgos comunes se puede mencionar que este tipo de personas tienen una fisionomía peculiar, un grado variable de discapacidad cognitiva y retardo en el crecimiento [29]. Las personas con SD presentan características comunes en el proceso de aprendizaje: aprendizaje más lento, mala concentración, poca iniciativa, carencia de atención, mayor tiempo de respuesta, dificultad en entender instrucciones dadas, etc. Además, presenta otras particularidades como es la limitación de memoria a corto plazo, deficiencia en el cálculo aritmético y un déficit en el desarrollo del lenguaje. El signo más característico del síndrome es el retraso mental. En la actualidad aún no existe ningún tratamiento farmacológico que haya demostrado mejoría en la capacidad intelectual de las personas con el SD [29]. Sin embargo, el coeficiente intelectual, que es más bajo que la media, puede llegar a mejorarse gracias a metodologías y procesos educativos especiales. Es por ello que es importante un estudio de herramientas que estimulen el proceso de aprendizaje y el desarrollo de habilidades lógicas para una mejor inclusión en la sociedad de personas con esta discapacidad. El aprendizaje de las personas con SD mediante el uso de las TIC viene determinado por una serie de características y una metodología empleada con procesos pedagógicos en los cuales se debe realizar una serie de adaptaciones [17], estableciendo un ritmo de trabajo adecuado, apoyando su déficit cognitivo.

Las personas con SD tienen mejor aprendizaje a nivel visual y auditivo por lo que se suele emplear animaciones

como apoyo educativo en sus prácticas pedagógicas, proporcionándose sistemas de refuerzo y guías detalladas en las tareas realizadas. El uso de las tecnologías de la información y la comunicación en los métodos de enseñanza en personas con SD generan resultados positivos en el proceso de aprendizaje [7], mejorando su motivación y desarrollando su nivel de investigación, demostrado una mayor eficiencia frente a las metodologías tradicionales [16-18].

### III. Metodología empleada

En esta sección se describe el método científico que hemos empleado, basado en la metodología de revisiones sistemáticas propuestas por Bárbara Kitchenham [10] y Petticrew Mark [11]. El método se basa en las preguntas planteadas de investigación, palabras claves, fuentes de extracción de la información, proceso de búsqueda de la información (se contemplan los criterios de inclusión y exclusión), organización de la información y una metodología de análisis del contenido donde se detalla y categoriza la información seleccionada. Se describe en las siguientes secciones estos aspectos del método empleado.

#### A. Preguntas de investigación.

Se plantearon las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Qué herramientas computacionales hay para el aprendizaje de usuarios con discapacidad (síndrome de Down)?
- ¿Cuáles son los beneficios y limitaciones de las herramientas de aprendizaje en general y de los entornos de aprendizaje de programación visual para usuarios con síndrome de Down?
- ¿Las herramientas computacionales motivan a personas con discapacidad?

#### B. Palabras clave

Como primera medida se seleccionó los dominios de interés: discapacidad cognitiva, síndrome de Down y herramientas de programación visual, lo cual permitirá minimizar el sesgo que abarca el estudio, y así documentar la información encontrada. La búsqueda se basa en la identificación de unas palabras claves; en la tabla 1 se detalla la lista de palabras claves obtenidas:

#	Dominio	Palabras claves
1	Aprendizaje de la programación	Programming learning, programming OR computer science, introductory programming, learning programming
2	Programación visual	Scratch, Visual programming, game, interface.
3	Discapacidad cognitiva	Intellectual disability, Cognitive disability, special education, diversity, disabilities, didactic, innovation, formation of the teaching, Cognitive disability, self-determination.
4	Síndrome de Down	Down's Syndrome, therapies down, Trisomy 21, congenital malformation, birth defect.

5	Robótica en aprendizaje de la programación.	Robotics, Mindstorms, Fischertechnik, Handy Board, RobEd, design, creativity, learning
6	Procesos de enseñanza para usuarios con discapacidad cognitiva	Teaching process, education, Skills, teaching-learning, technological tools, cognitive impairment.
7	Extensiones de Scratch programación	Scratch, S4A, Smalltalk, Scratch language, algorithmic thinking, high school students, programing language.
8	Lenguaje de programación, orientado a objetos	Object-oriented, POO, modeling and design.
9	Innovación, Sociedad, TIC	Innovation, society, ICT
10	Software de animación para personas con síndrome de Down	Game based learning, computational thinking, Down's software
11	Herramientas de aprendizaje para Down	Learning tools Down's Syndrome.

Tabla 1. Términos de búsqueda

Como se puede ver en la Tabla 1 se han incluido algunos dominios que no tienen una fuerte relación con el objeto de estudio pero que hemos incluido porque pensamos que un estudio de los mismos puede realizar aportaciones a nuestro trabajo. Este es el caso de los dominios de la robótica y de los videojuegos. Muchas herramientas de aprendizaje de programación visual tienen un uso en ambientes de aplicación robótica. Este tipo de entorno puede ser interesante para el aprendizaje con personas SD dado que el alumno puede interactuar de manera física con el programa que construye mediante dispositivo, realizando el proceso de aprendizaje más didáctico y funcional, facilitando la enseñanza de contenidos curriculares [29]. Similar es el caso de la programación de videojuegos en bloques, ya que permiten crear animaciones (tipo Scratch) las cuales se pueden convertir en juegos, siendo el proceso interactivo y atractivo [1] para usuarios con síndrome de Down.

#### C. Fuentes de información

Las fuentes de información se limitaron en primera instancia a fuentes de *motores de búsquedas científicas* (Tabla 2) y a revistas especializadas de usuarios con discapacidad cognitiva. Los motores fueron:

Fuentes	Url
Ieee xplore digital library <sup>7</sup>	<a href="http://ieeexplore.ieee.org/">Http://ieeexplore.ieee.org/</a>
Scopus library	<a href="https://www.scopus.com">Https://www.scopus.com</a>
Sciencedirect library	<a href="http://www.sciencedirect.com">Http://www.sciencedirect.com</a>
Springer <sup>8</sup>	<a href="http://www.springer.com/la/">Http://www.springer.com/la/</a>
Acm digital library <sup>9</sup>	<a href="http://dl.acm.org/">Http://dl.acm.org/</a>
SciELO - Scientific electronic library online	<a href="http://www.scielo.org/php/index.php?lang=es">http://www.scielo.org/php/index.php?lang=es</a>
Redalyc Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal.	<a href="http://www.redalyc.org/">http://www.redalyc.org/</a>

Tabla 2. Fuentes de información motores búsquedas científicas

Asimismo, se realizó búsquedas con el motor de Google Académico siendo los idiomas elegidos el español e inglés. Otras fuentes de información (revistas, noticias, blogs, etc.) utilizadas en la revisión sistemática de literatura son mostradas en la Tabla 3.

Otras fuentes de información	Contacto
Revista médica internacional sobre el síndrome de Down	<a href="http://down.elsevier.es/">http://down.elsevier.es/</a>
Revista virtual canal down21	<a href="http://www.down21.org/web_n/index.php?option=com_content&amp;view=section&amp;id=207&amp;Itemid=169">http://www.down21.org/web_n/index.php?option=com_content&amp;view=section&amp;id=207&amp;Itemid=169</a>
Newsletter	<a href="http://www.sindromedown.info/">http://www.sindromedown.info/</a>
Blog del national down syndrome congress	<a href="http://www.ndscenter.org/en-espanol/">http://www.ndscenter.org/en-espanol/</a>
Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva	<a href="http://www.rinace.net/rlei/rlei_home.html">http://www.rinace.net/rlei/rlei_home.html</a>
Revista síndrome de Down	<a href="http://www.downcantabria.com/revista.html">http://www.downcantabria.com/revista.html</a>
Revista Síndrome de Down vida adulta	<a href="http://www.sindromedownvidaadulto.org">http://www.sindromedownvidaadulto.org</a>

Tabla 3. Otras fuentes de información

Además se realizó búsquedas de estudios y avances desarrollados por sociedades o empresas cuyo público objetivo son las personas con síndrome de Down (Tabla 4):

Sociedad	Descripción	Url
Fundación ASDOWN Colombia	Es una sociedad conformada por padres de familia cuyo objetivo es mejorar la calidad de vida de las personas con síndrome de Down, para dar a conocer lo relacionado a esto en temas de sensibilización.	<a href="http://www.asdown.org">www.asdown.org</a>
Fundación Mauricio Garrigou	Es una fundación constituida en el año 2012, cuyo objetivo es brindar procesos educativos de alta calidad a personas con el síndrome de Down. Está ubicada en Madrid y realiza constantes investigaciones en el desarrollo de nuevas aplicaciones informáticas y herramientas de última tecnología orientadas a facilitar el aprendizaje en personas con discapacidad cognitiva (síndrome de Down).	<a href="http://fundaciongarrigou.org/datos-de-contacto/">http://fundaciongarrigou.org/datos-de-contacto/</a>
Global Down Syndrome Foundation	Global Down Syndrome Foundation es una organización con sede en Denver Estados Unidos dedicada a mejorar la calidad de vida de las personas con síndrome de Down mediante la investigación, la asistencia médica y la educación. El objetivo principal es apoyar al Instituto Linda Crnic Institute for Down Syndrome, exclusivamente en proyectos de investigación en la educación y la atención médica para las personas con la discapacidad.	<a href="http://www.globaldownsyndrome.org/our-story/about-gdsf/">http://www.globaldownsyndrome.org/our-story/about-gdsf/</a>

Tabla 4. Sociedades Down como fuente de información

#### D. Criterios del proceso de búsqueda y organización de la información

El proceso de búsqueda de información que se realiza consiste en una investigación de literatura que permita encontrar estudios relacionados con aprendizaje en general y específicamente aprendizaje de la programación, todo ello bajo el enfoque de aprendizaje con SD. La primera cadena de búsqueda se realiza basada en las palabras claves enunciadas anteriormente (subsección B de la sección 3). Se establecieron criterios de inclusión y exclusión para determinar los artículos más relevantes dado la cantidad de información que se maneja. Estos criterios son los siguientes:

- 1) Se delimita la búsqueda definiendo un intervalo temporal de publicación. En este caso entre los años 1960 al 2017, con el objetivo de identificar los inicios y las últimas metodologías empleadas en las herramientas de apoyo en el aprendizaje.
- 2) Que el resumen del artículo haga referencia a *aprendizaje* ya sea en programación o de otra área del conocimiento que desarrolle habilidades en los usuarios con SD.
- 3) Que incluyan desarrollo tecnológico.
- 4) Se incluyeron las producciones científicas como artículos de conferencia, artículos de revista, congresos.
- 5) Se excluyeron documentos por no tener acceso al texto completo.
- 6) Se excluyeron documentos de literatura informal.

#### E. Metodología de Análisis de la información

Una vez identificados los documentos principales, y organizados por relevancia, se realiza un análisis detallado de los artículos que están directamente relacionados con las ideas más importantes y preguntas de investigación.

Para un adecuado análisis de la información se realizó una base de datos en un documento de Excel con las *herramientas de aprendizaje para usuarios con SD* y un fichero con los *Entornos y/o herramientas de programación visual para el aprendizaje de la programación* con el fin de enumerar y categorizar la información. Los datos obtenidos se organizaron de acuerdo a los siguientes campos: “Nombre de la herramienta/entorno”, “características de la herramienta”, “ventajas”, “desventajas”, “tecnología de desarrollo”, “público objetivo”, “nombre del artículo”, “fecha”, “enlace web de consulta”, “aplica aprendizaje colaborativo (si/no)”, “¿herramienta evaluada en usuarios finales?”, “¿metodología de evaluación en los usuarios finales (test, entrevistas, métodos científicos)?” y “crítica u observación personal”. Es importante resaltar que los campos de ventajas y desventajas son analizados tanto a nivel general para usuarios sin discapacidad como para personas con el síndrome de Down. Finalmente se añade un campo crítica u observación personal como conclusión de la revisión

parcial.

Adicionalmente se realizó una clasificación por dos grandes grupos:

- Herramientas de programación visual: son herramientas que se centran principalmente en interacción con el PC.
- Herramientas con dispositivos hardware: son herramientas que centran la interacción mediante dispositivos externos al PC como robots, sensores, actuadores, etc.

Hay que precisar que puede haber herramientas del primer grupo (herramientas con interacción principalmente software) que admiten algunas funcionalidades adicionales presentes en las del segundo grupo (interacción principal con dispositivos), sin embargo, se clasifican como herramientas de programación visual por estar centrada su interacción principalmente con el software y PC, aunque pueda presentar una interacción menor con dispositivos hardware.

El primer grupo, herramientas de programación visual, hace referencia a aquellos entornos de programación visual que utilizan interfaces gráficas e intuitivas los cuales permiten crear historias y juegos a partir de bloques de colores y que estimulan el razonamiento lógico; se caracterizan por ser sencillos de entender y utilizar. El segundo grupo, herramientas con dispositivos hardware, hace referencia a los entornos de programación visual con conexión e interacción con hardware; generalmente se utilizan robot u objetos los cuales permiten “materializar” de manera física las ideas que implementan en los programas diseñados, realizando el proceso de aprendizaje más didáctico.

#### 4. Herramientas estudiadas

Uno de los grandes beneficios de las aplicaciones tecnológicas es la manera en que se puede brindar igualdad de condiciones a las personas que tienen necesidades educativas especiales, diseñándose varios productos, estudios y soluciones orientadas a sus necesidades particulares. Los educadores combinan su experiencia con estas aplicaciones tecnológicas con el fin de proveer a las personas con discapacidad intelectual experiencias fundamentales en el proceso del aprendizaje.

Se han desarrollado diversos estudios, diseños e implementaciones de apoyo dirigidos a personas con síndrome de Down. Hay trabajos que han creado entornos interactivos donde los niños con discapacidad intelectual pueden reforzar sus conocimientos, con el objetivo de estimular las destrezas cognitivas, motrices y auditivas [13,20-26]. Estas herramientas utilizan generalmente principios metodológicos que permiten un mejor aprendizaje y el fortalecimiento de habilidades en personas con condiciones especiales. Adicionalmente, se han

desarrollado sistemas tutores inteligentes enfocados a la inclusión laboral de personas con síndrome de Down. Consiste en sistemas que buscan adaptarse al usuario para así minimizar los efectos de la discapacidad, aumentando no solo su desempeño laboral sino también la seguridad y salud en el trabajo. Estos tutores realizan un análisis emocional para facilitar el uso a las personas Down utilizando técnicas de inteligencia artificial y estrategias diseñadas en el proceso de aprendizaje, mejorando la integración de la vida laboral y cotidiana de las personas con el síndrome [14, 30, 31].

Otros trabajos relacionados que se han encontrado en la búsqueda que se ha realizado son proyectos de investigación que se han desarrollado sobre el tema de trabajo. Algunos de estos proyectos están orientados al aprendizaje de las matemáticas para las personas con déficit de atención SD Y NEE (Necesidades Educativas Especiales) [15,19]. El proyecto *Divermates* [15] utiliza interfaces accesibles y pizarras digitales en la solución de problemas para los estudiantes con la discapacidad de déficit de atención, guardando un historial de los avances y tareas realizadas, con un sistema de diagnóstico de errores basado en técnicas de minería de datos para su detección y clasificación, generando ayudas adaptadas para el estudiante con discapacidad.

Adicionalmente, algunos países han puesto en marcha una serie de proyectos y programas con el objetivo de fomentar la investigación y el desarrollo en la discapacidad. Tal es el caso de los programas Marco de la Unión Europea<sup>1</sup>, el horizonte 2020<sup>2</sup>, el Plan de fomento de la investigación científica y técnica (PROFIT)<sup>3</sup> y el Programa Conectar Igualdad<sup>4</sup>. Estos proyectos están orientados al apoyo en actividades de investigación y desarrollo tecnológico, los cuales contribuyen a abordar los principales retos sociales y en un caso específico a la inclusión digital para personas

<sup>1</sup>El programa Marco de la unión europea sobre investigación y desarrollo tecnológico –2003 al 2006– (Unión Europea, 2003) es un proyecto cuyo fin fue crear materiales tecnológicos adaptados a las exigencias de las personas con discapacidad (<http://www.idi.mineco.gob.es/portal/site/micinn/menuitem.26172fcf4eb029fa6ec7da6901432ea0/?vgnextoid=6351579ecc1c1410vgnvcm1000001d04140arcrd>).

<sup>2</sup> horizonte 2020 es un programa que financia proyectos de investigación e innovación de diversas áreas, algunas temáticas orientadas a la discapacidad, educación, aprendizaje e inclusión social (<http://www.eshorizonte2020.es/>).

<sup>3</sup> Iniciativa desde la cual se ofrecen oportunidades de acceso a internet, accesibilidad y alfabetización informática adaptado a las personas con discapacidad. (<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2001-21163>.)

<sup>4</sup> El Programa Conectar Igualdad (Argentina, 2010) desarrollado como política de inclusión digital, busca garantizar el acceso de todos los estudiantes a los mejores recursos tecnológicos en las escuelas de enseñanza secundaria, de educación especial y de formación docente en toda Argentina (<https://www.educ.ar/recursos/109123/conectar-igualdad-en-la-modalidad-educacion-especial>).

con discapacidad, adaptando tecnologías con proyectos de investigación e innovación.

En consecuencia, tras el estudio realizado de estas herramientas y fuentes relacionadas con la discapacidad intelectual, hemos podido observar que las aplicaciones orientadas a suplir necesidades en las personas con SD mediante el uso de las TIC intentan estructurar los procesos mentales de los usuarios discapacitados, generándoles nuevos espacios de comunicación, permitiendo adicionalmente realizar tareas colaborativas con otras personas y desarrollando actividades con el objetivo de incorporar al usuario a una vida normal.

Las herramientas de programación visual tienen como objetivo apoyar el proceso de aprendizaje de la programación por medio de representaciones gráficas, siendo generalmente de fácil uso y orientadas a mejorar el conocimiento y habilidades en la programación [33]; ofrecen diferentes alternativas y modalidades de aprendizaje desde conceptos básicos de lenguajes de alto nivel, resolución de problemas, la creación de juegos hasta el desarrollo de programas complejos y escenarios 3D. En este apartado se han analizado una serie de herramientas de aprendizaje de la programación de propósito general. Sobre estas herramientas se describe las características y posibles ventajas y limitaciones que puedan tener en usabilidad para personas con el síndrome de Down. Estas herramientas se han clasificado en los dos grandes grupos que se han indicado en la sección 3.F.

En la tabla 5 se observa las herramientas de aprendizaje de programación analizadas estructuras en los dos grupos de clasificación.

Herramientas de programación visual: son herramientas que se centran en una interacción con el PC.	Herramientas con dispositivos hardware (robots, sensores, actuadores, etc).
Scratch Alice Blockly Greenfoot Logo Robot karel20 Jkarel robot PLM (the programmer's learning machine) Piktomir Starlogo Starlogoblocks Etoys EDApplets Turtle blocks	Mindstorms lego Program your robot: a serious game Labview Robot scribbler Minibloq y robotgroup Physical etoys Turingal

Tabla 5. Clasificación de Herramientas de programación visual.

#### 4.A Herramientas de programación visual

Las características principales que presentan este grupo de herramientas son las siguientes. Utilizan interfaces muy

intuitivas y gráficas. Existe una serie de recursos en el entorno basados en texto, objetos, personajes, sonido y gráficos. Proporcionan una interacción de los objetos y los personajes para realizar tareas específicas con una visualización de los ejercicios al instante.

Estas herramientas generalmente utilizan lenguajes de programación de iniciación, que permite a niños de entre 5 y 16 años crear sus propias historias y juegos interactivos a partir de bloques de colores (por ejemplo, Scratch [35] o Alice [36]), y se caracterizan por ser sencillos de entender y de utilizar.

En la figura 1 se muestra la interfaz grafica de usuario de Scratch. Esta herramienta es una de las más utilizadas en el aprendizaje de la programación visual en niños. Posibilita el análisis de diferentes soluciones lógicas y algorítmicas, estructurando el pensamiento de las personas que se están iniciando en el mundo de la programación. Para los usuarios resulta bastante fácil personalizar sus proyectos de Scratch con archivos multimedia. Se destaca lo creativo, e intuitivo que es su uso.



Figura 1. Scratch

Alice (Figura 2) es un lenguaje de programación visual que permite crear animaciones los cuales se pueden convertir en juegos, lo que lo hace muy interactivo. La diferencia que presenta con Scratch es que soporta el uso de 3D.



Figura 2. Alice

Otras herramientas tienen un público objeto más avanzado, desde jóvenes adolescentes hasta estudiantes universitarios (PLM [47], Starlogoblocks [51], EDApplets [37] y Greenfoot [46]). Por ejemplo, Greenfoot (figura 3) es una herramienta de programación visual que se presenta como un mundo virtual 2D. Como característica principal requiere de la introducción de código Java a un nivel básico, permitiendo una programación visual y el aprendizaje de los conceptos fundamentales de programación orientada a objetos. Está dirigido a un público objetivo de estudiantes alrededor de 14 años de edad, siendo utilizado también para la educación universitaria. El entorno de esta herramienta trae consigo escenarios de enseñanza preparados para las primeras etapas del aprendizaje. Después de un tiempo de uso de la herramienta, los estudiantes podrán diseñar y desarrollar nuevos escenarios desde cero, sin necesidad de un apoyo inicial, lo cual es muy interesante ya que en base a esto se puede evaluar el progreso del estudiante.

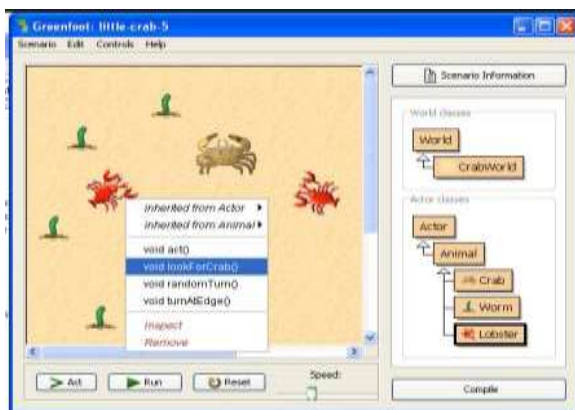


Figura 3. Greenfoot

La mayoría de las herramientas de este grupo facilitan el uso de operaciones aritméticas y lógicas y utilizan metáforas. Por ejemplo, la metáfora de un robot para el tratamiento de acciones básicas de movimientos (Robot karel20, Jkarel robot [32]), la metáfora de tortuga (Turtle blocks [53]), la metáfora de un automóvil (Etoys [53]), un gato (Scratch [35]). También incluyen manejo de datos ambientales como la luminosidad, temperatura, presencia de campo magnético, etc., este es el caso de PLM [47], PiktoMir [49] y Starlogoblocks [51]. Una característica a destacar es la presentada por la herramienta JKarel Robot. Esta herramienta proporciona un entorno de programación visual basado en la taxonomía de Bloom, que cumple tres dimensiones de la educación propuesta por Benjamin Bloom [34]:

- ✓ Dimensión afectiva
- ✓ Dimensión psicomotora
- ✓ Dimensión cognitiva.

Esta herramienta utiliza la *taxonomía de Bloom* para clasificar objetivos de aprendizaje de acuerdo a ciertos niveles de complejidad.

Como ya se ha indicado, algunas herramientas están destinadas a usuarios de mayor edad que la de los niños, como por ejemplo usuarios adolescentes. Este es el caso de PLM [47], que está destinado a estudiantes en entornos autónomos o semiautónomos, utilizando un entorno gráfico integrado que proporciona retroalimentación en cada ejercicio. Además, permite visualizar la ejecución de código pasó a paso de diferentes lenguajes de programación. (Figura 4).

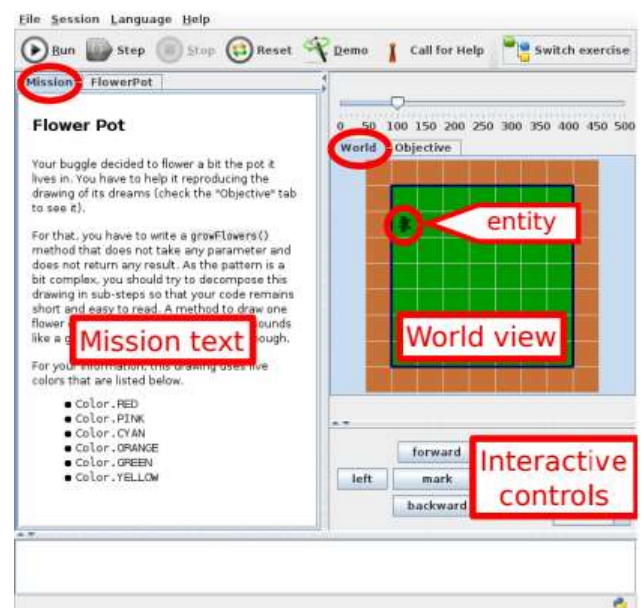


Figura 4. PLM (The Programmer's Learning Machine)

La herramienta StarLogo [50] (Figura 5) está diseñada para ayudar a los estudiantes (así como a investigadores) a desarrollar nuevas formas de pensar y entender los sistemas descentralizados. Es una extensión del lenguaje de programación de Logo [42]. Utiliza una tortuga para representar casi cualquier tipo de objeto: una hormiga en una colonia, un automóvil y el tráfico de una ciudad, una célula en el cuerpo humano, una molécula, etc., todo ello con el objetivo de controlar sistemas complejos, lo cual requiere unos prerrequisitos y habilidades intelectuales para su uso. Para las personas con SD sería complejo su uso directamente.



Figura 5. StarLogo

PiktoMir [49] es un entorno de programación gráfico que permite a los niños programar el comportamiento de un robot virtual usando pictogramas. Con ello los niños aprenden los conceptos fundamentales de programación. La herramienta está orientada principalmente a preescolares.

Las ventajas que se han identificado en este tipo de herramientas son las siguientes. En el aprendizaje de la programación en general se destaca lo creativo y la posibilidad de plantear un proyecto base sobre el que luego se puede ir avanzando, con fases incrementales. Desde la perspectiva pedagógica, estas herramientas desarrollan los conceptos más importantes de programación, generando procesos pedagógicos más eficientes gracias al uso adecuado de las TIC, facilitando la interacción con el estudiante. Adicionalmente, varias herramientas (Scratch, Alice, Blockly, Greenfoot, Jkarel Robot, PLM, Etoys, Turtle Blocks, StarLogoBlocks) cuentan con comunidad online, permitiendo conocer e interactuar con muchas personas de diferentes lugares del mundo, validando diferentes puntos de vista, constituyendo esto un apoyo para el aprendizaje, con información útil para aquellos que quieran iniciarse en el uso de la correspondiente herramienta.

Poniendo el foco en el aprendizaje de personas con síndrome de Down, este tipo de herramientas pueden presentar ventajas. Pueden llegar a resultar muy intuitivas gracias al concepto visual que manejan (metáfora de gato, tortuga, etc.), lo cual es de gran utilidad para el aprendizaje de niños con discapacidad SD. Además, incluyen variedad de gráficos, animación y sonido, lo cual facilita el proceso de aprendizaje y motivación del estudiante Down.

JKarel es beneficiosa para el aprendizaje de alumno Down por ser una herramienta que estructura y guía el proceso de aprendizaje en base al nivel del estudiante por la Taxonomía de Bloom, con lo cual permite clasificar objetivos de aprendizaje de acuerdo a diferentes niveles de complejidad, proporcionado un mecanismo para diseñar

actividades cognitivamente apropiadas.

Es de resaltar que Blockly [41] (Figura 6) está orientada principalmente a niños e incluye rompecabezas, puzzles, laberintos y juegos a nivel infantil para su interacción, lo cual resulta muy útil para los niños con síndrome de Down, ya que se trabaja con movimientos sencillos de aprender y manejar los conceptos más básicos de programación.



Figura 6. Blockly

Herramientas como Logo [42] y Starlogo [50] manejan conceptos de diferentes áreas, ya sea ciencias sociales, lenguaje, música, matemáticas, etc., lo cual amplía los campos de interés en el aprendizaje de la programación. Específicamente para los niños con síndrome de Down es beneficioso el interactuar en áreas como el lenguaje y la música, permitiendo que se desarrollen y mejoren de forma progresiva.

En cuanto a las limitaciones asociadas a las herramientas de este grupo observamos que en muchos casos conllevan el uso de un lenguaje textual en etapas iniciales del aprendizaje, con el objeto de tratar conocimientos básicos en Java u otro lenguaje de programación [32], trayendo consigo un mínimo inevitable de complejidad. Esto genera unos prerrequisitos mínimos para usar la herramienta en estas etapas iniciales, que en el caso de las personas con SD requeriría conocimientos básicos en lenguajes de programación y un nivel mínimo de madurez y pensamiento lógico alcanzado, los cuales normalmente no están presentes en este perfil de estudiantes. En definitiva, estas herramientas no incorporan modelos pedagógicos orientados a la discapacidad, además de ser necesario establecer objetivos claramente definidos y nuevas técnicas con niveles incrementales de dificultad que faciliten el aprendizaje para personas con SD.

#### 4.B Herramientas con dispositivos hardware

Este tipo de herramientas contienen variedad de kits educativos orientados especialmente a robótica e instrumentación que posibilitan la conexión con objetos del mundo real, es decir, interacción con elementos donde se podrán medir valores del entorno ambiental del alumno y realizar acciones a nivel de hardware sobre ese entorno. Están orientados a mejorar las habilidades para resolver problemas en los estudiantes, siguiendo la filosofía de armar y construir objetos uniendo bloques conectables.

La ventaja que se ha identificado en estas herramientas



para los estudiantes con SD es que la conexión software-hardware resulta muy interesante ya que pueden “materializar” de manera física las ideas que implementan en los programas. Esto es especialmente significativo en las herramientas que utilizan robots ya que pueden ser altamente significativos en el contexto educativo de SD. El robot es un juguete que hace que la programación sea muy divertida y atractiva, igualándola a un juego interactivo. Los elementos interactivos ampliados con efectos sonoros como música son un buen aliado para los niños con discapacidad cognitiva SD.

En cuanto a las limitaciones que se han observado en este tipo de herramientas, es que generalmente necesitan unas bases mínimas de conceptos de programación, además que se debe contar con una estructuración y lógica en el pensamiento del usuario para su utilización. Estas características no las hacen viable para las personas con síndrome de Down.

Otra limitación identificada es que este tipo de herramientas utilizan objetos físicos (piezas pequeñas de robot, conectores, etc.), algunas de ellas muy pequeñas. Esto puede tener alto riesgo para usuarios con niños en general y en particular niños con síndrome de Down ya que tienen tendencia a llevarse a la boca cualquier objeto que llame su atención, existiendo un enorme riesgo de atragantamiento.

Actualmente las plataformas robóticas están siendo desarrolladas para ser compañeros interactivos de juego, no solamente para los niños sino para aquellos que tienen discapacidades cognitivas [28]. Diversos estudios han demostrado que los sistemas robóticos pueden ser altamente utilizados como entornos de aprendizaje con niños con discapacidad como niños autistas (Baker, 1998; Cruz & Salazar, 2014). Un exponente claro en este sentido es el proyecto Aurora (LEGO terapia) que busca una inclusión social de niños con autismo. El proyecto demuestra que las plataformas robóticas son un método interesante para interactuar con los niños con discapacidad cognitiva [28].

## 5. Conclusiones

En este trabajo se ha presentado una búsqueda y revisión de herramientas de apoyo al aprendizaje de los conceptos básicos de programación para estudiantes con síndrome de Down. La primera conclusión que extraemos es que no hay soportes ni herramientas de aprendizaje de conceptos de programación específicas para estudiantes Down, identificándose así una interesante línea de trabajo e investigación a desarrollar por la comunidad científica. En consecuencia, se decidió orientar el estudio y análisis a herramientas de aprendizaje de programación visuales y analizar las posibilidades que éstas pueden presentar para aplicarse con alumnos con Down.

Con este estudio llegamos a la conclusión que, en este tipo

de herramientas, el uso de metáforas gráficas y el tratamiento de gráficos, animación y sonido, que hacen las mismas, pueden facilitar el proceso de aprendizaje y motivación del estudiante Down. Sin embargo, hemos identificado limitaciones que no las hacen aplicable su uso directamente como, por ejemplo, que realizan un excesivo uso de texto en algunas etapas iniciales de aprendizaje ya que utilizan algunas expresiones textuales de lenguajes de programación. Estas expresiones textuales son estructuras de información complejas para alumnos Down, los cuales manejan con mayor facilidad información visual en modo gráfico o en audio. Otras herramientas que hemos analizado realizan un uso de dispositivos hardware, como son los robots. Este tipo de herramientas pueden ser peligrosas para alumnos Down ya que pueden ser perniciosas para la salud del mismo (se pueden producir ingestas accidentales de algunas de sus piezas).

También hemos llegado a la conclusión que es fundamental que sea el profesor y los departamentos de orientación o apoyo educativo quienes generen, participen y planifiquen el proceso de aprendizaje para alumnos Down considerando la experiencia pedagógica del docente en las personas con discapacidad cognitiva, con objetivos claramente definidos, estableciendo prácticas y procesos pedagógicos para las personas con SD, lo que obliga a introducir nuevos métodos pedagógicos y nuevas técnicas educativas que faciliten el aprendizaje para personas con la discapacidad. Una técnica muy beneficiosa puede ser el uso de juegos en el proceso de aprendizaje. Para los niños en general, el juego es la manera más natural de aprender. Sería interesante realizar juegos dirigidos específicamente a los niños con síndrome de Down, no solo a nivel visual, sino también incorporando dispositivos hardware de interacción.

## Agradecimientos

Este trabajo se ha financiado con los proyectos de investigación TIN2015-66731-C2-1-R del Ministerio de Economía y Competitividad, S2013/ICE-2715 de la Comunidad Autónoma de Madrid, y 30VCP1G115 de la Universidad Rey Juan Carlos.

## Referencias

- [1] Klawe, M. (1994). The educational potential of electronic games and the EGEMS project. *En T. Ottam, I. Tomek (Eds). Proc of ED-MEDIA 94: World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia. Charlottesville, VA:AAACE.*
- [2] Sedighian, K., Sedighian, A. S. (1996). Can Educational Computer Games Help Educators Learn About the Psychology of Learning Mathematics in Children?. *18th Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Florida, USA.*

- [3] Lister, CM., Leach, C, & O'Neill, J. (1988). Similarity and difference in the cognitive development of Down's syndrome, other retarded, and non-retarded children. *Early Child Development & Care*, 41, 49-63.
- [4] Flórez, J. (2011). Causas de la disfunción cognitiva en el síndrome de Down. *Fundación Síndrome de Down de Cantabria Santander*. 11-12 de noviembre de 2011.
- [5] Pascuas, Y. Vargas, E. y Saenz, M. (2015). Tecnologías de la información y las comunicaciones para personas con necesidades educativas especiales. *Entramado*, vol. 11, núm. 2, julio-diciembre, 2015, pp. 240-248. *Universidad Libre. Cali, Colombia*.
- [6] Calero, M. (2010). Habilidades cognitivas, conducta potencial de aprendizaje en preescolares con síndrome de Down. *Electronic journal of research in educational psychology*.
- [7] Ortega, J. Gómez, C. (2007). Nuevas tecnologías y aprendizaje matemático en niños con síndrome de Down: generalización para la autonomía. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, núm. 29, enero, pp. 59-72 *Universidad de Sevilla Sevilla, España*.
- [8] Morales, E. (2010). "El Uso de los videojuegos como recurso de aprendizaje en la educación primaria y Teoría de la Comunicación", *Diálogos de la comunicación*, número 80, pp. 7.
- [9] García, R. (2007). Trazado del aprendizaje de las reglas de un juego de ingenio por parte de niños con síndrome de Down. *Revista iberoamericana de tecnología en educación y educación en tecnología*, 39.
- [10] Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. Keele, UK, Keele Univ. vol. 33, no. TR/SE-0401, p. 28.
- [11] Petticrew, M., Roberts, H. (2005). *Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide*, Blackwell Publishing.
- [12] Lozano, P., Guerrero, B., Gordillo, W. (2016). Scratch y Makey Makey: herramientas para fomentar habilidades del pensamiento de orden superior. *Revista Redes de Ingeniería*, 7(1), 16-23. Doi: 10.14483/udistrital.jour.redes.2016.1.a04
- [13] Plata, W. and Ochoa, X. (n.d.). Análisis, diseño e implementación de una aplicación que sirva de apoyo en el proceso de enseñanza - aprendizaje dirigido a niños especiales. Centro de estudios e investigación estadística, Escuela superior técnica del litoral – ESPOL (Guayaquil, Ecuador).
- [14] Deipiña, k., Zulueta, Peñagarikano, M. y Bordel, G. y otros. (n.d.). Sistema tutor inteligente (STI) para la integración laboral de trabajadores con síndrome de Down. Fundación leia. [Online] disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/228539220\\_sistema\\_tutor\\_inteligente\\_sti\\_para\\_la\\_integracion\\_laboral\\_de\\_trabajadores\\_con\\_sindrome\\_de\\_down](https://www.researchgate.net/publication/228539220_sistema_tutor_inteligente_sti_para_la_integracion_laboral_de_trabajadores_con_sindrome_de_down) [accedido jun. 2017].
- [15] González, C., Guerra, d., Sanabria, H., Noda, M., Bruno, A. and Moreno, L. (n.d.). Learning Mathematics in the Diversity: Play wit Divermates. Escuela Superior de Ingeniería Informática, Universidad de La Laguna. España (2017)
- [16] RUÍZ, S. (2014). Las tecnologías de la información y la comunicación en los procesos de inclusión digital en niñas con síndrome de Down. Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana.
- [17] Pazos González, M., Raposo Rivas, M. y Martínez Figuera, E. (2017). Las TIC en la educación de las personas con Síndrome de Down: un estudio bibliométrico. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 11(2015), ISSN: 1853-6530.
- [18] Ortega, J., y Gómez, C. (2004). El multimedia en el aprendizaje de las matemáticas en niños con Síndrome de Down. Congreso Internacional sobre educación y tecnologías de la información y la comunicación. Barcelona: EDUTEC.
- [19] Tangarife Chalarca, D. y Jaramillo Garzón, J. (2015). Diseño de una aplicación para enseñar las operaciones básicas de las matemáticas a personas con Síndrome de Down. Master En Software Libre. Universitat Oberta de Catalunya.
- [20] Bautista, J. y Ochoa, M. (2010). HugoSlides. Apoyo a la lectoescritura en el móvil. 25 Años de Integración Escolar en España: Tecnología e Inclusión en el ámbito educativo, laboral y comunitario. Murcia: Consejería de Educación, Formación y Empleo.
- [21] Talavera Pereira, R. and Quintero Castellano, M. (2013). Agente Interfaz para Jóvenes con Síndrome de Down. Universidad del Zulia, Núcleo Punto Fijo. Estado Falcón., [online] (71), pp.57 - 69 ISSN 1012-1587. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31030401004> [accedido Abril 2017].
- [22] Teran Bolaños, J. and Yugcha, M. (2009). Desarrollo de una aplicación para aprendizaje y reconocimiento de lenguaje escrito para niños con síndrome de Down. Licenciatura. Escuela Politécnica Nacional.
- [23] Martín, D. and Brito, P. (2016). Estudio sobre la interacción de niños con síndrome de Down con materiales educativos digitales utilizando la técnica de Eyetracking. Universidad de La Laguna.
- [24] Guachamin, C. and Novoa, D. (2014). Desarrollar una aplicación bajo entorno web para el aprendizaje y reconocimiento de lenguaje escrito para niños con síndrome de Down. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito.
- [25] Fernández, A. Rodríguez, M. (2010). Dispositivos móviles iPod touch y iPad para Aprendizaje en Educación Especial. Tecnología e Inclusión en el ámbito educativo, laboral y comunitario. Murcia: Consejería de Educación, Formación y Empleo
- [26] Cortés, M., Guerrero, A., Zapata, J., Villegas, M. and Gaona, A. (2013). Estudio de la Usabilidad en Aplicaciones Utilizadas por Niños con Síndrome de Down. PARADIGMA – Revista Electrónica en Construcción de Software, [online] Vol. 7(3), ISSN: 2011-0065.
- [27] Baker, M. Koegel, R. & Koegel, L. (1998). Increasing the social behavior of young children with autism using their obsessive behaviors. *The Journal of the Association for Persons with Severe Handicaps*. 23. p.300–308.
- [28] Cruz, J. Salazar, Y. (2014). Aplicación robótica para realizar terapias en niños con autismo. 12th Latin American and

- Caribbean Conference for Engineering and Technology. Guayaquil, Ecuador. July 22-24, 2014. Disponible en: <http://www.laccei.org/LACCEI2014Guayaquil/RefereedPapers/RP026.pdf>
- [29] Hernández, D. (2016). Interfaz de programación visual como herramienta educativa para el desarrollo de competencias en ciencia y tecnología por parte de niños, jóvenes y educadores. Ingeniería Electrónica. Universidad Pontificia Bolivariana Escuela de Ingenierías.
- [30] Cordeu Cuccia, C. (2008). Reflexiones en torno a la inclusión socio-comunitaria de personas con discapacidad intelectual escuchando la voz de sus protagonistas. Grado de Magíster en Psicología. Universidad de Chile.
- [31] Down España. (2016). DOWN ESPAÑA y Fundación Vodafone España impulsan el proyecto de formación en nuevas tecnologías para la inserción laboral más ambicioso de nuestro país.
- [32] Leeman, R. y Glass, D. (2007). Teaching Java with robots and artificial life. *Innovation in Teaching and Learning in Information and Computer Science*. vol. 6, pp. 23-34.
- [33] Guerrero, M. Guamán, D. S. Caiza, J. (2015). Revisión de Herramientas de Apoyo en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de Programación. *Revista Politécnica-Febrero 2015*, Vol. 35, No. 1.
- [34] Krathwohl, D. R. (2002) A Revision of Bloom's Taxonomy. (PDF) in *Theory into Practice*. V 41. #4. Ohio State University.
- [35] Vidal, Cristian L, Cabezas, Carlos, Parra, José H, & López, Leopoldo P. (2015). Practical Experiences for Using the Programming Language Scratch to Develop Algorithmic Thinking of Students in Chile. *Formación universitaria*, 8(4), 23-32.
- [36] Aktunc, O. (2013). A Teaching Methodology for Introductory Programming Courses using Alice, Vol.3, Issue.1, pp-350-353.
- [37] Almeida, F., Blanco, V., y Moreno, L. EDApplets: Una Herramienta Web para la Enseñanza de Estructuras de datos y Técnicas Algorítmicas. Departamento de estadística, I. O. y Computación, Universidad de La Laguna 38206 Tenerife
- [38] Passadore, N. Parra, G. Castillo, R. (2006). Programación de robots físicos mediante interfaces visuales. VIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. ISBN: 950-9474-35-5
- [39] Kazimoglu, C., Kiernan, M., Bacon L., y Mackinnon L. (2012). A serious game for developing computational thinking and learning introductory computer programming. *ScienceDirect*.
- [40] Dumitrescu, C., Olteanu, R. Gorghiu, L., Gorghiu, G., y State, G. (2009). Using virtual experiments in the teaching process. *ScienceDirect. Procedia Social and Behavioral Sciences 1*, pp 776-779.
- [41] Trower, J., y Jeff, G. (2015). Blockly Language Creation and Applications: Visual Programming for Media Computation and Bluetooth Robotics Control. *Proceedings of the 46th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*. pp 5-5
- [42] Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books, Inc.
- [43] Leeman, R. y Glass, D. (2007). Teaching Java with robots and artificial life. *Innovation in Teaching and Learning in Information and Computer Science*. vol. 6, pp. 23-34.
- [44] Buck, D. y Stucki, D. (2001) JKarelRobot: a case study in supporting levels of cognitive development in the computer science curriculum. *ACM SIGCSE Bulletin*, vol. 33, pp. 16-20.
- [45] Brusilovsky, P. (1991). Turingal-the language for teaching the principles of programming. In *Proceedings of Third European Logo Conference 1991*
- [46] Kölling, M. (2010). The greenfoot programming environment. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, vol. 10, pp. 14. Disponible en: <https://kar.kent.ac.uk/30614/1/2010-11-TOCE-greenfoot.pdf>
- [47] Quinson, M. y Oster, G. (2014). The Programmer's Learning Machine: A Teaching System To Learn Programming. Université de Lorraine, LORIA, UMR 7503, F-54506, France.
- [48] Salcedo, S. (2011). New tools and methodologies for programming languages learning using the scribbler robot and alice in *Frontiers in Education Conference (FIE)*. pp. F4G-1-F4G- 6.
- [49] Rogozhkina, I. Kushnirenko, A. (2011). PiktoMir: teaching programming concepts to preschoolers with a new tutorial environment, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volumen 28. Páginas 601-605, ISSN 1877-0428.
- [50] Resnick, M. (1996). StarLogo: an environment for decentralized modeling and decentralized thinking. in *Conference companion on Human factors in computing systems common ground- CHI* pp.11-12.
- [51] Begel, A. y Klopfer, E. (2004). *StarLogo TNG: An Introduction to Game Development*. University of California, Berkeley. December 24, 2004.
- [52] Tomoyose, G. (2014). miniBloq, el lenguaje de programación argentino para robots que llega a todo el mundo. *LA NACION*. Argentina. Páginas 1, 09.
- [53] Achkar, A. y Margalef, A. (2013). IDE de programación orientado al desarrollo de arquitecturas robóticas basadas en comportamientos. Proyecto de Grado. Instituto de Computación - Facultad de Ingeniería Universidad de la República Oriental del Uruguay