



Formación docente en robótica educativa: aportes de los docentes del programa Ondas-Minciencias en el Valle del Cauca

Sandra Liliana Castillo-Vallejo*

Lalo Wilderman Reyes-Perez**

Castillo-Vallejo, S. y Reyes-Perez, L. (2024). Formación docente en robótica educativa: aportes de los docentes del programa Ondas-Minciencias en el Valle del Cauca. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 20(1), 69-89. <https://doi.org/10.17151/rlee.2024.20.1.4>

Resumen

La sociedad de la información y el conocimiento demanda de nuevos aprendizajes y por ende de nuevas maneras de enseñar, en este contexto emerge la necesidad de que los docentes puedan acceder a formación en nuevas tecnologías aplicadas a la educación como la robótica educativa; pese a esta necesidad, se encuentra que en países como Colombia todavía hay mucho por hacer y recorrer en el campo de la formación docente en robótica educativa. Por lo anterior esta investigación pretendió brindar voz a un grupo de docentes que han hecho parte de la línea de robótica en el programa Ondas de Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación en el Valle del Cauca y que pertenecen a instituciones educativas oficiales distribuidas a lo largo de los 42 municipios que conforman el departamento, con la finalidad de analizar reflexivamente sobre las consideraciones para la formación docente en robótica educativa con base en la experiencia y percepciones de ellos.

La investigación presentada en este artículo hizo parte de uno de los componentes de análisis de una investigación doctoral que construyó y planteó un modelo de formación docente en el campo previamente mencionado. La metodología fue cualitativa; de tipo descriptivo-comprensivo y se emplearon las técnicas de

* Artículo derivado de la tesis de doctorado “Modelo de Formación Docente en Robótica Educativa”. Doctorado en Educación, Universidad Santiago de Cali-Colombia.

Doctora en Educación. Universidad Santiago de Cali. Cali, Colombia. E-mail: doctoradoeducación@usc.edu.co
 orcid.org/0000-0001-6475-0618. [Google Scholar](#)

** Magister en Informática Educativa. Universidad Santiago de Cali. Cali, Colombia. E-mail: lalo.reyes00@usc.edu.co.
 orcid.org/0000-0002-5399-5502. [Google Scholar](#)

Recibido: 11 de septiembre de 2023. Aceptado: 16 de noviembre de 2023

entrevistas semiestructuradas junto con grupos focales. Mediante un análisis reflexivo de los aportes de los docentes, organizados en categorías de análisis y con el apoyo de redes semánticas generadas con software de procesamiento cualitativo, se pudo concluir que es apremiante contar con espacios de formación docente en robótica educativa guiados por equipos interdisciplinarios de licenciados y expertos en robótica, que brinden herramientas para ejercer cambios a nivel de integración curricular y estrategias didácticas. Esto supone un reto enorme para las facultades de educación que deben transformar sus programas de formación docente inicial y continuada para poder atender estos retos que trae consigo una educación dinámica y en continua evolución.

Palabras clave: robótica, educación, formación de docentes, robótica educativa.

Teacher training in educational robotics: contributions from teachers of the Ondas-Minciencias Valle del Cauca Program

Abstract

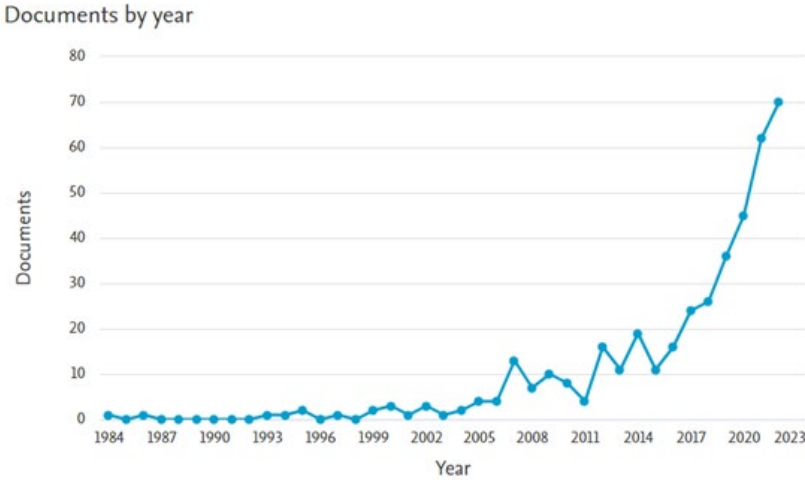
The information and knowledge society demands new learning and consequently new ways of teaching. In this context, the need for teachers to access training in new technologies applied to education, such as Educational Robotics, emerges. Despite this need, it is found that in countries like Colombia there is still much to do and a long way to go in the field of teacher training in educational robotics. Therefore, this research intended to give voice to a group of teachers who have been part of the Robotics Line in the Minciencias Ondas program in the Department of Valle del Cauca and who work in public schools distributed throughout the 42 municipalities that make up the Department, in order to reflectively analyze their considerations for teacher training in educational robotics, based on their experience and perceptions. The research presented in this article was part of one of the analysis components of a doctoral research that built and proposed a teacher training model in the previously mentioned field. The methodology was qualitative of descriptive-comprehensive type and semi-structured interview techniques along with focus groups were used to gather the necessary data. Through a thoughtful analysis of the contributions of teachers organized into analysis categories, and with the support of semantic networks generated with qualitative processing software, it was concluded that it is urgent to have teacher training spaces in educational robotics guided by

interdisciplinary teams of graduates and experts in robotics, which provide tools to carry out changes at the level of curricular integration and teaching strategies. This supposes a huge challenge for the Faculties of Education that must transform their initial and continuing teacher training programs in order to meet the challenges that a dynamic and in continuous evolution education brings.

Keywords: robotics, education, teacher training, educational robotics.

Introducción

A nivel internacional las métricas de bases de datos de relevancia como Scopus (Gráfica 1) muestran que hay un creciente interés de la comunidad académica por trabajar en el campo de la formación docente en robótica educativa; de igual manera se observa que si bien inicialmente muchas de las publicaciones se centraron solamente en la robótica educativa, en tiempos recientes se ha comenzado a brindar atención a la formación docente en robótica educativa como un elemento de gran relevancia. A nivel latinoamericano distintas entidades de naturaleza pública, privada y mixta han desarrollado varias iniciativas que dentro de sus componentes de acción tienen la formación docente en robótica educativa; un primer ejemplo lo presentan Llambi et al. (2023), la iniciativa se llama Program.AR en Argentina y de igual forma Acaso y Manzanera (2015) relacionan el trabajo en educación disruptiva de la Fundación Telefónica en Iberoamérica.



Gráfica 1. Métricas sobre el interés académico de la formación docente en robótica educativa

Nota. Gráfica generada por la herramienta de análisis de publicaciones por año de Scopus para la ecuación de búsqueda: TITLE-ABS-KEY (educational AND robotics AND training AND teachers)

En concordancia con lo anterior para el caso de Colombia es bien conocida la importancia del Plan Decenal de Educación 2016-2026 pues es el derrotero que marca la política pública en todo lo relacionado con la educación para la última década. Este documento señala que varios de sus objetivos específicos están relacionados de forma implícita con nuevas tecnologías, como la robótica educativa, destacando especialmente la necesidad de formación docente para implementar estas tecnologías en sus prácticas de enseñanza, Ministerio de Educación Nacional (2017). De igual manera el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación de Colombia -Minciencias- tiene desde hace más de dos décadas al programa Ondas como su estrategia base para el fortalecimiento de vocaciones científicas e investigativas en estudiantes en etapa escolar Programa Ondas (s.f.). Para el caso del Valle del Cauca los estudiantes y docentes que hacen parte del programa pueden incursionar en líneas de investigación pertenecientes a distintos campos del conocimiento; desde 2016 el programa ofrece la línea de investigación en robótica y en el recorrido de esta se ha podido observar la necesidad de una formación docente en robótica educativa de más de un centenar de docentes que provienen de los 42 municipios del departamento del Valle del Cauca y que a lo largo de estos años han participado de esta línea.

Asimismo, se puede evidenciar cómo la formación docente en robótica educativa se configura como una necesidad apremiante que permite movilizar más estudios en este sentido y que conlleva a superar las barreras en términos de conocimiento disciplinar en robótica ya evidenciadas por Chalmers (2018) o de integración en sus áreas y mencionada por Boice et al. (2021). De igual manera, el explorar los procesos de la formación docente en robótica educativa podría brindar un marco de aplicación más amplio en Colombia a trabajos de propuestas curriculares como la de Perez y Mendoza (2020); adicionalmente, se debe destacar la relevancia de la presente investigación ya que, en el contexto Colombiano se ha abordado la formación docente en múltiples campos, que resultan mayoritariamente distintos a la robótica educativa, lo que lo incluiría en la categoría de trabajos pioneros en este campo, en razón también de la naturaleza de su objetivo que es analizar reflexivamente los aspectos que se podrían tener en cuenta para la formación docente en robótica educativa, a partir de las percepciones y experiencia de los docentes que han hecho parte la línea de robótica del programa Ondas del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, en el Valle del Cauca por más de media década.

Por otra parte, y ya en términos de la estructura del artículo, luego de la introducción se inicia con la presentación de los materiales y métodos de la investigación, la cual es de tipo descriptivo-comprensivo. Esta metodología permitió hacer énfasis en el protagonismo de docentes como sujetos activos y centrales del estudio, quienes conforman la población participante. De igual forma, el artículo presenta las preguntas orientadoras iniciales y las respuestas que los docentes dieron a ellas, configurando así los resultados. También, en la discusión se realiza el análisis de los resultados relacionando la información de las respuestas con elementos propios del sustento teórico y de investigaciones precedentes. Finalmente se dan a conocer las conclusiones, poniendo de manifiesto la relevancia de pensar la formación docente en robótica educativa del profesorado en Colombia como escenario emergente en el contexto de la sociedad de la información y el conocimiento.

Materiales y métodos

Previamente se presentó el objetivo del estudio, que por su naturaleza y contexto de desarrollo facilitó el uso de un enfoque de investigación cualitativo del tipo descriptivo-comprensivo; también es oportuno recordar que el enfoque cualitativo permite tener una visión de la realidad en un espectro más amplio como lo menciona

Sampieri (2018). Para el análisis, además de la caracterización demográfica inicial, se plantea un conjunto de cuatro bloques de preguntas orientadoras que se relacionan a continuación:

1. ¿Han participado de algún proceso de formación docente en robótica educativa?, en caso de que así sea ¿qué detalles nos puede compartir del mismo?
2. ¿Qué esperaría en términos de aprendizajes de un proceso de formación docente en robótica educativa?
3. Describa la forma en que realiza prácticas de robótica educativa con sus estudiantes, ¿lo hace a nivel curricular o extracurricular? ¿Aplica alguna metodología en particular?
4. ¿Qué oportunidades y dificultades ha encontrado para implementar procesos de robótica educativa con sus estudiantes desde su formación docente?

Debido a la naturaleza de las preguntas anteriores se acogieron las técnicas de entrevista semiestructurada como los grupos focales, en función de la posibilidad de acceso a la ubicación geográfica de los participantes; la entrevista semiestructurada fue aplicada a los docentes que estaban en locaciones rurales remotas y grupos focales a los docentes que por su ubicación geográfica se le facilitaba más el desplazamiento a un punto de encuentro común. En cuanto a la población participante, estuvo conformada por docentes que se escogieron con los siguientes criterios de inclusión:

1. Tener disposición para destinar el tiempo necesario para participar del estudio.
2. Haber pertenecido al programa Ondas en el Valle del Cauca.
3. Haber hecho parte con sus estudiantes de la línea de robótica del programa Ondas en el Valle del Cauca durante las convocatorias 2016 en adelante.

Además del total de potenciales docentes participantes, treinta y dos docentes provenientes de distintos municipios del departamento del Valle del Cauca fueron los que cumplieron con la totalidad de los criterios de inclusión; el perfil demográfico de los docentes en mención es el siguiente:

- 60% hombres y 40% mujeres.
- Distribución geográfica Zona Sur: 30%, Zona Norte: 45%, Zona pacífica: 10% y Zona Oriente: 15%.
- Pertenecientes a Instituciones rurales 40% y urbanas 60%.
- Rango de edades: 20 a 30 años el 28%, 30 a 40 años el 42%, 40 a 50 años el 20% y más de 50 años el 10%.
- Nivel formativo: 20% normalistas, 50% profesionales, 20% especialistas y 10% magister.
- Área de desempeño: Tecnología o Informática 52%, Matemáticas 14%, Biología 12%, Lenguaje 10%, Artística 8% y otras Áreas 4%

En el marco de las entrevistas semiestructuradas y de los grupos focales se pudo entablar conversaciones con los docentes de forma directa y en un contacto más estrecho y humano que en ocasiones es más complejo de alcanzar a través de medios como la virtualidad y que le dio a la investigación un valor adicional desde la perspectiva cualitativa y de la investigación social en general. También es necesario señalar que para facilitar el análisis del alto volumen de información derivado de las respuestas de los docentes se creó un sistema de categorías de análisis basado en los bloques de preguntas aplicadas; de igual forma el sistema de categorías sirvió para generar redes semánticas con el apoyo de software de procesamiento cualitativo; todos estos elementos facilitaron el proceso de análisis y de resultados realizado en la investigación.

Finalmente es necesario indicar que las características de los bloques de preguntas permitieron la obtención de datos descriptivos de las percepciones y prácticas de los participantes en torno a la formación docente en robótica educativa, tal como lo hicieron estudios de Bastidas y García (2021) , al igual que Centeno y Acuña (2023) en otros planos de la formación profesoral. Los datos descriptivos mencionados anteriormente permitieron la comprensión del fenómeno desde su contexto y en especial desde su actor más crucial: el docente como agente activo de su propio aprendizaje.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados en cuatro apartados correspondientes a las categorías de análisis que se mencionaron previamente y que emergieron de los bloques de preguntas realizadas a los docentes en el marco de los grupos focales y las entrevistas.

Procesos de formación docente en robótica educativa:

Respecto a estos procesos formativos, entre los aportes y apreciaciones realizadas por los docentes se destacan los siguientes:

Mayoritariamente (85%) los docentes no han participado de procesos de formación docente en robótica educativa, la incursión de los docentes en este campo se deriva de la iniciativa propia y/o procesos de autoformación que en algunos casos se apoya de contenidos disponibles en las redes sobre esta temática. Mencionan que de darse la oportunidad les gustaría hacer parte de estos procesos.

En contraste, los docentes que minoritariamente (15%) mencionaron haber participado de procesos de formación docente en robótica educativa coinciden en que han sido espacios de muy corto tiempo, al punto de que se podrían medir en días u horas. Algunos de estos procesos estuvieron asociados a visitas a instituciones, entidades o iniciativas como computadores para educar, Ministerio TIC, Servicio Nacional de Aprendizaje y Puntos Vive Digital entre otras que han hecho formación en este campo.

Respecto a la modalidad, la formación fue presencial o híbrida, siendo el periodo de la pandemia donde las actividades de formación docente en robótica educativa se asociaron más fuertemente al E-Learning, aunque la deserción de los docentes también fue una constante durante estos procesos por el tema de los tiempos disponibles de estos últimos.

También es necesario resaltar que ningún docente licenciado relacionó haber recibido formación docente en robótica educativa durante sus estudios universitarios, salvo aquellos docentes que no son licenciados y que en su lugar cuentan con formación en áreas técnicas o de ingeniería, quienes derivan su aprendizaje en

robótica educativa, del conocimiento adquirido a nivel disciplinar de la robótica específicamente durante sus estudios técnicos o profesionales.

Expectativas de un proceso de formación docente en robótica educativa:

Los docentes participantes indicaron que les gustaría aprender a armar y programar robots, a la vez que manifestaron querer aprender a usar los robots en sus clases con la finalidad de hacerlas más llamativas para sus estudiantes. Por otra parte, hubo coincidencia entre los docentes en señalar que la formación docente es una forma de cualificarse más en nuevas tecnologías y que les causa bastante curiosidad la robótica.

De forma similar, los docentes manifestaron que esperan de un proceso de formación docente en robótica educativa les permita aprender a usar los robots como alternativa para la enseñanza de programación a sus estudiantes. Otro punto de coincidencia de los docentes es que esperarían de un proceso de formación docente en robótica educativa la posibilidad de aprender a manejar materiales y kits que han llegado de tiempo atrás a sus instituciones y que no saben manejar porque la capacitación la recibieron otros docentes que ya no están.

También señalaron los docentes que han hecho autoformación a través de contenidos disponibles en la red que les gustaría que un proceso de formación docente en robótica educativa, les permitiera aclarar tanto a ellos como a sus estudiantes muchas dudas que resultan al poner en práctica lo aprendido mediante estos procesos. De manera similar, algunos docentes manifestaron la necesidad de formación docente en robótica educativa, porque básicamente no hay libros que les sirva de guía, a diferencia de otras áreas más tradicionales del currículo.

Prácticas de robótica educativa con los estudiantes:

Los docentes manifestaron que sus prácticas tienden a considerar de forma implícita a la robótica más como un fin que como un medio para movilizar otro tipo de aprendizajes distintos a los disciplinares y más conexos con el campo curricular propio de cada institución educativa y de su Proyecto Educativo Institucional.

Por otra parte, se observa una alta heterogeneidad en la estructura de las prácticas que realizan los docentes con sus estudiantes al abordar la robótica educativa.

incluso se evidencia la ausencia del seguimiento de estructuras. Sin embargo, hay docentes que vinculan de forma empírica ciertos elementos propios de la metodología del programa Ondas del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, mientras que otros asocian elementos propios de su organización curricular o del Proyecto Educativo Institucional, en asocio al carácter urbano o rural de cada institución.

Oportunidades y dificultades de aplicar la robótica educativa con sus estudiantes:

Los docentes resaltaron dificultades para explicar a los estudiantes algunos conceptos técnicos o propios del campo de la robótica educativa por falta de capacitación en estrategias didácticas y metodológicas, ya que quienes capacitan generalmente son ingenieros con un asesoramiento mínimo en el ámbito educativo. También mencionan la rápida velocidad con que se están introduciendo nuevos robots educativos al mercado y las implicaciones que esto tiene para poder responder esta situación si no hay procesos permanentes de formación.

También señalaron la falta de apoyo institucional que mencionan los docentes para poder implementar procesos de robótica educativa, contrasta con el gusto e interés de los estudiantes y de ellos mismos por temas como este, que están fuertemente ligados a las nuevas tecnologías aplicadas al ámbito educativo. En este contexto, mencionaron la importancia de que el programa Ondas del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación se convierta en un apoyo para generar espacios de formación docente en robótica educativa.

Además, los docentes resaltaron como una oportunidad destacable, el empoderamiento de algunos estudiantes cuando crean algo nuevo con sus propias manos. También manifestaron la posibilidad de desarrollar habilidades socioemocionales, principalmente en estudiantes que enfrentan dificultades de convivencia o para socializar en sus grupos.

Discusión

Al igual que con los resultados, la discusión se presenta organizada en cuatro bloques que corresponden a las categorías de análisis propuestas para el procesamiento de la información cualitativa:

Procesos de formación docente en robótica educativa:

De entrada, se observa que hay una problemática consistente en que los docentes manifiestan no haber participado de procesos de formación docente en robótica educativa y que el conocimiento y la experiencia en este campo lo deben a procesos de autoformación adelantados por iniciativa propia. Esta situación debería transformarse para facilitar escenarios de formación docente en robótica educativa para lograr experiencias como la presentada por Bautista (2022), donde se evidencia cómo la robótica educativa puede movilizar en los docentes el fortalecimiento de procesos como la creatividad, solución de problemas, pensamiento crítico que claramente pueden tener una incidencia posterior muy positiva en las clases con sus estudiantes.

De forma paralela a lo anterior, también es notorio que los docentes tienen varios elementos formativos y de otros planos que resultan de mucho valor, pero entre los que se destacan el interés y la disposición por aprender de robótica educativa. Estos elementos coinciden con la observación de Sisman y Kucuk (2019), en los aspectos de los docentes participantes en su estudio. El interés por la robótica educativa ha llevado a muchos docentes a desarrollar procesos de autoformación, lo cual coincide con lo observado y reportado en el informe del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado, INTEF (2018).

Otro elemento de atención es que los docentes que han tenido la oportunidad de participar de procesos de formación docente en robótica educativa señalan que los tiempos de formación son considerablemente cortos, al punto de poderse medir incluso en días u horas, una posible explicación es que esto ocurre cuando la finalidad sea capacitar en el uso de un robot o plataforma robótica específica, pero no cuando se pretende desarrollar procesos que permitan una efectiva formación docente en robótica educativa. Muestra de lo anterior es que iniciativas como la de Program.AR en Argentina, Program.AR (s.f.), o del INTEF (s.f.), en España, entre

muchas otras, tienen ciclos de formación docente en robótica educativa y disciplinas conexas, de una duración considerable en términos de tiempo.

Simultáneamente se observa en los resultados que ningún docente licenciado relacionó haber recibido formación docente en robótica educativa durante sus estudios universitarios. Esta situación merece una especial atención cuando precisamente entra a refirir con uno de los principios que da título a una de las obras de formación docente de Imbernón (1989), en la cual básicamente deja entrever que desde esa época se parte de una premisa y es que tanto la formación inicial docente, como la formación permanente o continua del mismo son etapas de un mismo proceso si se piensa en una educación de calidad.

De igual forma es de anotar que los docentes con formación en áreas técnicas o de ingeniería deriven su aprendizaje en robótica educativa del conocimiento disciplinar en robótica adquirido durante sus estudios universitarios. Lo anterior debido a que al igual que los licenciados podrían hacer aportes relevantes a los procesos de formación docente en robótica educativa, tal como lo avizoraba en términos de luces y sombras el estudio de caso realizado por Collazos y Mesa (2016). Los aportes mencionados pueden relacionarse desde el campo disciplinar de la robótica propio de la ingeniería o desde los campos de la didáctica y el currículo propios de la educación.

También es necesario indicar que quienes han participado de formación docente en robótica educativa, lo han hecho en iniciativas estatales, privadas y mixtas, lo que permitiría entender la naturaleza de sus procesos formativos y así determinar potenciales fortalezas o mejoras de la formación docente en robótica educativa actual. Teniendo en cuenta lo anterior, la formación docente en robótica educativa podría verse beneficiada de los procesos de educación a distancia mediados por tecnologías como el E-learning, b-learning, entre otras de tal forma que se pudiera llegar a escenarios como el planteado por Fernández et al. (2018) en el contexto latinoamericano.

Expectativas de un proceso de formación docente en robótica educativa:

Un primer aspecto que llama la atención es que estudios como los de Sánchez et al. (2020) y Castelblanco (2021), reportan que la robótica educativa moviliza la curiosidad y otros comportamientos muy positivos en estudiantes. Sin embargo,

para el caso de la presente investigación resulta llamativo que los docentes en sus apreciaciones también mencionan la curiosidad que les genera un robot. La curiosidad es muy trascendente ya que además hace presencia en cada uno de los estadios de la espiral de pensamiento creativo de Resnick (2007), que es un referente conceptual necesario al momento de discutir de nuevas tecnologías aplicadas a la educación, como la robótica.

Los docentes manifestaron que esperan de la formación docente en robótica educativa poder utilizar los equipos de robótica de sus instituciones, ya que llevan meses e incluso años guardados por no contar con la formación suficiente para generar en ellos la autoconfianza necesaria para su manejo. Situaciones como estas, ya han sido reportadas en otros países de la región por trabajos como el de Fernández et al. (2018). En asocio a lo anterior estuvieron aquellos docentes que esperaban de la formación docente en robótica educativa realizar clases más “interesantes” con sus estudiantes. Este deseo resulta significativo porque concuerda en gran medida con varias de las diez nuevas competencias que Perrenoud (2004) señala en su obra como deseables para un docente.

A nivel de expectativas de la formación docente en robótica educativa asociadas a conocimientos, los docentes manifiestan querer aprender metodologías y didácticas para enseñar procesos de programación, esta apreciación evidencia que el robot podría ser un vehículo válido para este propósito tal como ya lo han mostrado Ruiz et al. (2021) y Córdoba y Ahumada (2023). Esto es relevante porque se observan los esfuerzos en varios países incluidos Colombia por proponer programas que permitan enseñar codificación desde la etapa escolar, sin olvidar los desafíos propios que esto conlleva y que bien los señalan Vázquez et al. (2019) en su investigación.

En línea con lo anterior los docentes manifestaron que la formación docente en robótica educativa debería brindar elementos metodológicos y didácticos para sus clases ya que no los solían encontrar con facilidad por la falta de literatura relacionada directamente a la robótica educativa o porque los recursos que consultaban en la red no les permitían acceder a ellos de la forma más expedita. Es importante identificar este inconveniente, porque muestra que existe la posibilidad de que la formación docente en robótica educativa pueda suplir esta situación teniendo en cuenta uno de los conceptos más relevantes del programa Ondas del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación: la Investigación como Estrategia Pedagógica, Colciencias (2011a). Esta concepción contribuye a que los docentes dejen su rol

tradicional de reproducir conocimiento para quizás en algún momento empezar a producir por cuenta propia más allá de lo que proponen los textos escolares o los recursos en la red.

Prácticas de robótica educativa con los estudiantes:

Un primer elemento a destacar en las apreciaciones de los docentes es que, mayoritariamente en sus prácticas la robótica es vista como un fin. No obstante, en algunos casos es observada como un medio para movilizar otro tipo de aprendizajes distintos a los disciplinares. En este sentido es necesario que la formación docente en robótica educativa pueda contemplar ambas perspectivas, pero sin dejar de lado el potencial que estudios como los de Sampredo et al. (2020), en los que se ha mostrado los beneficios que puede llegar a tener el concebir a la robótica como un medio y no como un fin en sí misma.

Los docentes esperan que sus prácticas en robótica educativa tengan un carácter integrador con otras áreas, lo cual resulta muy necesario a la luz de propuestas curriculares como la Perez y Mendoza (2020) en el contexto colombiano. De igual forma, emerge en las apreciaciones de los docentes el tener en cuenta elementos contextuales de la institución para las prácticas en robótica – contexto urbano, rural, proyecto educativo institucional, etc.-. Es importante tener en cuenta que estos elementos de contexto se vuelven conocimiento previo de los docentes y estudiantes evitando así incurrir mediante la formación docente en robótica educativa en el modelo de educación bancaria que planteó Freire (1973) en el que el estudiante – en este caso el docente- es un receptáculo vacío despojado de cualquier forma de conocimiento previo en el que se implanta un cúmulo de información.

En conexión con lo anterior, se puede fortalecer la estructura heterogénea de las prácticas docentes en robótica educativa si se retoman elementos de la teoría constructivista de Papert (1980), junto con sus aportaciones conceptuales y metodológicas de cómo concebir la tecnología al servicio de la educación, de la mano con elementos propios de los estadios del pensamiento creativo que plantea Resnick (2007).

También es de resaltar que los docentes recurren de forma empírica a algunos elementos propios de la metodología de investigación del programa Ondas del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación. Esto llama la atención ya que

la formación docente en robótica educativa puede fortalecerse con elementos conceptuales, procedimentales y metodológicos propios del programa. De ahí surge la necesidad de un considerable esfuerzo para poder tomar los aportes de Colciencias (2011b), Colciencias (2011c) y Colciencias (2011d), de tal forma que puedan contribuir a un proceso de formación docente en robótica educativa.

Oportunidades y dificultades de aplicar la robótica con sus estudiantes:

Los docentes en sus apreciaciones mencionan que hay un apoyo institucional que necesita ser fortalecido para las iniciativas en robótica educativa. Sin embargo, destacan que esta dificultad se ve compensada por el significativo gusto e interés de los estudiantes, lo cual coincide con lo reportado por los trabajos de Martínez y Pesce (2019) y Merlo et al. (2020). También reconocen el interés del programa Ondas del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación en el Valle del Cauca por abordar el tema de la robótica educativa, tal como se puede observar en Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación (2020).

De igual forma, se reconoce como una oportunidad, el que la formación docente en robótica educativa permita trabajar aspectos socioemocionales de los estudiantes, lo cual coincide con los hallazgos de Gonzales y Muñoz (2020), en los que se apuntó directamente al fortalecimiento de estas habilidades con el uso de la robótica educativa. También la creatividad se toma como oportunidad, dado que representa en el marco de conceptualizaciones como la Espiral de Resnick (2007), que está en plena concordancia con elementos teóricos del construccionismo de Papert (1980).

Otra dificultad identificada, es la falta de capacitación en robótica educativa que les brinde a los docentes las habilidades necesarias para integrar la robótica educativa a sus asignaturas. En otros países ya se ha abordado la problemática desde la academia como lo señala Corvera (2019) en el marco de un plan de actualización docente en robótica educativa de una facultad de educación. En ese mismo trabajo también se coincide en la apreciación de los docentes sobre el vertiginoso crecimiento del campo de la robótica educativa y las implicaciones que en términos de formación esto puede llegar a representar. En Colombia, aunque los avances son aún incipientes, se están realizando esfuerzos de forma tangencial a través de las orientaciones curriculares para tecnología e informática del Ministerio de Educación Nacional (2022).

Sin embargo, una dificultad que se convierte en oportunidad de mejora y que ya había emergido con otro matiz, es que los docentes que han participado de procesos de formación docente en robótica educativa mencionan que en la mayoría de los casos quienes capacitan son ingenieros como lo señalaba en su estudio de caso Collazos y Mesa (2016). En este sentido, sería necesario que la formación docente en robótica educativa fuera liderada por equipos multidisciplinarios donde también hagan parte docentes con formación de base en licenciaturas, ya que esto lograría potencializar más los resultados de estos procesos formativos y permitiría procesos de integración curricular como los propuestos por Perez y Mendoza (2020), gracias al valor simbólico que como “pedagogía invisible” en términos de Acaso (2018), tendría para los docentes participantes un equipo de formadores en robótica educativa de licenciados y no licenciados.

Conclusiones

Esta investigación efectivamente pudo llevar a cabo un análisis reflexivo de los aspectos que se pueden tener en cuenta al momento de hablar de la formación docente en robótica educativa, a partir de las percepciones y experiencias de los docentes que han hecho parte de la línea de Robótica del programa Ondas del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación en el Valle del Cauca. Es necesario recordar que los aspectos aquí generados a partir de las percepciones y experiencias de los docentes son tan solo uno de los componentes de análisis que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de una investigación doctoral más amplia que tenía por objetivo central la elaboración de un modelo de formación docente en robótica educativa. A continuación, se presenta el desarrollo de cada uno de los aspectos obtenidos de las percepciones y experiencias de los docentes, abordadas en este artículo.

El primer aspecto está asociado a la participación que los docentes hayan tenido en procesos de formación docente en robótica educativa y ahí se encontró que efectivamente hay una muy baja oferta de este tipo de programas, pese al interés que muchos de ellos tienen por capacitarse. De igual manera se observa que estos procesos son de muy corta duración y están más centrados en la educación continuada que en la educación inicial del profesorado. También se identifica que mucho del conocimiento que tienen actualmente los docentes en robótica educativa se debe a procesos de autoformación. De estos aspectos queda claro

que las facultades de educación y los programas de licenciatura tienen la enorme oportunidad de transformarse tanto en sus programas de educación inicial como continuada en términos de la formación docente en robótica educativa.

El segundo aspecto da luces sobre lo que esperan los docentes en términos de un proceso de formación docente en robótica educativa. Por una parte, mencionan que esta formación debe ir más allá de los contenidos educativos disponibles en las redes. Por otro lado, hay una clara intencionalidad por parte de ellos en aprender de robótica educativa para transformar sus clases y hacerlas más llamativas partiendo de la curiosidad que este tema genera tanto en los estudiantes como en ellos, transformando sus metodologías y didácticas con modelos disruptivos de clase.

El tercer aspecto da cuenta de la forma en la que los docentes trabajan la robótica educativa con sus estudiantes. Un primer elemento es que la robótica se concibe muchas veces como un fin y no como un medio de movilización de otros aprendizajes y no por falta de interés, sino por falta de conocimiento de estrategias efectivas para la enseñanza. También se menciona la importancia de contextualizar la práctica e incorporar algunos elementos propios de la metodología del programa Ondas del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación. Sin embargo, es necesario fortalecer las estructuras de las prácticas actuales. De esto resulta necesario fomentar comunidades de práctica y aprendizaje donde los docentes puedan compartir experiencias y aprender unos de otros.

El cuarto aspecto revisado da cuenta de las oportunidades y dificultades derivadas de aplicar la robótica educativa con los estudiantes, se destaca que los estudiantes tienen un interés significativo por el tema que quizá supere la falta de apoyo institucional que habitualmente se presenta. También ven una oportunidad en el desarrollo socioemocional de los estudiantes mediante la robótica, puesto que reconocen la rápida evolución que tiene el campo y en este sentido la necesidad de la formación docente en robótica educativa permanente por parte del profesorado, así como la participación de equipos interdisciplinarios que agencien la formación docente en robótica educativa y asuman todas estas fortalezas y oportunidades de mejoras planteadas por los docentes.

A manera de cierre, para futuros estudios sobre formación docente en robótica educativa, se recomienda ampliar la población participante teniendo en cuenta a docentes del programa Ondas en otros departamentos del país, así como aquellos

docentes que tengan interés en el campo de la robótica educativa. De igual forma, es oportuno señalar que esta investigación sirve de base para la construcción de un modelo de la formación docente en robótica educativa que se puede aplicar a las instituciones que hacen parte del programa Ondas del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación en el Valle del Cauca, pero también puede ser llevado a escenarios más amplios, contribuyendo así a mejorar la calidad educativa en el país, gracias a una mejor formación de los docentes se podrá responder a las necesidades y exigencias de la era digital, la sociedad de la información y el conocimiento.

Referencias bibliográficas

- Acaso, M. (2018). *Pedagogías invisibles: El espacio del aula como discurso*. La Catarata. https://www.catarata.org/libro/pedagogias-invisibles_44682/
- Acaso, M. y Manzanera, P. (2015). *Esto no es una clase. Investigando la educación disruptiva en los contextos educativos formales*. Fundación Telefónica.
- Bautista, D. (2022). *Robótica educativa para el desarrollo de competencias Stem en docentes de formación posgradual en Bogotá-Colombia, 2021*. [Tesis de doctorado, Universidad Privada Norbert Wiener]. Repositorio Institucional Robert Wiener.
- Bastias, M. y García, C. (2021). Uso de tecnologías digitales para atender necesidades educativas especiales en la formación docente del educador diferencial. *Revista de Medios y Educación*, 61, 231-256.
- Boice, K. , Jackson, J., Alemdar, M., Rao, A., Grossman, S. y Usselman, M. (2021). Supporting Teachers on Their STEAM Journey: A Collaborative STEAM Teacher Training Program. *Education Sciences*, 11(3), 105. <https://doi.org/10.3390/educsci11030105>
- Castelblanco , L. (2021). *Impacto en la motivación de niños con dificultades educativas implementando robótica educativa*. [Trabajo de grado, Universidad de la Salle]. Ciencia Unisalle. <https://hdl.handle.net/20.500.14625/25770>
- Centeno-Caamal, R. y Acuña-Gamboa, L. A. (2023). Competencias digitales docentes y formación continua: una propuesta desde el paradigma cualitativo. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa-RELATEC*, 22(2), 119-134.
- Chalmers, C. (2018). Robotics and computational thinking in primary school. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 17, 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.06.005>

- Colciencias. (2011a). *La Investigación como Estrategia Pedagógica. Serie Caja de Herramientas para Maestros y Maestras Ondas de Ciencia y Tecnología*. Colciencias.
- Colciencias. (2011b). *La Pregunta como Punto de Partida y Estrategia Metodológica. Serie Caja de Herramientas para Maestros y Maestras Ondas de Ciencia y Tecnología*. Colciencias.
- Colciencias. (2011b). *Producción de Saber y Conocimientos en los Maestros y Maestras Ondas. Serie Caja de Herramientas para Maestros y Maestras Ondas de Ciencia y Tecnología*. Colciencias.
- Colciencias. (2011c). *El Lugar de Maestras y Maestros en Ondas. Serie Caja de Herramientas para Maestros y Maestras Ondas de Ciencia y Tecnología*. Colciencias.
- Colciencias. (2011d). *La Pregunta como Punto de Partida y Estrategia Metodológica. Serie Caja de Herramientas para Maestros y Maestras Ondas de Ciencia y Tecnología*. Colciencias.
- Collazos, M. y Mesa L. (2016). *Luces y sombras en la formación en robótica: el caso Pygmalion* [Trabajo de grado, Universidad de Antioquia]. Repositorio Institucional Universidad de Antioquia. <https://hdl.handle.net/10495/23163>
- Corvera, J. (2019). *Robótica educativa y calidad de docencia-enseñanza de los participantes del programa de Actualización Docente de la Facultad de Educación de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega*. [Tesis de maestría, de la Universidad Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional UNMSM. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/10898>
- Fernández, C., Iriarte, F., Mejía, C., y Revuelta, F. (2018). Contextualización de la formación virtual en robótica educativa de los docentes rurales del Perú. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 2(2), 70-84. <https://www.redalyc.org/journal/2431/243156768006/243156768006.pdf>
- Freire, P. (1973). *Pedagogía del oprimido*. Editorial América Latina.
- Caballero, Y., García, A. (2020). Fortaleciendo el pensamiento computacional y habilidades sociales mediante resolución de problemas con robótica educativa. En E. Fernández, C. Rodríguez y A. Calvo. (Eds.). *Jornadas Universitarias de Tecnología Educativa: Activismo y Tecnología: hacia una universidad comprometida con la educación crítica y emancipadora. Libro de actas, XXVII edición, Santander 26, 27 y 28 de junio de 2019* (395-400).
- Córdoba, M. y Ahumada, L. (2023). Programación y robótica educativa en Colombia: una oportunidad para mejorar. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 750-770. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/6229>

- Imbernón, F. (1989). La formación inicial y la formación permanente del profesorado: dos etapas de un mismo proceso. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado: continuación de la antigua Revista de Escuelas Normales*, (6), 487-499. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=117680>
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. (s.f.). *Ministerio de Educación y Formación Profesional*. <https://intef.es/>
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado, INTEF (2018). *Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula - Situación en España y propuesta normativa*. Ministerio de Educación y Formación Profesional, Madrid. <https://code.intef.es/wp-content/uploads/2018/10/Ponencia-sobre-Pensamiento-Computacional.-Informe-Final.pdf>
- Llambi, C., Borchardt, M., Klinkovich, V., Locca, N., Martínez, C. y Scasso, M. (2023). *Aprendizajes y desafíos para la enseñanza de las Ciencias de la Computación en las escuelas*. Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2071>
- Martínez, M. y Rodríguez, E. (2019). Formación docente en Robótica. *Revista Tecnología y Ciencia*, (35), 82-93. <https://rtyc.utn.edu.ar/index.php/rtyc/article/view/288>
- Ministerio de Educación Nacional. (2022). *Orientaciones Curriculares para el Área de Tecnología e Informática en Educación Básica y Media*. Ministerio de Educación Nacional. <https://bit.ly/3Vs14wl>
- Merlo, R., Rodríguez, V. y Castaño, V. (2020). Robótica Educativa como Herramienta Dirigida al Desarrollo de Pensamiento Algebraico en Edades Tempranas. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 9(2), 245-253. <https://doi.org/10.37843/rtd.v9i2.170>
- Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación. (2020). *Ondas Valle: Artículos de Experiencia e Investigación*. Instituto de Educación y Pedagogía. Santiago de Cali: Universidad del Valle. Minciencias.
- Ministerio de Educación Nacional. (2017). *Plan Decenal de Educación 2016-2026*. Ministerio de Educación Nacional de Colombia.
- Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación de Argentina. (s.f.). *Program.AR*. <https://program.ar/>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc. <https://dl.acm.org/doi/book/10.5555/1095592>

- Pérez- Acosta, G. X. y Mendoza-Moreno, M. A. (2020). Robótica educativa: propuesta curricular para Colombia. *Educación y Educadores*, 23(4), 577-595. <https://doi.org/10.5294/edu.2020.23.4.2>
- Perrenoud, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona: Graó.
- Programa Ondas. (s.f.). *¿Qué es el programa Ondas?* Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación de Colombia. <https://ondas.minciencias.gov.co/programa-ondas>
- Resnick, M. (2007). All I really need to know (about creative thinking) I learned (by studying how children learn) in kindergarten. In Proceedings of the 6th ACM SIGCHI conference on Creativity Y cognition (pp. 1-6).
- Ruíz, C., Montoya, D. y Jiménez, J. (2021). Ambiente visual integrado de desarrollo para el aprendizaje de programación en robótica. *Investigación e Innovación en Ingenierías*, 9(1), 7-21. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7799068>
- Sampedro, J., Sampedro, M. y Andrade, C. (2020). Robótica educativa aplicada a la comprensión de la lógica proposicional. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 5(2), 200-225. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7435305>
- Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill México.
- Sánchez, T., Serrano, J. y Rojo, F. (2020). Influencia de la robótica educativa en la motivación y el trabajo cooperativo en Educación Primaria: un estudio de caso. *Innoeduca: international journal of technology and educational innovation*, 6(2), 141-152.
- Sisman, B., y Kucuk, S. (2019). An Educational Robotics Course: Examination of Educational Potentials and Pre-Service Teachers' Experiences. *International Journal of Research in Education and Science*, 5(2), 510-531. <https://ijres.net/index.php/ijres/article/view/505>
- Vázquez, E, Bottamedi, J. y Brizuela, M. . (2019). Pensamiento computacional en el aula: el desafío en los sistemas educativos de Latinoamérica. *RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*. <https://revistas.um.es/riite/article/view/397901>