

**Pensamiento Computacional y Robótica Educativa en Formación Docente
del Uruguay.**

José Enrique González Rebollo

UTEC – FURG

Posgrado en Robótica e Inteligencia Artificial

Tutor: Dr. Vinicius Oliveira

Entrega: noviembre 2021

Revisión para publicación: setiembre 2022¹

¹ Al trabajo original se incorporan las sugerencias realizadas por el tribunal y se ajusta el contenido para cumplir con los requerimientos de la publicación.

Contenido

Resumen	3
Introducción	5
Caracterización del Problema	5
Objetivos	7
Objetivos	7
Metas	7
Revisión Bibliográfica	8
Trabajos Relacionados	8
Fundamentación Teórica	9
<i>Pensamiento Computacional</i>	9
<i>Robótica educativa</i>	10
Metodología	12
Resultados Alcanzados	14
Análisis bibliográfico	14
<i>Introducción</i>	14
<i>Formación Virtual - Mooc</i>	15
<i>El programa Pensamiento Computacional</i>	16
<i>La Olimpiada de Robótica, Programación y Videojuegos</i>	17
Análisis Entrevistas	17
Análisis de las Encuestas	19
<i>Introducción</i>	19
<i>Conclusiones Análisis Encuestas</i>	19
Conclusiones y Trabajos Futuros	21
En síntesis	23
Sugerencias	24
Bibliografía	25

Índice imágenes

Imagen 1 - Organigrama CEIBAL. Elaboración propia (Ceibal, 2022)	14
Imagen 2 – Encuesta a docentes de Informática y DOT. Respuestas a la pregunta “Formación continua - ¿Estás dispuesto a profundizar tu formación?	19
Imagen 3 – Encuesta a docentes de Informática y DOT. Respuestas a la pregunta “Desarrollo de competencias en el área - ¿Consideras que las competencias deben enseñarse?	20

Índice Tablas

Tabla 1, Cantidad de estudiantes de Formación Docente que realizaron cursos relacionados al PC y a la RE en el año 2020.	15
---	----

Resumen

Los cambios sociales relacionados a la automatización y a la inteligencia artificial están presentes en la Educación Primaria uruguaya, principalmente a través de proyectos impulsados por Ceibal. En estos nuevos escenarios, los estudiantes magisteriales necesitan tener conocimientos y competencias relacionadas al Pensamiento Computacional, a la Robótica Educativa y a la Inteligencia Artificial. El presente proyecto pretende aportar información significativa que permita impulsar nuevas instancias formativas en esas áreas. Para lograr tal objetivo, se estudian los principales proyectos que desarrolla Ceibal en dichas áreas orientados a Educación Primaria. Se realizan encuestas y entrevistas a docentes especializados en estas tecnologías para conocer la realidad de la temática en Formación Docente, se analizan diferentes experiencias y metodologías aplicadas, también las dificultades al realizar este tipo de proyectos y las nuevas oportunidades de trabajo y formación interinstitucional existentes. Complementando el estudio teórico, se incluye en el análisis resultado de pruebas exploratorias utilizando herramientas de Inteligencia Artificial relacionadas al Procesamiento de Lenguaje Natural orientadas al uso educativo. El trabajo, para su mejor comprensión y análisis, se divide en 2 áreas temáticas principales. El presente artículo hace referencia al Pensamiento Computacional y la Robótica Educativa, mientras que en otro artículo se trata la temática de Inteligencia Artificial en la educación.

Palabras Clave: Pensamiento computacional, Formación Docente, robótica educativa.

Abstract

The social changes related to automation and artificial intelligence have been present in the Uruguayan Primary Education, specially through the projects promoted by Plan Ceibal. In these new scenarios, teaching students need to have knowledge and skills about Computational Thinking, Educational Robotics and Artificial Intelligence. This project aims at providing meaningful information as a way of promoting new training courses in these areas. In order to reach this objective, we studied the most relevant projects developed by Plan Ceibal in those areas which were mainly focused on Primary Schools. Surveys and interviews are carried out with specialised teachers in order to find out the current situation of this subject in Teacher Training Courses, we analysed different experiences as well as the methodologies that were used, the difficult aspects of carrying out this kind of projects and the new opportunities concerning work and cross-organisational training. To supplement the theoretical study, we included an analysis of the

results from exploratory tests using Artificial Intelligence tools related to Natural Language Processing for educational purposes. The work, for better understanding and analysis, is divided into 2 main thematic areas. This article refers to Computational Thinking and Educational Robotics, while another article deals with the subject of Artificial Intelligence in education.

Key Words: Computational thinking, Teacher Training, programming, educational robotics, artificial intelligence.

Introducción

Caracterización del Problema

La sociedad actual, potenciada por los constantes avances tecnológicos, está en continua transformación. La inteligencia artificial (IA), la robótica y la Web 4.0 son agentes transformadores del empleo, de las relaciones de trabajo y de la convivencia. Oehninger (2018) señala que en Uruguay ya se está percibiendo el impacto de la robótica y de la automatización en las condiciones de trabajo y empleo, el nivel educativo del individuo es una consecuencia directa en el desempleo.

Estos progresos tecnológicos y cambios sociales requieren respuestas del sistema educativo. Para Llorente (2011, p.3) "...la educación tiene como gran reto, participar en la construcción de la sociedad del aprendizaje y la inteligencia". Pham (2018) y Patricia Viera (2021a) señalan que es necesario transformar la educación para lograr, en forma universal, transmitir a las futuras generaciones las habilidades y competencias necesarias para lograr adaptarse a los nuevos escenarios que surgen a partir de la automatización.

Para enfrentar estos desafíos, las personas deben contar con un conjunto de habilidades fundamentales que les ayudarán, no solo a competir en el mercado laboral, sino también a crecer y a alcanzar mayores niveles de bienestar a lo largo de sus vidas. En este sentido, en su futuro rol docente, los estudiantes magisteriales serán los facilitadores de la circulación de dichos saberes y competencias en las comunidades educativas. Por lo tanto, es necesario realizar una revisión crítica de estos saberes, específicamente los relacionados con los tecnológicos (Viera, 2021a).

Dicha revisión necesita analizar qué competencias y qué conocimientos deben desarrollar los futuros docentes para desempeñarse como facilitadores en las principales líneas de acción llevadas a cabo por Primaria y Formación Docente en cuanto al trabajo específicamente con PC, RE e IA.

Los beneficios de incluir PC y RE en la educación es una discusión vigente, si bien no se ha alcanzado un consenso definitivo, existen muchas publicaciones académicas referentes al tema, solamente en el sitio <https://app.dimensions.ai/> hay más de 2000 publicaciones relacionadas al PC en la educación. En la misma línea, la IA ya es parte de esta discusión y conjuntamente con el PC y la RE constituye una unidad temática en el ámbito educativo.

A pesar de la gran cantidad de estudios existentes, no se han desarrollado muchos trabajos a nivel regional que analicen cómo se están preparando los docentes y estudiantes magisteriales para ser orientadores, motivadores y activadores (Plan Ceibal, 2015 min 36) en el desarrollo de proyectos que incluyan tecnologías relacionadas al PC , a la RE y a la IA.

Es importante conocer cómo se está abordando el tema en los institutos de Formación Docente, qué necesidades formativas tienen los estudiantes magisteriales, qué percepción tienen docentes referentes en el área y cómo la UTEC (Universidad Tecnológica del Uruguay) puede contribuir a enriquecer dicha formación.

Para arrojar luz en el vacío de conocimiento detectado a nivel nacional, esta investigación se planteó la siguiente pregunta como guía:

¿Qué necesidades de formación relacionadas al PC, a la Robótica Educativa y a la Inteligencia Artificial tienen los estudiantes magisteriales uruguayos que conviven con los proyectos implementados por Ceibal?

Objetivos

Objetivos

El objetivo general es “**identificar las necesidades de formación relacionadas al PC y a la Robótica Educativa que tienen los estudiantes magisteriales uruguayos y cómo la UTEC puede contribuir en dicha formación.**”

Metas

Describir los proyectos relacionados con el PC, y la RE que se desarrollan en la educación pública del Uruguay, haciendo énfasis en la educación primaria.

Resumir los principales contenidos y metodologías utilizadas en los cursos de Informática y/o en los talleres implementados por los Docentes Orientadores Tecnológicos (DOT)² relacionados al PC y a la RE en los IFD del Uruguay.

Comparar las percepciones de docentes referentes en el área a nivel nacional con respecto a las competencias necesarias para participar en el proyecto PC y RE promovido por Ceibal.

Identificar posibles asociaciones que permitan implementar nuevas propuestas de formación, en base a la relación existente entre las posibles necesidades de formación encontradas y las posibilidades que ofrecen la UTEC y los IFD locales,

²http://www.cfe.edu.uy/images/stories/pdfs/resoluciones_institucionales/interes_docente/2016/acta42_res27_perfil_dot.pdf

Revisión Bibliográfica

Trabajos Relacionados

A nivel nacional, en el año 2020, José García presenta el artículo “La expansión del Pensamiento Computacional en Uruguay”, aquí se realiza una síntesis de actividades promovidas por el Plan Ceibal relacionadas a la robótica educativa y al pensamiento computacional, brindando el contexto de la situación uruguaya en el tema. Además, el trabajo incluye datos sobre la encuesta “Evaluación de los proyectos de Pensamiento Computacional”.

El mismo autor, José García en el año 2015, presenta el artículo “Robótica Educativa. La programación como parte de un proceso educativo” este realiza una reseña del estado del arte y analiza la robótica educativa en base al pensamiento computacional haciendo énfasis en los estudiantes.

Aún entre los antecedentes nacionales, se incluye la tesis doctoral de José García, realizada en el año 2017, denominada “¿Es posible enseñar cuando no se sabe?”, donde se rescata la percepción de docentes que han participado en proyectos tecnológicos sin conocimientos previos.

En cuanto a lo regional, se considera el estudio realizado por Natalia Mojetal en el Instituto Rosario de Investigaciones en Ciencias de la Educación, Argentina, durante el año 2019. Aquí se presenta un estudio de caso exploratorio e intrínseco que analiza las prácticas del pensamiento computacional desarrolladas por un grupo de docentes, y realiza un diseño de trayecto formativo.

En la Universidad Nacional de La Plata, Maira Sarmiento Bolívar, durante el año 2016, presenta la investigación “Análisis de experiencias y estrategias educativas con TIC para el desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes de secundaria y primeros años de universidad en Iberoamérica”. Este trabajo presenta el examen bibliográfico de propuestas educativas que promueven el desarrollo de competencias relacionadas al pensamiento computacional, destacando las herramientas y estrategias educativas utilizadas en dichas propuestas.

En este mismo sentido, Casali en el año 2018, escribe el artículo “Pensamiento computacional y programación en la formación de docentes del nivel primario” en Rosario, Argentina. Dicho estudio se focaliza en el desarrollo de dispositivos de Pensamiento Computacional y Programación para la Formación Docente del nivel primario.

En cuanto a estudios internacionales, es relevante el trabajo realizado por Juan González Martínez titulado “¿Robots o programación? El concepto de Pensamiento

Computacional y los futuros maestros”, en Girona, España. El presente trabajo analiza conocimientos y percepciones de los estudiantes magisteriales referentes a la temática.

Fundamentación Teórica

En base a las demandas tecnológicas de la educación actual en Uruguay, se aborda el concepto de PC a partir de la definición realizada por Jeannett Wing. Conjuntamente, se incorpora la visión de diferentes autores que describen las principales características del concepto. En esta misma línea, se integran conceptos relacionados con la RE y Placas Programables.

Pensamiento Computacional

A partir de la necesidad de vincular la educación con los avances de las tecnologías digitales, surgen a través del tiempo, un abanico de experiencias y teorías que proponen potenciar el aprendizaje a partir de estas tecnologías. Entre otras, se encuentran experiencias tales como la instrucción programada propuesta a través de las “máquinas de enseñanza” diseñadas por Skinner (Aguayo, 2016). También el conectivismo, teoría alternativa que presenta puntos de conexión entre el pensamiento complejo y el PC (Czerwonogora 2014, citando a Siemens 2004) o la teoría desarrollada por Curtis J. Bonk referente al Blended Learning, que apunta a la aplicación de las tecnologías de aprendizaje "correctas", en coincidencia con el estilo de aprendizaje personal (Liao and Liang's, 2017).

En esta línea de experiencias, se encuentra el PC, este surge como una metodología para resolver problemas de la vida cotidiana, problemas desconocidos y problemas de final abierto en base a la integración de tecnologías digitales con ideas humanas (Zucchetti, 2020), inspirado en cómo los profesionales informáticos analizan e implementan soluciones. Jeannette Wing define el PC como la forma de “resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, haciendo uso de los conceptos fundamentales de la informática” (Wing, 2006 p.2).

Algunos autores hacen referencia a diferentes beneficios que el PC favorece, tanto en la vida escolar como en la vida cotidiana. Estos beneficios se desprenden de algunos de los componentes del PC. El análisis ascendente es uno de estos, está relacionado a la organización de la solución del problema. A su vez, el análisis descendente, así como la heurística, prevalecen en la creación de algoritmos y códigos. Por su parte, la sinéctica y la creatividad están presentes en la delimitación del problema y de los métodos, y en la organización y diseño de la resolución de problemas. Además, hacen parte de estos componentes el pensamiento divergente, la metacognición, el pensamiento abstracto, los patrones, la recursividad, entre otros (Zapata, 2015, p.39). Zapata-Ros (2019) refuerza la idea

de promover el PC desde las primeras etapas del desarrollo, para que no sean excluidos de esta nueva alfabetización el público, que en su educación superior no se especialice en el desarrollo de códigos.

Robótica educativa

Al dar continuidad al proceso del PC, la RE se puede ver como la parte tangible, concreta de un proceso abstracto de diseño y programación, a la transformación en una estructura que actúa y responde según un propósito definido. En el proceso de aprendizaje, la programación y la robótica se complementan, los niños “para aprender programación necesitan materiales manipulables diseñados en el espíritu del aprendizaje tradicional de la primera infancia” (CICEA, s.f.)

La robótica es un área de conocimiento que está directamente ligada a la ingeniería y su estudio involucra la ingeniería eléctrica, mecánica e informática.

Se entiende a la robótica educativa como un proceso de aprendizaje que, en base a la teoría constructorista, impulsa a “considerar el robot como un objeto con el que pensar, y el lenguaje de programación como un medio con el que expresarnos y dar forma a nuestras ideas.” (Sánchez y González, 2019 p.1), tal que el proceso de desarrollo del robot, a diferencia de la robótica industrial, resulta ser lo más trascendente (García, 2015).

Siguiendo la misma línea indicada por Zapata-Ros (2015), en cuanto al carácter democrático que tiene el PC al incluir a todos los estudiantes independientes de su perfil académico, José García (2020 p.7) señala que el proceso de aprendizaje en la robótica educativa “trasciende las particularidades de aquellos estudiantes que se “perfilen” hacia la programación o las tecnologías.”

En este sentido, para Mamani et al. (2018), las actividades relacionadas a la robótica educativa fortalecen las competencias relacionadas a la socialización, a la creatividad, al liderazgo y al trabajo colaborativo en aquellos estudiantes que participan en estos proyectos, sin importar si estos tienen un perfil tecnológico. José García (2020) entiende que el valor pedagógico se centra en espacios de aprendizajes múltiples y complejos. El desarrollo de competencias en automatización industrial y control automático de proceso no es el objetivo en la RE, por el contrario, desde la perspectiva educativa es importante el medio y no el fin. La RE está destinada a 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” (Barrera, 2014 p.4).

Para Bravo Sánchez la robótica educativa es una disciplina que busca la “concepción, creación y puesta en funcionamiento de prototipos robóticos y programas especializados con

fines pedagógicos” (Bravo & Forero, 2012 p.123). Mientras que para José García (2020) el proceso de trabajo señalado se puede dividir en: imaginar, diseñar, construir, programar.

Metodología

El presente estudio busca explorar un campo poco estudiado y brindar las bases suficientes para realizar futuros estudios experimentales en base a los resultados obtenidos. Conocer las necesidades formativas de los docentes magisteriales para integrar proyectos relacionados al PC y a la RE es fundamental para implementar nuevas propuestas formativas en el área.

Es así que a partir de los objetivos establecidos se utiliza una **metodología cualitativa de carácter exploratorio**. El empleo de dicha metodología se fundamenta en la perspectiva interpretativa de la realidad y en la necesidad de generar conocimientos a partir de la inducción en base a la realidad estudiada (Batthyány y Cabrera, 2011, citando a Corbetta 2007) Dicha metodología permite examinar un tema poco estudiado, describir y luego generar una perspectiva desde la teoría, transitando de lo particular a lo general. (Batthyány y Cabrera, 2011).

El estudio tiene un **enfoque micro social** y enfoca, por una parte en la experiencia individual, por lo tanto considerando la capacidad operativa de recolección y análisis de datos, el entendimiento del fenómeno y la naturaleza del fenómeno (Sampieri, 2006) a partir de **muestreo de tipo intencional, no aleatorio** se opta por muestras teóricas conceptuales a través de un grupo de expertos, para que estos ayuden a desarrollar la teoría referente a las necesidades formativas de los estudiantes magisteriales en cuanto a al PC y la RD. Por otra parte, el trabajo concentra su atención en la descripción de las actuales actividades relacionadas a la temática que se desarrollan en la educación pública uruguaya

Por lo tanto, los instrumentos de recolección de datos seleccionados son: la revisión documental, la entrevista en profundidad y la encuesta.

En primera instancia, luego de diseñar un protocolo que dé cuenta de los indicadores seleccionados, se realiza una extensa revisión documental relacionada a los proyectos que se llevan a cabo en la educación pública uruguaya relacionados al PC, la robótica educativa y la IA.

En forma paralela, se realizan encuestas a los docentes de Informática de CFE y a los docentes orientadores en tecnologías (DOT). Actualmente más de 50 docentes cumplen esa función. Se planifica indagar los contenidos y actividades de formación que se implementan relacionadas con la temática.

Finalmente, se realizan entrevistas semiestructuradas a 3 docentes referentes de la región. Este tipo de entrevista, según Bathianny (2011) define una serie de temas que debe trabajar a lo largo de la entrevista, las que se abordan en el orden y profundidad que el entrevistador decida. Se planifica entrevistar a docentes con experiencia en la

implementación de proyectos de PC y robótica educativa o han participado en alguna instancia del proyecto PC en Educación Primaria.

Resultados Alcanzados

El siguiente análisis se realiza mediante la triangulación de datos a partir de tres entrevistas semiestructuradas aplicadas a las docentes referentes en el desarrollo de actividades relacionadas a la RE, encuestas aplicadas a docentes de Informática y DOT del CFE y la revisión documental realizada con los documentos pertinentes al tema.

Análisis bibliográfico

Introducción

En Uruguay, a partir del año 2007, con el surgimiento del Plan Ceibal (Conectividad Educativa de Informática Básica para el Aprendizaje en Línea); se centraliza y redefine la política educativa, referente al uso de tecnologías digitales en la educación pública.

El Centro Ceibal es una persona pública no estatal. Llevó adelante el Plan Ceibal hasta el año 2022 (En Perspectiva, 2022), cuando cambia a Ceibal es el centro de innovación educativa con tecnologías digitales. Actualmente presenta la estructura definida en la figura Organigrama, la información detallada de cada miembro se puede ampliar en la reseña curricular publicada por Ceibal³.

- Organigrama



Imagen 1 - Organigrama CEIBAL. Elaboración propia (Ceibal, 2022)

A partir de los pilares de equidad, aprendizaje y tecnología, Ceibal tiene la intención de disminuir la brecha digital y de conocimiento existente entre estudiantes de diferentes realidades socioculturales, estimular la participación de docentes y favorecer la construcción de nuevos entornos de aprendizaje.

Ceibal está presente en la casi totalidad de proyectos que involucran tecnologías digitales implementados en el aula, ya sea a través de los equipos u organizando la actividad.

³ <https://www.ceibal.edu.uy/storage/app/media/resenas-curriculares-abril-2021.pdf>

En gran medida, Ceibal será el mediador de la mayoría de los proyectos relacionados al PC, a la RD y a la IA en el que participarán los estudiantes magisteriales en su futura actividad docente. Por lo tanto, se seleccionan tres actividades desarrolladas por Ceibal relacionadas con dichas áreas. Estos son los cursos virtuales en formato MOOC, el proyecto Pensamiento Computacional y la Olimpiada de Robótica.

Formación Virtual - Mooc

Ceibal ofrece estos cursos en forma gratuita, en modalidad virtual autoasistido, con materiales incluidos y actividades con resolución en forma autónoma. Están destinados a docentes, estudiantes de Formación Docente y/o estudiantes de Educación Media, quienes acceden a través de la plataforma educativa CREA2.

Existen opciones de cursos relacionados al PC y programación, a la RE y placas programables, entre otros.

Entre las opciones mencionadas anteriormente se destaca la propuesta de “Trayecto Formativo De Robótica”, donde se agrupan en forma secuencial diferentes cursos que introducen al participante a la robótica educativa, focalizando en el cómo enseñarla; en fundamentos de mecánica, programación y cursos técnicos específicos de cada kit de robótica. Otra opción referente a la RE, es el MOOC de la plataforma Open Roberta (Robótica Básico 2020 - Docentes), el curso recorre temas como instalación, uso del simulador, de motores y uso de los sensores, además ejemplo y vista de código.

En cuanto a la formación destinada a la programación, se presentan diferentes cursos de Scratch Jr. Scratch 3.0 eSCRACHados.

Referente a las placas micro:bit, se ofrece el curso “micro:bit: de la teoría a la práctica”, donde se introduce al participante a las principales funciones y potencialidades de la placa.

El año 2020 registró un “aumento exponencial en el uso de los espacios virtuales de aprendizaje del Plan Ceibal, según los datos de acceso de cientos de miles de usuarios” (Ripani, M.F., Muñoz, M. [Eds], 2020). En este contexto, 100 estudiantes de Formación Docente se formaron en estas áreas, de un universo de 30.259 estudiantes y docentes registrados en CREA2 pertenecientes al CFE.

Tabla 1, Cantidad de estudiantes de Formación Docente que realizaron cursos relacionados al PC y a la RE en el año 2020.⁴

Área	Nombre Curso	Modalidad del curso	Cantidad de estudiantes
------	--------------	---------------------	-------------------------

⁴ Fuente : Plan Ceibal (Solicitud de información [#16])

			formados
Formación	Pensamiento Computacional Desde La Matemática	Presencial / Virtual sincrónico	38
Laboratorios Digitales	El Proceso En Proyectos Maker	Virtual asincrónico	7
Laboratorios Digitales	Introducción A La Robótica Con Open Roberta	Virtual asincrónico	16
Laboratorios Digitales	Introducción Al Movimiento Maker	Virtual asincrónico	8
Laboratorios Digitales	Micro:Bit Básico	Virtual asincrónico	2
Laboratorios Digitales	Modelado 3d Con Tinkercad: Primeros Pasos	Virtual asincrónico	8
Laboratorios Digitales	Scratch 3.0 Básico	Virtual asincrónico	2
Laboratorios Digitales	Sensores Físicoquímicos: Primeros Pasos	Virtual asincrónico	2
Pensamiento Computacional	Propuestas Pedagógicas Pensamiento computacional - Etpa	Mixto	5
Pensamiento Computacional	Propuestas Pedagógicas Pensamiento computacional - Micro:Gim	Mixto	27

La tabla 3 muestra el alcance que tiene la temática entre los estudiantes de Formación Docente. Salvo las excepciones que registran los datos, el PC y la RE no son un centro de interés, no hacen parte del currículo de la mayoría de los estudiantes.

El programa Pensamiento Computacional

Ceibal define el PC como una manera de razonar; un conjunto de herramientas para aprender a pensar de manera distinta y complementaria, “Es una forma de resolución de problemas desde la lógica de la programación” (Ceibal, s.f b).

A partir de esta definición, Ceibal desarrolla el programa Pensamiento Computacional con el objetivo que los estudiantes, a través del razonamiento lógico, técnicas de resolución de problemas y pensamiento algorítmico, logren aprovechar “el potencial del pensamiento computacional para ser usuarios/as y creadores/as de la tecnologías” (Ceibal, s.f. b p.54)

El programa Pensamiento Computacional, tiene como antecedente los programas Ceibal en inglés y Jóvenes a Programar, que instrumentan su desarrollo a partir de la vinculación de la clase, el docente de aula y un docente remoto a través de videoconferencias.

El proyecto plantea una serie de clases semanales de 45 minutos dictadas remotamente por docentes pertenecientes a Ceibal, o a la fundación Sadosky⁵.

Durante el año 2021, participaron 1.768 grupos de 4°, 5° y 6° de Primaria incluyendo más de 34.500 estudiantes (Ceibal s.f. a).

La Olimpiada de Robótica, Programación y Videojuegos

El proyecto Pensamiento Computacional bien puede ser considerado una antesala o una preparación, apuntando a futuras instancias competitivas tales como la Olimpiada de Robótica, Programación y Videojuegos.

Organizada por el Plan Ceibal desde 2014, la Olimpiada de Robótica se organiza anualmente con estudiantes y docentes de Educación Primaria, Media y Escuelas Técnicas de instituciones públicas y privadas del país.

La competencia presenta desafíos en base a una temática específica, en la que los estudiantes ponen en juego el uso de las tecnologías y del PC a través de proyectos y trabajos.

Análisis Entrevistas

Se aplicaron entrevistas semi estructuradas a tres docentes con comprobada experiencia en trabajos en RE, ya sea en Formación Docente, en Educación Media, en Educación Primaria y/o en Investigación.

Los entrevistados consideran que la metodología de taller es la indicada para el trabajo con RE, ya sean presenciales o virtuales. Si bien los cursos MOOC ofrecidos por Ceibal son una introducción válida al tema, es imprescindible la presencia del instructor como orientador del proceso.

En este sentido, la temática debe ser definida en forma flexible, a partir de los conocimientos previos y necesidades de cada grupo. Evitando así, los talleres estructurados, con resultados ya estipulados y pasos preestablecidos, donde los participantes se atan a un formato y repiten lo que han aprendido. Aquí es necesario integrar diferentes áreas de conocimiento y el apoyo de especialistas.

Sugieren desarrollar proyectos bajo la consigna “¿- Qué quieren hacer-?” para implementar actividades que impliquen “imaginar, diseñar, construir, programar soluciones” para que terminan con resultados funcionales, siendo los estudiantes los protagonistas.

En cuanto a las competencias docentes necesarias para orientar proyectos de RE y PC, los entrevistados señalan que lo importante es la motivación. Si bien es importante la

⁵ <http://www.fundacionsadosky.org.ar/>

especialización y la experiencia, ya que permiten ofrecer respuestas a diversas situaciones, es imprescindible el deseo de aprender y la voluntad para investigar soluciones. En sintonía con lo expresado por García (2017, p.28) “el maestro debe asumir la responsabilidad de acompañar los aprendizajes de los alumnos, cuando no es un especialista en el contenido con el que se está trabajando” y buscar el apoyo de expertos en las disciplinas involucradas.

Aprender a programar es una necesidad dentro de la RE, siendo Scratch el lenguaje indicado para iniciar. A partir de que las necesidades aumentan los estudiantes se enfocan en buscar soluciones más complejas. Como Scratch no es suficiente, surge la necesidad de aprender otros lenguajes como Python. R3 señala que existen diferentes velocidades en los proyectos, en los que cada alumno o cada equipo avanzan según sus propias necesidades.

Por otro lado, con referencia a los recursos recomendados, señalan que la mayoría de los estudiantes tienen sus primeras experiencias en RE con los kit de robótica LEGO. Estos kit son accesibles para aprender y lograr resultados inmediatos, pero advierten sobre el problema del costo de los mismos, la necesidad de renovación frente a la caducidad de los modelos distribuidos por Ceibal y la dificultad de acceso al kit que tienen los estudiantes una vez finalizado su ciclo escolar.

En este sentido, incluir en el proyecto soluciones que requieran materiales reciclados y el uso de impresoras 3D, permite ampliar las posibilidades para crear nuevas soluciones. Además la utilización de material reciclado potencia el proyecto, fomenta la creatividad y la concientización al problema del medio ambiente.

Los simuladores también son un recurso de gran ayuda, si bien el simulador es una aproximación a la realidad a través de los modelos programados, los entrevistados consideran que la práctica real es insustituible. Además, los estudiantes, están familiarizados con el uso de simuladores, para E2 esta herramienta soluciona diversos problemas principalmente al no tener material y en época de pandemia.

En esta línea, las placas Arduino son una posibilidad más económica, con más apertura y mayor accesibilidad para el estudiante, aun cuando ya esté desvinculado de la institución. Además, al tener una gran cantidad de sensores, Arduino se presenta como una mejor opción para los niveles educativos más altos.

Las placas micro:bit también son recursos utilizados en RE, se encuentran en una posición intermedia entre LEGO y Arduino. Es un recurso amigable, sencillo de fácil instalación y rápida programación. Lo importante es que el docente no se limite a las funcionalidades de micro:bit, más bien que tenga la capacidad de extender su perspectiva. Es una puerta de entrada simplificada a la placa Arduino.

Los problemas de continuidad radican principalmente en la falta de acceso a los dispositivos, una vez finalizada la participación en el proyecto y la dificultad de acceder a referentes en espacios específicos que les permitan continuar trabajando.

Crear mecanismos que ofrezcan opciones reales de continuidad de docentes a los proyectos en RE representa un desafío, una debilidad señala E3. Si bien los intentos de

consolidar comunidades de docentes impulsores de la RE a partir de capacitaciones y talleres es productivo y tiene impactos positivos en las localidades, la estabilidad de estas redes locales encuentran dificultades al no tener un referente físico permanente. Por otro lado, Ceibal está logrando fortalecer estas comunidades en Educación Primaria y Educación Media a través de los CeiLab, actualmente existen 85 centros que forman parte del programa y trabajan en un proyecto que integra el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional junto a las prácticas Maker.

Análisis de las Encuestas

Introducción

La presente encuesta se realiza con el objetivo de conocer la percepción de los principales actores en cuanto a la formación en tecnologías digitales de los futuros docentes. Accedieron a contestar aproximadamente el 20% del total de docentes que trabajan como DOT o como docentes de las materias Informática y/o EITD en CFE, durante el año 2021.

Conclusiones Análisis Encuestas

La realidad descrita en las encuestas señala que el plantel de docentes del área conoce e implementa mayormente actividades relacionadas al PC, y que la formación proviene principalmente del Plan Ceibal. La programación está presente en la mayoría de las actividades.

¿Estás dispuesto a profundizar tu formación?

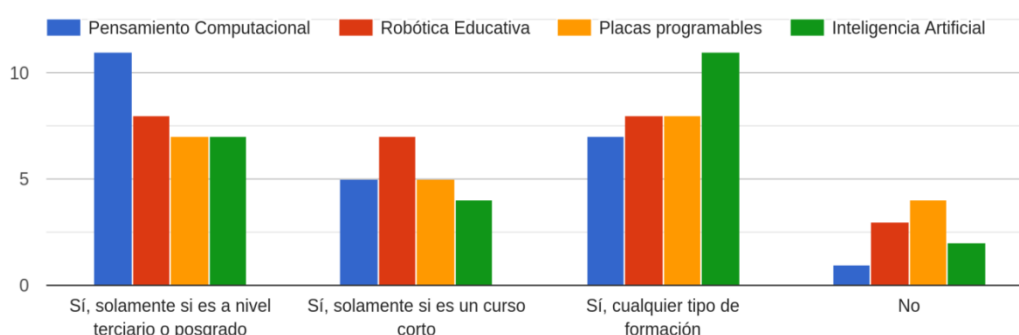


Imagen 2 – Encuesta a docentes de Informática y DOT. Respuestas a la pregunta “Formación continua - ¿Estás dispuesto a profundizar tu formación?”

Los docentes recalcan la importancia de incluir al PC como unidad curricular para potenciar en los estudiantes magisteriales competencias tales como pensamiento lógico matemático, la colaboración y la investigación, entre otros. Además, prepararlos para participar activamente en proyectos relacionados al PC en su futura actividad profesional.

En cuanto a la RE, si bien en menor medida que las registradas en PC, los docentes también registran actividades e instancias de formación originadas en el Plan Ceibal. El kit de robótica LEGO es el más utilizado. También existe consenso que incluir RE en el currículo será importante en la formación de los futuros docentes.

Existe un gran número de estudiantes magisteriales que no han accedido a instancias formativas en PC, RE e IA. Los que participaron lo hicieron con mucho interés.

Existe la oportunidad y necesidad de implementar instancias formativas dirigidas a los docentes, que manifiestan el deseo de incrementar su formación superior en el área. En este mismo sentido, los estudiantes tienen la oportunidad y necesidad de incorporar a su formación dicha temática e integrar a sus prácticas profesionales. Las instancias presenciales son consideradas de gran valor y las instancias virtuales son vistas como complementos muy enriquecedores.

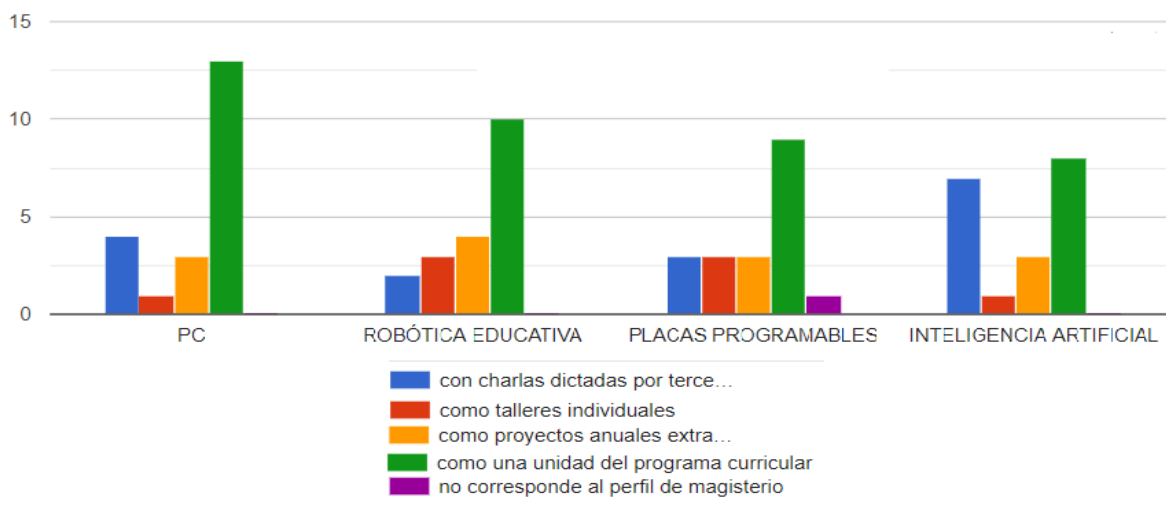


Imagen 3 – Encuesta a docentes de Informática y DOT. Respuestas a la pregunta “Desarrollo de competencias en el área - ¿Consideras que las competencias deben enseñarse?”

Finalmente, las principales dificultades señaladas, como el escaso tiempo que tienen los estudiantes, los pocos recursos tecnológicos o la posible falta de interés, pueden ser amenizadas con un trabajo coordinado e inclusión de alianzas con otras instituciones. Sin embargo, la principal dificultad es establecer mecanismos que garanticen la continuidad de estas actividades, brindando apoyo técnico y tecnológico a los estudiantes, que una vez finalizada la instancia formativa o su ciclo escolar; logren mantener su grupo social y dar continuidad a su formación.

Conclusiones y Trabajos Futuros

Frente al desafío que el sistema educativo tiene de preparar a las futuras generaciones en base al nuevo contexto tecnológico, los estudiantes magisteriales tienen la oportunidad y la necesidad de incorporar a su formación competencias relacionadas al PC y a la RE. En ese sentido, existe consenso entre los docentes, referente a la importancia de incorporar la temática en el currículo de Formación Docente, ya que “enseñar computación a niños pequeños requiere enfoques pedagógicos específicos [...] es importante que los futuros docentes tengan la misma experiencia formativa, recorran el ‘mismo camino’, que sus futuros alumnos” (Adell 2017, citando a (Gal-Ezer) y (Lee y Resnick) p.7).

Para los docentes consultados, el taller presencial es la metodología con mejores resultados para implementar experiencias formativas (Muñoz-Ripiso, 2017). Los talleres son diseñados para fusionar prácticas pedagógicas probadas como el aprendizaje por proyectos y prácticas emergentes como la RE y el PC (Pereyras, 2018 p.28), a partir de la resolución de problemas de la vida real propuestos por los propios estudiantes (Plan Ceibal, 2015). Dicho diseño debe potenciar los conocimientos disciplinares, a partir de una visión transversal, multidisciplinar e inclusiva, colocando al estudiante como protagonista y al docente como activador de estas instancias formativas (Red Global de Aprendizaje, 2019 p.11).

En este sentido, si bien la programación, como vehículo del pensamiento abstracto (Sánchez y González, 2019, p.9), es una herramienta clave para el desarrollo de competencias, los talleres y proyectos deben potenciar las diferentes habilidades para que sea un proyecto integrador, donde pueden participar todos los que quieran y no solamente aquellos que tienen un perfil tecnológico o habilidades destacadas en el área (García, 2020). Esto no va en desmedro de las competencias y eventos interinstitucionales como motivadores válidos que favorecen el intercambio y la convivencia (Ruiz et. al., 2020 p.15). Es así que el proyecto de Pensamiento Computacional, la Olimpiada de Robótica, los proyectos a nivel de Centro para recibir nuevos kits de robótica, la semana de la robótica, entre otros, son impulsores correctos.

Señalan los docentes que toda instancia formativa es valiosa, pero que en proyectos de mayor duración se puede planificar actividades que permitan el desarrollo de nuevas competencias y no se vean reducidos a instancias destinadas a la motivación o demostración que tienen las jornadas únicas.

En cuanto a los recursos, los proyectos relacionados a PC, ya sea desde una perspectiva inicial de PC desenchufado o desde un enfoque centralizado en la programación (Zapata-Ros, 2019 p.18), tiene el soporte cubierto por las computadoras Ceibal entregadas a estudiantes y docentes y las propias características openSorus del lenguaje Scratch y Python. Cuando se planifica el trabajo con robótica, entonces, es necesario tener acceso a los equipos suficientes durante el tiempo indicado en el proyecto. La realidad indica que los IFD deben establecer alianzas con instituciones como UTEC, Centros de Tecnologías de las inspecciones de Educación Primaria o Ceibal para contar con los recursos materiales y humanos especializados

Referente a la formación y competencias deseables para ser un docente activador en el área, se señala que es la motivación y el deseo de aprender el principal factor para llevar adelante actividades relacionadas a la RE y al PC. Sin embargo, también se evidencia que los conocimientos y competencias previamente desarrollados por los docentes tienen incidencia directa en la amplitud del proyecto que se implementará. Señala E3 “Los años de experiencia me permiten anticipar los problemas”, la entrevistada E2, haciendo referencia a los conocimientos de programación y electrónica señala, que para “... integrar estas áreas tenés que tener cierto conocimiento sobre eso”.

Las referencias al PC y a la RE no deben limitarse al armado y programación de un Robot para que cumpla un propósito específico, por ejemplo, seguir una línea en una competencia. Sino que debe considerarse una herramienta transversal de enseñanza. Por lo tanto, las competencias deben apuntar también al uso interdisciplinario de estas tecnologías.

Actualmente, los estudiantes magisteriales encuentran oportunidades de capacitación en cursos virtuales ofrecidos por Ceibal y en talleres o jornadas, locales organizadas por los DOT y por los docentes de Informática.

Los cursos MOOC son considerados un valioso complemento, Ceibal ofrece una completa gama de opciones en el tema, sin embargo, se remarca la necesidad de instancias personalizadas y presenciales en este tipo de actividades. La evidencia señala que los estudiantes no se han apropiado significativamente de la formación a través de los MOOC.

La mayoría de los estudiantes valoran como positiva la experiencia de participar en talleres, a partir de iniciativas implementadas por los referentes locales, en promedio acceden aproximadamente no más del 20% de la población estudiantil.

En cuanto a los recursos tecnológicos, los docentes señalan que contar con los kit de robótica suficientes es imprescindible para lograr desarrollar proyectos. Existe consenso en que los kit de robótica LEGO son ideales para el trabajo con Educación Primaria, tanto los niños como los estudiantes magisteriales pueden manipularlos sin riesgos o sin necesitar conocimientos básicos de electrónica.

En esta dirección, se afirma que para avanzar a niveles más complejos en el manejo de la robótica, es necesaria la migración al kit Arduino y a lenguajes de programación más potentes que los basados en el manejo de bloques. Además, los docentes subrayan la importancia de complementar las actividades de RE con simuladores virtuales, con piezas de reciclaje y con el uso de la impresora 3D.

Ceibal es el principal proveedor de tecnologías digitales (Ceibal s.f , a) y el principal promotor de proyectos relacionados al PC y a la RE. Las políticas de entrega de equipos son muy dinámicas, actualmente existen planes de entrega de estos a instituciones de Educación Primaria y Educación Media. Por otro lado, desde una mirada descentralizadora, la UTEC tiene radicación en todo el interior del país, y es un punto de referencia tecnológica en su zona de influencia, y cuenta con diferentes equipamientos y laboratorios diseñados para este tipo de proyectos.

El trabajo en PC, RE e IA requiere tiempo y recursos. Un problema detectado es la dificultad de acceso a materiales o docentes después que el estudiante finaliza su trayecto formativo. Establecer un punto accesible y permanente de referencia es necesario para darle continuidad a largo plazo. La política que Ceibal implementa en cuanto a la distribución de recursos tecnológicos y el establecimiento de laboratorios locales se focaliza principalmente en Educación Primaria y Media quedando un vacío en Formación Docente.

En síntesis

Los DOT y docentes de Informática del CFE son los principales impulsores de las tecnologías relacionadas al PC, a la RE y a la IA en el ámbito de Formación Docente. Es necesario nivelar y profundizar los conocimientos en esta área desde una perspectiva de educación superior. Existe la oportunidad de establecer instancias formativas con UTEC, quien tiene radicación regional en todo el interior del país y cuenta con los recursos humanos y tecnológicos especializados en la temática.

Para impulsar que esta temática esté presente en la formación de estudiantes magisteriales, por un lado es necesario promover y apoyar la realización de la formación virtual que ofrecen los cursos de Ceibal. Por otro lado, es imprescindible complementar la formación virtual con cursos o talleres presenciales, en lo posible diseñados interinstitucionalmente, con creditización, a partir de un abordaje interdisciplinar y con recursos suficientes. Finalmente, es importante planificar la accesibilidad permanente a sitios de referencia para darle continuidad y sentido a la formación.

Dado el perfil histórico del alumnado de magisterio, en cuanto al género, incluir y promover la educación en tecnologías en PC, RE e IA en la carrera, es un avance en la lucha contra la brecha de género digital y contribuye así a cambiar el mito cultural referente al desempeño de las mujeres en la ciencia.

Sugerencias

En cuanto a la optimización del uso de recursos, existe la oportunidad de establecer alianza entre los IFD y los centros universitarios, como la UTEC. Señala la Dra. Patricia Viera (2021b) que “...favorecer la navegabilidad entre instituciones superiores suelen ser experiencias positivas”. A partir de estas alianzas, es posible diseñar trayectos formativos en estas tecnologías, orientados a DOT, docentes de Informática y docentes en general. La jerarquización de contenidos permite que cada docente pueda avanzar según su motivación, por ejemplo, avanzar en la programación por código, el trabajo con Arduino, el trabajo en Inteligencia artificial, entre otros.

En clave de cooperación, es posible crear un club de robótica integrado por los DOT, por los docentes que promueven las tecnologías relacionadas a esta temática en sus centros educativos y por los docentes de la UTEC. Se logrará así, construir en el ámbito regional puntos de referencia estables en el tiempo para estudiantes y docentes de Educación Primaria y Educación Media.

Bibliografía

- Adell-Segura, J., Esteve-Mon, F. M., Llopis Nebot, M. Á., & Valdeolivas Novella, M. G. (2017). El Pensamiento Computacional en la formación inicial del profesorado de Infantil y Primaria.
- Aguayo, L. V. (2016). Máquinas de enseñanza de Skinner. *Facultad de Psicología, Universidad de Málaga*.
- Barrera Lombana, N. (2015). Uso de la robótica educativa como estrategia didáctica en el aula. *Praxis & Saber*, 6(11), 215-234.
- Batthyány, K., & Cabrera, M. comps.(2011). Metodología de la investigación en Ciencias Sociales. Apuntes para un curso inicial.
- Bravo Sánchez, Fn. Á., & Forero Guzmán, A. (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales.
- Casali, A., Zanarini, D., San Martín, P. S., & Monjelat, N. (2018). Pensamiento computacional y programación en la formación de docentes del nivel primario. In XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2018, Universidad Nacional del Nordeste).n
- Ceibal (s.f. a). *Ceibal en cifras*. Plan Ceibal.<https://www.ceibal.edu.uy/es/articulo/ceibal-en-cifras>
- Ceibal. (s.f. b). *Ceibal. ¿Qué es Pensamiento Computacional?*
<https://www.ceibal.edu.uy/pensamientocomputacional/clases-de-pc>
- Ceibal (2022) Organigrama 7 2022.pptx
<https://www.ceibal.edu.uy/storage/app/media/Directorio/Organigrama.pdf>
- CICEA (s.f.) Desafiando al Pensamiento Computacional. Recuperado de
<http://www.cicea.ei.udelar.edu.uy/pensamientocomputacional/#more-3165>
- Czerwonogora, Ada. (2014). El aprendizaje en la era digital: nuevos escenarios para el mundo conectado. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/301651245_El_aprendizaje_en_la_era_digital_nuevos_escenarios_para_el_mundo_conectado
- En Perspectiva (2022). Especial Ceibal 15 años: Hoy es una “agencia de innovación educativa a través de la tecnología”. YouTube <https://youtu.be/ixp0MHPNhFg>

- García, J. M. (2015). Robótica Educativa. La programación como parte de un proceso educativo. *Revista de Educación a Distancia*, (46).
- García, J. M. (2017). ¿Es posible enseñar cuando no se sabe?: Estrategias y metodologías utilizadas por docentes en estas situaciones (Master's thesis). Recuperado de: <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/6463>
- García, J. M. (2020). La expansión del Pensamiento Computacional en Uruguay. *Revista de Educación a Distancia*, 20(63).
- García, J. M. (2020 b). La robótica educativa como proceso de aprendizaje. *Educación Y Tecnología*, 3(1). Recuperado a partir de <https://publicaciones.flacso.edu.uy/index.php/edutic/article/view/9>
- González Martínez, J., Estebanell, M., & Peracaula i Bosch, M. (2018). ¿ Robots o programación? El concepto de Pensamiento Computacional y los futuros maestros= Robotics or Coding? The Concept of Computational Thinking in Pre-service Teachers. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 2018, vol. 19, núm. 2, p. 29-45.
- Liao, L., & Liang, J. (2017, June). An empirical study on blended learning to promote the development of computational thinking ability of college students. In 2017 International Symposium on Educational Technology (ISET) (pp. 256-260). IEEE.
- Llorente, P. A., & Bayón, J. B. (2011). Una experiencia de formación en TIC en las titulaciones de Magisterio. *Etic@ net: Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento*, (11), 1-18.
- Mamani, Y., Ibarra, M., Angelino, E., Navarro, A., & Asto, L. (2018, October). Tool to Control Mobile Robot with Arduino and Lego using the Kinesthetic Technique. In 2018 XIII Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO) (pp. 195-200). IEEE.
- Muñoz-Repiso, A. G. V., & Gómez-Pablos, V. B. (2017). Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): evaluación desde la perspectiva de alumnos de Educación Primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 35(1), 113-131.
- Oehninger, C. (2018). El impacto de la robótica y la automatización del empleo en Uruguay.
- Pereyras, A. (2018). Un Marco Para La Gestión Del Cambio ,Pensar Fuera De La Caja - Plan Ceibal. Recuperado de https://redglobal.edu.uy/storage/app/media/recursos/pensar_fuera_de_la_caja_web.pdf
- Pham, QC, Madhavan, R., Righetti, L., Smart, W. y Chatila, R. (2018). El impacto de la robótica y la automatización en las condiciones laborales y el empleo. *Revista IEEE Robótica y Automatización* , 25 (2), 126-128.

- Plan Ceibal (2012). “Tecnología, sí, pero con estrategia educativa”. En canalceibal. En línea disponible en: <https://youtu.be/iE5p3-NUFUs>
- Red Global de Aprendizaje (2019) *Cuadernillo de Trabajo 2019*. Recuperado de <https://redglobal.edu.uy/storage/app/media/pdf/RGA%20-%20cuaderno%202019%20-%20web.pdf>
- Ripani, M.F., Muñoz, M. [Eds], (2020). Plan Ceibal 2020: Desafíos de innovación educativa en Uruguay. Fundación Ceibal, Montevideo. Disponible en <https://digital.fundacionceibal.edu.uy/jspui/handle/123456789/47>
- Ruiz, I. H., Fernández, C. G., Vargas, R. A., Valverde, F. L., & Solano, P. F. (2020). ¿Cómo la robótica educativa impacta a las mujeres estudiantes de secundaria? Un análisis realizado con Python. *Estudios*, (41).
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2006). *Metodología de la investigación*. MacGraw-Hill. Chile Smith, M
- Sánchez, M. M., y González, J. (2019). Pensamiento computacional, Robótica y Programación en educación. *RIITE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, (7amani, M. Ibarra, E. Angelino, A. Navarro and L. Asto, "Tool to Control Mobile Robot withArd), 8-11. <https://doi.org/10.6018/riite.407731>
- Viera P. (2021a) *Aportes para la reflexión sobre el diseño curricular de la formación de grado de los educadores*. https://cerpsw.edu.uy/wp-content/uploads/2021/09/VERSION-APROBADA_Aportes-para-la-reflexion-diseno-curricular-formacion-de-grado-educadores.-Docum-BORRADOR-19-07-21-1-1.pdf
- Viera P. (2021b) (11 agosto 2021) *La Formación Docente en redes académicas internacionales: experiencias exitosas en investigaciones conjuntas*. XII Foro de Experiencias Exitosas – IFD Rivera. Uruguay.
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. doi: <http://dx.doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (46). Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/red/article/view/240321>
- Zapata-Ros, M. (2018). Pensamiento computacional. Una tercera competencia clave. *El pensamiento computacional como una nueva alfabetización en las culturas digitales*. Murcia: Universidad de Murcia, 4-87.
- Zapata-Ros, M. (2019). Pensamiento computacional desenchufado. Recuperado a partir de <https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1690/1/a18.pdf>

Zucchetti, A., Cobo, C., & Montaldo, M. (2020). Uruguay: integrar las tecnologías de la información y las comunicaciones en la educación. Tecnología: Lo que puede y no puede hacer por la educación: Una comparación de cinco historias de éxito.