

# Pedagogical Diagnosis Following a Proposed Framework for the Implementation of Educational Robotics

M. S. García Medina and J. M. García Caicedo

**Title— Pedagogical diagnosis according to a proposed framework for the implementation of educational robotics.**

**Abstract— The incorporation of educational robotics in any institution leads to a series of steps that guarantee its effective implementation, the first step is oriented towards the pedagogical diagnosis in the different actors of the educational process, to identify the problems that arise and thus achieve an adequate intervention. A framework is proposed to develop the pedagogical diagnosis by phases according to the degree of maturity of the study programs, in addition the first phase of the proposed diagnosis is applied to gather information about the teacher that allows establishing guidelines for the new educational programs that include robotics.**

**Index Terms— educational robots, educational programs, educational institutions, sequential diagnosis.**

## I. INTRODUCCIÓN

Desde hace varios años se ha originado una preocupación compartida y generalizada hacia el creciente desinterés por el estudio de las ciencias, así como la disminución de las matriculaciones en las instituciones de educación superior por parte de los estudiantes, tal como lo afirman los diversos trabajos de la Comisión Europea [1], la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología [2]–[4] y otros estudios [5][6]. En contraparte, la sociedad está exigiendo al sistema educativo el desarrollo de nuevas habilidades y competencias que permitan a los estudiantes dar una respuesta eficiente a los entornos cambiantes del mundo actual, con el fortalecimiento de la cultura tecno-científica entre la población, por lo que las universidades y las escuelas están llamadas a la acción de educar a las nuevas generaciones de ciudadanos digitales.

Este desafío significa que los maestros y educadores no sólo tienen que actualizar sus competencias digitales, sino también deben aplicarlas en sus campos de estudio y de trabajo, mediante la adopción de enfoques y prácticas pedagógicas que mejoren tanto los procesos de enseñanza/aprendizaje como sus resultados finales [7], a

través de estrategias didácticas que contrarresten la situación inicialmente planteada. Al respecto, se ha demostrado que la robótica presenta un gran potencial para el mejoramiento de la educación [8]. En ese sentido, las instituciones educativas deben buscar mecanismos apropiados para la incorporación efectiva de la robótica en las actividades curriculares y extracurriculares. El presente estudio analiza los diversos enfoques propuestos por otros autores y realiza un diagnóstico fundamentado en el trabajo docente para obtener información sobre las estrategias de enseñanza usadas en el aula de clase, uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC) y su percepción sobre la robótica educativa. Con el análisis de los resultados obtenidos se podrán tomar decisiones que contribuyan a una adecuada intervención en los programas de estudio de las instituciones educativas venezolanas.

### A. Trabajos Relacionados

En esta sección se hace referencia a aquellas investigaciones donde se describieron diagnósticos pedagógicos en sus propuestas y sirvieron de antecedentes para contextualizar el trabajo realizado, además de conocer el enfoque dado por otros autores.

En [9] se propuso un curso de formación para profesores en algunas escuelas secundarias italianas, con el objetivo de satisfacer las necesidades de los docentes mediante la combinación de tres componentes básicos: meta cognición, pensamiento crítico y colaboración, desarrollados por medio de laboratorios de errores, en donde los docentes tuvieron la oportunidad de reflexionar y compartir sobre sus prácticas, documentar sus observaciones, identificarse con sus alumnos y finalmente digitalizar sus didácticas.

Durante el desarrollo del curso se aplicaron cuestionarios de análisis de necesidades para determinar los antecedentes digitales de los participantes, así como sus expectativas y propuestas. Se demostró que los docentes dominaban los aspectos pedagógicos, teóricos y técnicos, motivado a que su aprendizaje se basaba en libros y artículos, pero no se sentían cómodos con las nuevas tecnologías en el aula de clase, a diferencia de los estudiantes que las usaban como herramienta principal para adquirir nuevas competencias.

En [10] se analizaron las iniciativas, tendencias, fortalezas, debilidades y oportunidades de proyectos de robótica educativa en países de América Latina y el Caribe, con el fin de sistematizar sus principios educativos. Uno de los objetivos planteados en este trabajo fue diagnosticar las necesidades de desarrollo educativo a través del uso de la robótica. En este trabajo se sugirió que el diseño del

programa educativo esté en función de las necesidades sociales, geográficas, de infraestructura y culturales de los grupos que atienden el programa de formación, con el propósito de lograr una implementación efectiva de las estrategias de enseñanza/aprendizaje; sin embargo, el trabajo estuvo limitado al análisis de contenido de los textos publicados por los proyectos, y no indagaba directamente en las personas que conocen las necesidades pedagógicas, administrativas y técnicas que reportan las instituciones, organizaciones o entes gubernamentales latinoamericanos que trabajan con robótica educativa; además, de la poca experiencia en su diseño e implementación que tenían dichas organizaciones.

En [11] se desarrolló un programa educativo que buscaba capacitar al docente en el tema de la robótica; uno de sus tópicos era proponer un diagnóstico dirigido a los docentes, con el objetivo de conocer sus habilidades iniciales y contar con elementos que sirvieran como línea base para el desarrollo del programa académico. Este trabajo permitió establecer los tópicos de interés relacionados con el tema, considerando los aspectos pedagógicos, evaluativos, internet, herramientas de productividad y finalmente aspectos teóricos sobre la robótica educativa.

En [7] se presentó una metodología que combinaba el aprendizaje contextualizado y la robótica educativa. Se resaltó en su primera fase un diagnóstico inicial que contemplaba el entorno de la institución educativa, los estudiantes y la comunidad, además se hizo un estudio sobre un caso particular donde se aplicó la metodología propuesta. El autor afirma que el primer componente de éxito para la incorporación efectiva de la robótica en las instituciones, está intrínsecamente relacionado con la educación contextualizada, la cual permite relacionar los contenidos con las realidades locales de los actores involucrados; esta relación permitirá mejorar la motivación por el aprendizaje de la ciencia, el razonamiento lógico y matemático, desarrollo de las habilidades del trabajo en equipo, los métodos de enseñanza/aprendizaje y reducir la resistencia al cambio, entre otros beneficios. En esta investigación no se pudieron observar aplicaciones prácticas de la metodología propuesta debido a la falta de Kits de robótica para el desarrollo de las clases; además, fue evidente la necesidad de un experto en el área de robótica que contribuyera con el desarrollo de las prácticas educativas y la carencia de mecanismos e indicadores para medir efectivamente los resultados y beneficios de la metodología propuesta.

En [12] se utilizó la robótica educativa como herramienta para el aprendizaje de los polígonos regulares en los estudiantes del segundo grado de educación básica regular. Inicialmente se aplicó un diagnóstico preliminar a los estudiantes, para estimar los conocimientos previos sobre los polígonos regulares y obtener una línea base, lo que permitió establecer comparaciones con los resultados obtenidos después de la puesta en práctica del curso, de esta manera se pudo medir el impacto de las nuevas estrategias en el aula de clase. En los resultados se demostró que a través de la robótica educativa los estudiantes desarrollaron mayores habilidades en el manejo de conceptos sobre los polígonos regulares con un nivel destacado, en comparación con las técnicas tradicionales de enseñanza. Pero en este proyecto se abordaron las prácticas sin tomar en

consideración los pocos conocimientos que los estudiantes tenían sobre herramientas de programación, lo cual dificultó la implementación de las prácticas al inicio del curso.

En [13] se realizó un estudio para comparar los puntajes de autoeficacia (mejoramiento de la capacidad para ejecutar comportamientos en un dominio particular relacionados con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)) en programas educativos extracurriculares, entre estudiantes masculinos y femeninos a nivel de secundaria que participaron en cursos de robótica o programación, haciendo un análisis demográfico donde se clasificó a los estudiantes por género, etnia, grado, total de estudiantes por institución, cantidad de profesores en la institución, relación de alumnos por profesor, número de estudiantes que han participado en cursos de robótica y los relacionados con STEM. Los resultados indicaron que los estudiantes que participaron en los programas extracurriculares de robótica obtuvieron puntajes significativamente más altos que los estudiantes pertenecientes a otros programas relacionados con STEM; aunque no se tomaron en consideración factores como: selección de una muestra demográfica representativa dentro del distrito escolar, conocimientos de robótica previos, historial académico STEM de los estudiantes y además, la evaluación aplicada a los estudiantes se hizo de manera voluntaria, lo cual podría incidir en los resultados puesto que los estudiantes motivados y con conocimientos sólidos poseen una mayor disposición a presentar una evaluación voluntaria.

En [14] se estudió el desempeño de un grupo pequeño de maestros al aprender sobre el diseño e implementación de lecciones de STEM usando robots. Específicamente, se investigó la participación, el aprendizaje y la enseñanza de STEM en los maestros en servicio, previo a la implementación de un curso de preparación en robótica para maestros de primaria. Los datos obtenidos de encuestas, observaciones en el aula, entrevistas y planes de lecciones, indicaron que los maestros de pre-servicio participaron en actividades con robots de manera activa y consciente. El estudio arrojó que el compromiso de los docentes con STEM mejoró en el aspecto emocional (interés y disfrute) e influyó en su compromiso conductual y cognitivo, además en los diseños de sus lecciones mostraron que su enseñanza STEM se estaba desarrollando en direcciones productivas, aunque dichos resultados no pudieron ser convalidados a través de comparaciones con un grupo de control. Estos hallazgos sugieren que la robótica se puede utilizar para mejorar el compromiso en la enseñanza de STEM.

En [15] se desarrollaron dos instrumentos de recolección de datos: un cuestionario y una entrevista para evaluar el estado real de implantación de la robótica en los centros educativos públicos de la isla de Tenerife, los cuales tuvieron las siguientes dimensiones: la primera estaba relacionada con el estado y modalidad de implantación de la robótica educativa (RE), la segunda se asoció a los elementos condicionantes para la implantación, la tercera se refería a la formación del profesorado, la cuarta intentó captar la predisposición, creencias y satisfacción del profesorado, y la quinta se enfocó en el potencialidad de implantación a largo plazo de la RE. Este trabajo sólo presentó el diseño de los instrumentos omitiendo los resultados posteriores a la aplicación de los mismos.

En [16] se investigó sobre el desempeño y el comportamiento del aprendizaje de estudiantes de primaria en un programa de educación para creadores. Se empleó un experimento con un diseño de prueba previa-posterior y de grupos de control para medir el conocimiento de los contenidos de ingeniería eléctrica, programación y sus habilidades para resolver problemas. Lo relevante del estudio es que se hizo un diagnóstico inicial para compararlo luego de la aplicación del programa; se obtuvieron alentadores resultados relacionados con la superación del miedo al fracaso, ya que los estudiantes tenían inicialmente temor de dañar los equipos electrónicos. En este caso, el profesor reforzó la idea de que el fracaso es positivo y forma parte del proceso de aprendizaje. Por otra parte, el estudio demostró una alta motivación a través de todas las clases: los estudiantes enfrentaban mejor los obstáculos y depuraban los errores mediante el uso de nuevas técnicas como el pensamiento computacional.

### B. Contribuciones

En este estudio se identificaron los depósitos de información de los diferentes actores del proceso educativo como los docentes, estudiantes, instituciones y comunidad, sobre los cuales puede ser aplicado el diagnóstico pedagógico para recopilar y analizar información relevante de forma paulatina que permita intervenir apropiadamente en los programas de estudio para la implementación efectiva de la robótica en las instituciones educativas a nivel de secundaria, logrando proyectos factibles a corto plazo y que vayan evolucionado con el tiempo. A partir de esto, se produjeron dos contribuciones importantes: en primer lugar, se generó un marco de trabajo para la implementación por fases de un diagnóstico pedagógico junto con los lineamientos sugeridos para cada etapa, orientado al estudio de dimensiones específicas, de acuerdo al grado de madurez de los programas educativos en robótica, en aras de establecer una base sólida que permita analizar de forma sistémica y progresiva las variables que intervienen en el proceso de implantación.

Una segunda contribución radica en la implementación de la primera fase de diagnóstico del marco de trabajo propuesto, obteniendo información valiosa sobre las estrategias de enseñanza usadas por los docentes en las aulas de clase, uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y su percepción sobre la robótica educativa (RE), lo cual permitirá direccionar el diseño y desarrollo de programas de RE adecuado a las características propias del profesorado actual.

### C. Organización

Este artículo está organizado de la siguiente manera: la sección II presenta las bases teóricas que dan sustento a la investigación relacionada con RE, diagnóstico pedagógico y estrategias de enseñanza; la sección III se describe la metodología usada para la revisión sistemática de la literatura y el proceso de diagnóstico aplicado a los docentes de las instituciones educativas de la región que se usan como caso de estudio; la sección IV presenta el panorama de los diferentes enfoques para el diagnóstico pedagógico propuestos por los autores; en la sección V se muestran los resultados obtenidos del estudio, en la sección VI se realiza el análisis y la discusión de los resultados obtenidos, para

finalmente cerrar con las conclusiones y futuros trabajos.

## II. BASE TEÓRICAS

### A. Robótica Educativa

En [17] se define como una disciplina que permite concebir, diseñar y desarrollar robots educativos para que los estudiantes se inicien desde muy jóvenes en el estudio de las ciencias y la tecnología. La robótica pedagógica se ha desarrollado como una perspectiva de acercamiento a la solución de problemas derivados de distintas áreas del conocimiento como las matemáticas, las ciencias naturales y experimentales, la tecnología y las ciencias de la información y la comunicación entre otras, es decir, integran diferentes áreas del conocimiento. Sin embargo, esta definición ha tenido que ser ampliada motivado a su impacto en la sociedad. En la literatura los términos "Robótica en Educación" (RiE) y "Robótica Educativa" (RE) son usados como sinónimo, sin embargo en [18] se hace una distinción en ambas denominaciones: RiE es un término más amplio que se refiere a lo que la robótica puede hacer por las personas en educación, por ejemplo, puede ayudar a los estudiantes discapacitados a superar las limitaciones, a los maestros a llamar la atención o entregar contenido a sus alumnos; en cambio, RE se refiere a un campo específico en el que se interceptan diferentes tipos de disciplinas como la robótica, la pedagogía y la psicología.

La robótica educativa se basa en el trabajo de Seymour Papert, Lev Vygotsky y Jean Piaget para traer no sólo la robótica a la educación, sino también crear experiencias significativas en robótica desde una temprana edad [17]; esta consiste en una actividad de análisis, diseño, construcción y programación de robots, en el cual los maestros tienen la responsabilidad de facilitar las actividades y metodologías que permitirán a los estudiantes explorar el tema, el entorno, el contenido de la actividad, sus habilidades y sus conocimientos personales, convirtiéndola en un enfoque STEM: interdisciplinaria y transdisciplinaria.

En [18] se propone una clasificación de la Robótica en Educación que abarca cuatro dimensiones: el entorno de aprendizaje, el impacto en el currículo escolar de los estudiantes, la integración de la herramienta robótica en la actividad académica y la forma en que se lleva a cabo la evaluación. Se puede distinguir la RE como un subconjunto de RiE, tal como se muestra en la Tabla I.

TABLA I  
CLASIFICACIÓN DE LA ROBÓTICA EN EDUCACIÓN PROPUESTA POR [18]

Contexto	Dimensión	Subdimensión
Robótica en Educación (RiE)	Entorno de aprendizaje	Formal
		No Formal
	Impacto en el Currículo	Curricular
		Extracurricular
	Integración de las herramientas de robótica	Robot de asistencia
		Robot de asistencia social Robots sociales <b>Robots educativos (RE)</b>
Actividades de evaluación	Cualitativa	
	Cuantitativa Mixtos	

### B. Diagnóstico Pedagógico

El diagnóstico educativo atiende las necesidades actuales de la sociedad del conocimiento como primer paso para una adecuada intervención. En este se aborda la detección de

problemas, dificultades de aprendizaje de los sujetos y sobre todo se enfoca en la búsqueda de contribuciones que mejoren la educación [19]; en otras palabras, consiste en una actividad teórica-práctica, apoyada en una base epistemológica y un proceso de indagación científica, donde la información recopilada puede referirse a datos puntuales o a un análisis complejo del contexto educativo en que se encuentren los sujetos, además de estar abierta a múltiples metodologías; para luego ser valorada, interpretada y comparada con una teoría aceptada.

Los criterios para clasificar la información obtenida deben ser previamente establecidos y orientados a la elaboración de un pronóstico sobre el desarrollo de la situación pedagógica que permita tomar una decisión sobre los medios a articular, subsanar o para evitar una situación de deterioro. Por otra parte, es importante aclarar que el sujeto, grupo, clase o institución es su objeto de estudio, pero debe ser considerado en todos los aspectos que puedan ser relevantes en relación con el fenómeno a estudiar y no sólo con su proceso de aprendizaje, extendiendo a referencias más amplias como la familia, la comunidad o cualquier otro agente socializador.

### C. Estrategias de Enseñanza

Las estrategias didácticas son las utilizadas por los docentes en el proceso de enseñanza. En [20] estas se definen como: “la acción del maestro para sostener el objeto de enseñanza poniéndolo a la vista del estudiante con la intención de que este se apropie de lo que se muestra” (p. 17); es decir, facilitan el aprendizaje desde la enseñanza docente, diseñando elementos estratégicos y recursos que mejoren los resultados en los estudiantes. Así mismo, es fundamental que el docente comprenda que la estrategia didáctica permite configurar una actuación secuenciada y consciente orientada por principios didácticos representativos como la comunicación, la actividad, la personalización, la socialización y la apertura, entre otros.

Por otra parte, las estrategias didácticas de enseñanza son todas aquellas ayudas planteadas por el docente para facilitar en el estudiante un procesamiento profundo de la información. El docente es quien tiene la función mediadora para crear vínculos usando estrategias de enseñanza entre los contenidos y las capacidades cognitivas del estudiante.

Una clasificación interesante de las estrategias de enseñanza está enunciada en [21], que las estructura en tres áreas primordiales: a) Estrategias centradas en la individualización de la enseñanza, b) Estrategias para la enseñanza en grupo, centradas en la presentación de información y la colaboración, c) Estrategias centradas en el trabajo colaborativo. Cada uno de estos grupos de estrategias está conformado por diferentes técnicas de enseñanza de las cuales sólo se tomarán en cuenta las que tengan mayor impacto para la enseñanza de la robótica o áreas afines, es decir, aquellas que promuevan el trabajo colaborativo, la motivación, la creatividad y actividades prácticas. A efectos del presente trabajo, sólo se consideraron las estrategias de enseñanza, debido a que solo se analizó la labor docente.

## III. METODOLOGÍA

El marco metodológico de la investigación se basó en un

diseño documental para la revisión de la literatura y un diseño de campo para el desarrollo del diagnóstico. Con respecto a la revisión sistemática se consideró el procedimiento propuesto en [22]; el cual permitió tener un panorama del diagnóstico pedagógico orientado a la robótica detallado en la sección IV. En tal sentido, se plantearon una serie de interrogantes que guiaron la presente investigación: ¿Cómo se puede incorporar efectivamente la robótica en las instituciones educativas?, ¿Cuáles son las estrategias de enseñanza que implementan actualmente los docentes en el aula de clase?, ¿Cuál es la percepción que tienen los docentes de la robótica educativa? ¿Cómo aprovechan los docentes los recursos TIC en sus aulas de clase? Posteriormente, se estructuraron las actividades que permitieron obtener información relevante: a) se establecieron los términos o palabras claves para las búsquedas asociadas a los principales ejes temáticos como: RE, y diagnóstico pedagógico, y b) se generaron las consultas booleanas en Google Scholar, estas últimas se muestran en la Tabla II:

TABLA II  
RESUMEN DE LOS CRITERIOS DE BUSQUEDA

Criterio	Expresión	Resultados
1	("educational robotics" OR "pedagogical robotics") "initial diagnosis"	6
2	"educational robotics" diagnosis (Guideline OR "Learning path" OR "Instructional design") -autism	37

Posteriormente se inició el trabajo de campo fundamentado en una investigación cuantitativa, a través del uso de datos primarios, recolectados con los docentes en las instituciones objeto de estudio. En este caso la investigación se estructuró de la siguiente manera: a) no experimental debido a que no se manipula la variable, para lo cual se observaron los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos; b) transeccional, ya que se recolectaron los datos en un momento y tiempo único; c) descriptiva, pues va más allá de la recolección y tabulación de la información, se realizó el análisis y la interpretación de los datos con una finalidad preestablecida; así mismo, se trabajó en la modalidad de proyecto factible, ya que el estudio se llevó a cabo con el propósito de dar solución a una deficiencia detectada en los docentes e instituciones para promover programas educativos en robótica.

Para el diseño del instrumento de recolección de datos se utilizó un cuestionario con 4 reactivos dicotómicos cuyas alternativas de respuesta fueron: SI/NO y 26 reactivos de selección simple con 5 alternativas de frecuencia tipo Lickert (Nunca, Raramente, Ocasionalmente, Frecuentemente, Muy frecuentemente); en la fase de validación se aplicó el juicio de cuatro (4) expertos en didáctica de la enseñanza e ingeniería. Luego se aplicó una prueba piloto a siete (7) docentes, para garantizar la confiabilidad de instrumento: se utilizó el método de Alfa de Cronbach con el cual se obtuvo un valor de 0,8 que representa una alta confiabilidad, y finalmente se aplicó el cuestionario vía web mediante el uso de la herramienta de Survey Monkey.

Se recopiló información sobre las estrategias de enseñanza usadas en el aula de clase, los recursos tecnológicos disponibles en las instituciones educativas y la

percepción sobre la robótica que tienen los docentes de educación secundaria según la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación [23]. La población objeto de estudio fue conformada por profesores de las asignaturas de Física, Matemática e Informática ya que estas materias tienen una mayor vinculación con el área Científica/Tecnológica. La investigación se realizó en instituciones educativas privadas del municipio San Cristóbal, Estado Táchira, Venezuela, en las que se encuentran los Colegios Cristo Rey, Juan XXIII, Cervantes, María Montessori, Pirineos Don Bosco y Metropolitano. Durante las reuniones sostenidas con los directivos se les solicitó información sobre su cuerpo académico que cumplía con los criterios de selección, obteniéndose un total de 25 profesores como la población, por lo que se empleó un censo poblacional. Para el análisis de los datos se aplicaron técnicas de estadística descriptiva, tales como frecuencia, porcentaje, moda, cuadros, esquemas, entre otros, necesarios para un correcto análisis y posterior discusión de resultados del estudio detallados en la sección V.

#### IV. PANORAMA DEL DIAGNÓSTICO PEDAGÓGICO

El propósito de esta sección es dar a conocer las dimensiones del diagnóstico pedagógico que han sido estudiadas o pueden ser exploradas a futuro presentando una visión general orientada hacia el uso de la robótica como complemento de los procesos de enseñanza/aprendizaje en el entorno educativo. El panorama se describe en función de los elementos básicos que conforman el proceso didáctico como son: los docentes, los estudiantes, la institución educativa, los contenidos y el contexto.

##### A. Docentes

En este apartado se mencionan las distintas actividades que desempeña el docente, identificando los aspectos de interés para la fase de diagnóstico los cuales se reflejan en la Tabla III; asimismo, en la columna de trabajos relacionados se indica el número de referencia que aborda la temática en cuestión.

TABLA III  
RESUMEN Y ARTÍCULOS RELACIONADOS EN EL DIAGNÓSTICO DOCENTE

Dimensión	Subdimensión	Trabajos Relacionados
Formación y/o Actualización Pedagógica	TICs en el aula de clase Expectativas, propuestas, mejoras prácticas, experiencias, creencias, predisposición, temores, satisfacción y errores cometidos.	[9], [11], [15]
Uso de estrategias de enseñanza	Trabajo en equipo Proyecto cooperativo y colaborativo	[11]
Preparación de evaluaciones	Instrumentos y técnicas	[11]
Vinculación previa con la Robótica	Participación en eventos Diseño, construcción y programación de prototipos	[11]
Desarrollo de Contenidos	Material Instruccional	[14]

El docente representa el núcleo del proceso educativo, en donde convergen los demás actores, éste se vincula con la institución, tiene contacto directo con los estudiantes, lo cual le permite percibir su naturaleza individual y colectiva; además, establece una relación con los representantes para captar sus inquietudes, propuestas y realidades en el hogar y

es mediador entre los contenidos y los alumnos; razón por la cual existe un gran número de aspectos que se pueden abordar para recolectar información que permita nutrir el proceso educativo. Estos aspectos incluyen: actualización de su formación, expectativas, propuestas, mejores prácticas, experiencias, creencias, predisposición, satisfacción, temores, errores cometidos, antecedentes digitales, así como debatir sobre temas específicos. Además, en este proceso se pueden identificar técnicas que permitan mejorar los instrumentos que miden el conocimiento adquirido en los estudiantes. Por último es importante obtener en nuestro caso, información relevante relacionada con su experiencia previa y predisposición hacia nuevas tecnologías como es el caso de la robótica.

##### B. Institución

Se relaciona específicamente con los colegios, liceos, escuelas o universidades como instituciones educativas para identificar los aspectos de interés durante la fase de diagnóstico, considerando los programas educativos que se imparten, según lo expuesto en la Tabla IV.

TABLA IV  
RESUMEN Y ARTÍCULOS RELACIONADOS EN EL DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL

Dimensión	Subdimensión	Trabajos Relacionados
Programas educativos	Cantidad de disciplinas involucradas Incorporación del componente pedagógico y metodológico.	[10]
	Tipos de programa	[13]
	Proceso, estado y modalidad de implantación Elementos condicionantes para la implantación	[15], [7]

Cada institución trata aspectos relacionados con la administración financiera, recursos humanos, programas de estudio, infraestructura, tecnología, datos demográficos, estadística académica entre otros, que mediante técnicas cuantitativas y un manejo estadístico apropiado puede aportar valiosa información, sobre todo por los datos históricos que pueden ser procesados y analizados para presentar tendencias; los cuales son áreas potenciales de interés que pueden ser exploradas a futuro.

##### C. Comunidad

La comunidad hace referencia al conjunto de personas o instituciones que conviven bajo ciertas reglas o que tienen los mismos intereses, en el caso particular de la presente investigación se hace referencia a quienes comparten intereses afines al estudio de la robótica educativa. En tal sentido, en la Tabla V se presenta la vinculación externa de los actores al proceso educativo que afecta su desarrollo, identificando los aspectos de interés durante la fase de diagnóstico, encontrados en otros trabajos e identificados en la columna de trabajos relacionados.

En el estudio realizado se evidenció ausencia de diagnósticos enfocados en las comunidades de padres y representantes para conocer sus intereses, inquietudes, aspiraciones, temores entre otros aspectos importantes; esto representa una oportunidad que puede ser explorada posteriormente. Por otra parte, sólo se identificó un antecedente que consideraba los grupos de investigación,

quienes son especialistas tanto en el área técnica como educativa, que trabajan e intercambian conocimiento para el desarrollo y profundización de la robótica en el ámbito académico y para promover mejoras en sus localidades o disciplinas.

TABLA VI  
RESUMEN Y ARTÍCULOS RELACIONADOS EN EL DIAGNÓSTICO COMUNITARIO

Dimensión	Subdimensión	Trabajos Relacionados
Grupos de Investigación	Participación activa en proyectos de investigación en el área educativa y pedagógica Grado de vinculación de las diferentes iniciativas, propuestas y grupos de trabajo.	[10]

#### D. Estudiantes

Este ítem consiste en la evaluación del conocimiento de los estudiantes en asignaturas específicas antes y después de la aplicación de un programa de estudio; cabe mencionar que de las referencias consultadas sólo dos abordaron esta temática. Un resumen de esto se muestra en la Tabla VI.

TABLA VI  
RESUMEN Y ARTÍCULOS RELACIONADOS EN EL DIAGNÓSTICO COMUNITARIO

Dimensión	Subdimensión	Trabajos Relacionados
Temas	Conocimientos previos antes del curso Conocimientos adquiridos después del curso	[12], [16]

Los estudiantes constituyen el proceso social que debe ser controlado, considerando diversos elementos para lograr los objetivos de aprendizaje o competencias necesarias para hacer frente a los retos y desafíos que impone la sociedad, estos deben formarse no solamente en asignaturas específicas sino es necesario que adquieran competencias para su conducción en el entorno social como trabajo en equipo, cooperación, respeto, creatividad, pensamiento crítico, motivación, autoestima, tolerancia a la frustración, entre otros. Lo difícil de este grupo específico de actores es la gran diversidad que existe en un aula de clase, ya que estos reflejan distintos intereses, aspiraciones, situaciones familiares, personales, temores, traumas, condiciones físicas, etc., que hacen más complejo el rol docente para transmitir conocimientos que están homologados o estandarizados; por esta razón, son aspectos que deben ser explorados y profundizados en futuros estudios.

## V. RESULTADOS

### A. Marco de trabajo propuesto para el diagnóstico

Con respecto al panorama del diagnóstico pedagógico inicial descrito en la sección IV, se observó que las publicaciones en el área están dispersas en los diferentes actores del proceso educativo y no existe un estudio integral que aborde todos los aspectos en un contexto específico para engranar los diversos resultados en una propuesta de formación en RE. Por tanto, en este trabajo se propone un marco de trabajo compuesto por una serie de etapas para la aplicación de diagnósticos pedagógicos sucesivos que incluyen los cuatro actores del proceso educativo (docentes, estudiantes, institución y comunidad) partiendo desde una

etapa inicial caracterizada por la experiencia nula del docente en RE hasta la implementación total del programa de RE (que incluye los cuatro actores del proceso educativo), todo esto resumido en la Tabla VII.

Cabe resaltar que cada diagnóstico pedagógico ejecutado debe estar definido en función del grado académico de los estudiantes, tal y como lo afirma [24], lo cual permitirá desarrollar programas específicos de robótica dirigidos al desarrollo de la alfabetización científica. Además, cada estudio debe desarrollarse de acuerdo al grado de madurez de los programas educativos para la recopilación de los datos, con el propósito de que las iniciativas de los proyectos sean factibles a corto plazo y vayan evolucionado con el tiempo. A continuación, se describe cada etapa del marco de trabajo indicando que lineamientos se deben seguir al ejecutar cada fase:

TABLA VII  
PROPUESTA EN ETAPAS PARA EL DIAGNÓSTICO PEDAGÓGICO

Etapas	Docente	Estudiante	Institución	Comunidad
1	Actual			
2	[9], [11]			
3	[7]	[7], [12], [16]		
4	[14]	[13]	[13]	[10] [15]

En la etapa 1 no existe experiencia en los actores del proceso educativo, por lo que sólo se debe estudiar inicialmente a los docentes en las asignaturas vinculadas directamente a la robótica como física, matemática e informática indagando en sus estrategias de enseñanza, su experiencia previa en robótica y el uso de los recursos TICs, y aplicando los resultados obtenidos al desarrollo de programas educativos extracurriculares, en donde las actividades del docente estén alineadas con las técnicas de enseñanza que demostraron mayor fortaleza para reducir la resistencia al cambio; cabe resaltar que en esta investigación se ejecutó esta primera etapa, lo que permitió tener un primer acercamiento con los docentes.

En la etapa 2 los docentes inician su proceso de formación y/o actualización. La idea en esta fase es que ellos participen como oyentes en cursos de robótica para que aprendan la dinámica, conocimientos, técnicas y adquieran confianza en los nuevos programas de estudio; al finalizar contarán con elementos base para debatir en los talleres sobre aspectos pedagógicos, nuevas herramientas digitales, evaluación, experiencias y dinámicas en grupo, orientados a los requerimientos reales de la institución.

A partir de la etapa 3, donde los docentes ya han administrado sus asignaturas apoyados de las herramientas que proporciona la RE, se tiene un punto de vista para cuestionar el desempeño de sus cursos. Además, se sugiere estudios diagnósticos preliminares enfocados en los estudiantes para evaluar su experiencia en la asignatura.

En la etapa 4 los docentes participan en cursos de formación y actualización en niveles superiores de RE, por lo que ahora se puede profundizar en aspectos concretos como: comparaciones en diferentes programas de estudios aplicados, diseño e implementación de lecciones STEM usando robots en las diferentes asignaturas y grados de implantación en las diferentes instituciones educativas. También se debe considerar en esta etapa a las instituciones para tratar aspectos relacionados con la administración

financiera, recursos humanos, programas de estudio, infraestructura y tecnología que pueden aportar valiosa información en la mejora de los procesos. Los estudiantes con experiencia en varios programas pueden ser consultados respecto al efecto de la RE en sus intereses, aspiraciones, temores y propuestas que puedan presentar. Finalmente, profundizar en la comunidad de padres y representantes para conocer sus impresiones y experiencias de sus hijos en el hogar después de haber tomado los cursos de RE. La ejecución de las 4 etapas se resume en la Figura 1.

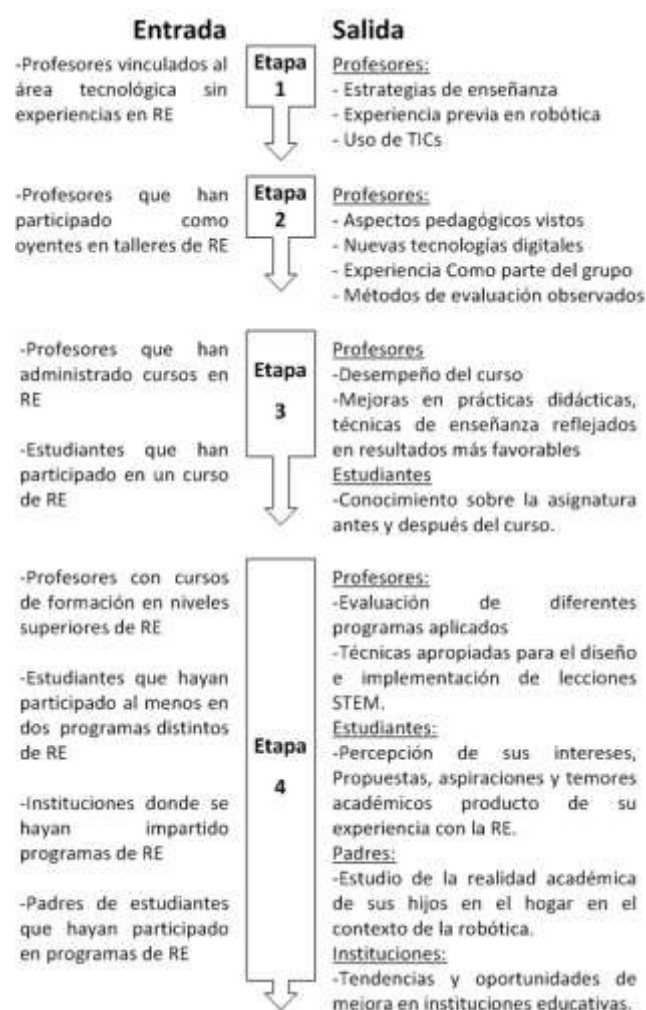


Figura 1. Macro de trabajo propuesto para el diagnóstico pedagógico.

### B. Aplicación de la primera etapa del diagnóstico

En esta sección se presenta el análisis e interpretación de los resultados del instrumento aplicado para el diagnóstico de las estrategias didácticas de enseñanza, recursos tecnológicos disponibles en las instituciones educativas y la percepción sobre la robótica que tienen los 25 docentes de secundaria que fueron considerados en el estudio de acuerdo a la primera etapa del marco de trabajo propuesto. El baremo evaluativo usado para categorizar los resultados obtenidos se considera de la siguiente manera: las frecuencias de respuestas de los encuestados se multiplicaron por el peso asignado a cada respuesta y el resultado se tabuló en la columna "Total" de las tablas presentadas (Tablas IX a XIV). En función de los valores máximos y mínimos se establecieron tres categorías: Consolidado (93 a 125). En proceso (59 a 92) y No consolidado (25 a 58). Este baremo se empleó para

establecer un conjunto de normas fijadas para evaluar la frecuencia de uso de las distintas técnicas de enseñanza en el aula de clase por parte del docente.

#### 1) Estrategias Didácticas de Enseñanza

La primera parte del instrumento de recolección de datos se orientó a la dimensión estrategias didácticas de enseñanza, la cual facilita el aprendizaje desde la enseñanza docente, diseñando elementos estratégicos y recursos que mejoren el resultado en los estudiantes. Para la presente investigación se consideró la tipología de [21] quien expone que las estrategias de enseñanza se desglosan en tres grandes grupos: centradas en la individualización de la enseñanza, centradas en la enseñanza en grupo, y estrategias centradas en el trabajo colaborativo; se seleccionaron sólo aquellas estrategias con mayor potencial para su uso en la RE, las cuales están descritas en la Tabla VIII.

TABLA VIII  
ESTRATEGÍAS DE ENSEÑANZA Y SUS TÉCNICAS

Tipo	Técnica
Estrategias centradas en la individualización de la enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preguntas y premios</li> <li>• Prácticas</li> <li>• Trabajo con materiales multimedia interactivos</li> <li>• Técnicas centradas en la creatividad</li> </ul>
Estrategias para la enseñanza en grupo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición didáctica</li> <li>• Preguntas al grupo</li> </ul>
Estrategias centradas en el trabajo colaborativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lluvia de ideas</li> <li>• Valoración de decisiones</li> <li>• Subgrupos de discusión</li> </ul>

Las estrategias centradas en la individualización de la enseñanza son aquellas que buscan atender las necesidades individuales de los estudiantes, cuyo propósito es lograr que sean más autónomos en el control de su aprendizaje, midan su propio ritmo y secuencia para aprender, así como estimular su pensamiento crítico y su creatividad. En la Tabla IX se presentan los reactivos o planteamientos que permitieron medir cada indicador en base a las técnicas utilizadas.

TABLA IX  
INDICADORES DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS CENTRADAS EN LA INDIVIDUALIZACIÓN DE LA ENSEÑANZA

Indicador	Item	Reactivo	Total
Preguntas y premios	#1	Felicita a sus estudiantes por responder correctamente a las preguntas planteadas en torno al tema de estudio	116
Prácticas	#2	Asigna trabajos prácticos para que los estudiantes demuestren sus habilidades y destrezas adquiridas sobre el tema de estudio	98
Trabajos con materiales multimedia interactivos	#3	Utiliza recursos tecnológicos multimedia como apoyo al proceso de enseñanza en sus actividades académicas, por ejemplo, videos, presentaciones, simulaciones, entre otros.	74
Técnicas centradas en la creatividad	#4	Fomenta en los estudiantes la búsqueda de la solución a problemas planteados antes de indicarles la solución.	99
	#5	Explica conceptos teóricos o situaciones prácticas mediante el uso de analogías.	110
<b>Subtotal</b>			<b>98,13</b>

A partir de los datos obtenidos en esta subdimensión se observó que los ítems 1, 2, 4, y 5 se encuentran consolidados, lo que representa un gran ventaja para ser empleados en futuras propuestas educativas, debido a que los docentes actualmente emplean las preguntas y premios, las prácticas, y las técnicas centradas en la creatividad en sus actividades de clase cotidianas, por tanto no requieren una formación adicional, lo que favorece la reducción de la resistencia al cambio frente a la nueva propuesta; sin embargo, con respecto al ítem 3 este se encuentra en proceso, siendo necesario promover en los docentes el uso de herramientas digitales a través de talleres de formación y/o actualización.

Por otra parte, las estrategias didácticas para la enseñanza en grupo son aquellas que parten de la construcción de conocimiento grupal basado en información suministrada, donde hay un expositor y un grupo receptor, con el fin de provocar reacciones en los estudiantes, contrastar y juzgar de manera crítica las respuestas aportadas, que paralelamente serán enriquecidas con los aportes del grupo. En el instrumento empleado para la recolección de datos se plantearon dos (2) indicadores para medir dicha dimensión, mostrados en la Tabla X.

TABLA X  
INDICADORES DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS PARA LA ENSEÑANZA EN GRUPO

Indicador	Item	Reactivo	Total
Exposición didáctica	#6	Refuerza los contenidos explicados con algún tipo de actividad (ejercicios, juegos, dinámica de grupo, entre otros) una vez concluida su exposición temática.	82
	#7	Realiza asignaciones en grupo para la solución problemas o ejercicios prácticos de un tema determinado.	86
Preguntas al grupo	#8	Intercambia los trabajos realizados por los estudiantes para que sean valorados por sus pares.	57
	#9	Organiza pequeños grupos de discusión para analizar temas específicos.	67
<b>Subtotal</b>			<b>76</b>

En el análisis de los resultados se observó que los ítems 6, 7, 8 y 9 se encuentran en proceso, por lo cual se recomienda a los docentes profundizar en el uso de estrategias como la dinámica de grupo e incorporarlos en los talleres o cursos de robótica impartidos por personal capacitado, para que vivan experiencias previas relacionadas con el trabajo grupal y adquieran la confianza en este tipo de estrategias.

Finalmente, otras de las estrategias didácticas evaluadas fueron las centradas en el trabajo colaborativo, que pretenden la construcción de conocimiento en forma grupal empleando estructuras de comunicación y colaboración, con resultados que serán compartidos por el grupo, donde es fundamental la participación activa de todos los miembros de forma cooperativa y abierta hacia el intercambio de ideas. En el instrumento empleado para la recolección de datos se plantearon cuatro (4) indicadores para medir la dimensión propuesta, estos se describen en la Tabla XI.

Al analizar los resultados obtenidos de las estrategias didácticas para la enseñanza en grupo que aplican los

docentes censados, se determinó que el ítem 12 se encuentran en proceso, por lo que debe profundizar en el uso de la estrategia en el aula de clase; asimismo, las técnicas de lluvia de ideas, valoración de decisiones y trabajos por proyectos consultados en los ítems 10, 11 y 13 se encuentran consolidados, lo que representa un gran ventaja para ser empleados en futuras propuestas educativas. Finalmente se presenta un resumen en la Figura 2 del comportamiento de las dimensiones de estrategias didácticas de enseñanza, donde se evidencia el grado de consolidación de estas estrategias en los docentes encuestados.

TABLA XI  
INDICADORES DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS CENTRADAS EN EL TRABAJO COLABORATIVO

Indicador	Item	Reactivo	Total
Lluvia de ideas	#10	Fomenta la explicación de lo comprendido por sus estudiantes, relacionado con un tema en particular	100
Valoración de decisiones	#11	Promueve la crítica constructiva y autocritica de los proyectos realizados.	101
Subgrupos de discusión	#12	Establece escenarios, situaciones o cuestionamientos desafiantes para que los grupos indaguen en torno al tema y busquen posibles soluciones.	85
Trabajo por proyectos	#13	Fomenta la experimentación y construcción entre los estudiantes de los trabajos realizados.	92
<b>Subtotal</b>			<b>95,33</b>



Figura 2. Grado de consolidación de las técnicas utilizadas por los docentes en el aula de clase.

## 2) Infraestructura

Son aquellas condiciones necesarias en las instituciones educativas para garantizar una implementación efectiva de la robótica. Entre ellas se analizó la conectividad a internet, uso adecuado de los laboratorios de computación y la disponibilidad de recursos tecnológicos. En tal sentido, el instrumento de recolección de datos evaluó este aspecto en los ítems 14 y 15, cuyos resultados de la estadística descriptiva se muestran en la Tabla XII.

Con respecto a esta subdimensión se detectó que está en proceso, lo que significa que no siempre se cuenta con acceso internet en los entornos donde se desenvuelve el docente; sin embargo, su valoración está en el límite superior de la escala, cercana a una posible consolidación.



Lejos de representar una deficiencia, puede ser una oportunidad para aprovechar las herramientas tecnológicas que no requieran conexión permanente a internet, en el caso del software existen muchas alternativas libres que pueden funcionar fuera de línea para ser incorporadas en las propuestas educativas. Por otra parte, la subdimensión de aprovechamiento de los laboratorios de computación se refiere a la posibilidad de uso de las salas de computación de una institución educativa por parte de los docentes, esta se midió a través de los reactivos indicados en la Tabla XIII.

TABLA XII  
INDICADORES DE CONECTIVIDAD

Item	Reactivo	Total
#14	Cuenta con servicio de internet en su institución educativa.	91
#15	Cuenta con servicio de internet en su hogar	91
<b>Subtotal</b>		<b>91</b>

Los resultados obtenidos evidencian una notable deficiencia en el aprovechamiento adecuado de las salas de computación. A pesar de que todas las instituciones analizadas tienen dichos espacios, no siempre son usadas por los docentes, ni mucho menos empleadas en el proceso de enseñanza, por lo que es necesario promover entre los docentes el uso de las salas de computación para la planificación de las actividades y el trabajo con los estudiantes, aprovechando los recursos TIC existentes. Adicionalmente, estos resultados tienen varias connotaciones: la primera es el desconocimiento de los docentes de las herramientas digitales para complementar sus procesos de enseñanza y la segunda es su desinterés por aprovechar los recursos de la institución.

TABLA XIII  
INDICADORES DE DISPONIBILIDAD DE LABORATORIOS DE COMPUTACIÓN

Item	REACTIVO	Total
#16	Los docentes tienen acceso a salas de computación en su institución	8
#17	Utiliza la sala de computación para complementar sus actividades con los estudiantes	57
<b>Subtotal</b>		<b>71,5</b>

### 3) Percepción Docente sobre la RE

Según la Real Academia Española [25] la percepción es la sensación interior que resulta de una impresión material hecha en nuestros sentidos, y es fundamental en los docentes pues determina su predisposición ante la introducción de nuevos esquemas de enseñanza/aprendizaje en el aula de clase. En la Tabla XIV se presentan los ítems empleados para conocer las primeras impresiones del docente con relación a la RE.

Todos los ítems enunciados indicaron la aceptación de los docentes para la inclusión de la robótica en las aulas de clase, con el propósito de lograr mayores competencias en los estudiantes e incentivar su interés por la ciencia y las tecnologías, así como dotar al profesor de las herramientas necesarias para mejorar su proceso de enseñanza. Sin embargo, es necesario aclarar que para el ítem 20, los profesores no visualizan la robótica educativa sólo como una actividad extraescolar, sino que la perciben integrada a los currículos formales de los programas de estudio. Asimismo, se evidencia que la mayoría de los docentes

encuestados no conocen la manera de trabajar la robótica en el aula, ni han utilizado algún material y mucho menos han participado en alguna actividad de formación relacionada con el uso de la robótica. Sin embargo, el 100% de los docentes reflejan su interés en formarse en esta disciplina con fines académicos. Estos resultados se visualizan en la Tabla XV.

TABLA XIV  
INDICADORES DE PERCEPCIÓN DOCENTE SOBRE ROBÓTICA EDUCATIVA

Item	REACTIVO	Total
#18	Introducir la robótica en la educación puede ayudar a despertar vocaciones científico-tecnológicas	115
#19	La robótica como herramienta debe introducirse en la escuela a través de proyectos interdisciplinarios	104
#20	La robótica encaja más como actividad extraescolar	77
#21	Facilita la integración de diferentes áreas del conocimiento	109
#22	Da pie a la creación de un ambiente de aprendizaje lúdico (basado en juegos)	106
#23	Potencia el desarrollo de la creatividad del estudiante	118
#24	Incrementa la motivación del estudiante	116
#25	Facilita el trabajo colaborativo	110
#26	Favorece la autonomía del estudiante	110

TABLA XV  
RESULTADOS DE REACTIVOS DICOTÓMICOS SOBRE PERCEPCIÓN DOCENTE

Item	REACTIVO	%SI	%NO
#27	Conoce la manera como debe trabajarse la robótica en el aula	20%	80%
#28	Ha utilizado material de robótica educativa en el aula	8%	92%
#29	Estaría interesado en formarse para la enseñanza de la robótica educativa	100%	0%
#30	Ha participado en alguna actividad de formación relacionada con el uso de la robótica en el aula	8%	92%

## VI. DISCUSIÓN

En relación a las estrategias de enseñanza más utilizadas en las instituciones educativas encuestadas, se detectó que los docentes emplean en distintos grados los tres grupos de estrategias didácticas descritos en la Tabla VIII. En las técnicas de enseñanza se destaca el uso de las preguntas y premios, prácticas, técnicas centradas en la creatividad, lluvia de ideas y valoración de decisiones lo que representa una oportunidad para desarrollar los programas educativos que incorporen dichas técnicas para que el proceso de adaptación de los docentes sea gradual y se reduzca la resistencia al cambio; no obstante el uso materiales multimedia interactivo es menos utilizado, lo cual puede deberse a varias causas: el desconocimiento de los docentes de las herramientas digitales para complementar sus procesos de enseñanzas y la desmotivación de los docentes de aprovechar los recursos tecnológicos. Igualmente, las técnicas de los subgrupos de discusión, preguntas al grupo y exposición didáctica son de poco uso en el aula de clase, esto puede subsanarse por medio de actividades de formación y actualización del docente para que aprovechen al máximo el uso de herramientas tecnológicas y las dinámicas de grupo en sus programas de estudio; además, se pueden considerar los laboratorios de errores, propuestos en [9] para reflexionar y compartir sobre sus prácticas

docentes, documentar sus observaciones y digitalizar sus propuestas didácticas.

En cuanto a la percepción docente sobre el impacto de la robótica en las instituciones educativas, se mostró que la mayoría no conoce cómo trabajar con la robótica en el aula, no ha utilizado materiales relacionados con el tema, ni ha participado en actividades de formación; sin embargo, existe una gran aceptación en la inclusión de la robótica en las aulas de clase, y manifiestan su interés en formarse en el tema.

## VII. CONCLUSIÓN

Con base en el trabajo realizado, se estableció un marco de trabajo que permite orientar el diagnóstico pedagógico hacia el estudio de dimensiones específicas de acuerdo al grado de madurez de los programas educativos en robótica, además de generar lineamientos que contribuirán al desarrollo de nuevos programas de formación, adaptados a las situaciones propias de la región y aprovechando el interés que demostraron los docentes en las nuevas propuestas. Al respecto, se aplicó un diagnóstico educativo de acuerdo a la primera etapa del marco de trabajo propuesto, el cual permitió determinar en qué grado las estrategias de enseñanza del grupo de estudio están consolidadas para ser utilizadas en la RE. En tal sentido, se determinó que las técnicas basadas en las estrategias de grupo son claves, por lo que deben fortalecerse dichas competencias en el docente para que haga uso adecuado de las mismas. Por otra parte, se detectó que la infraestructura no siempre está en condiciones óptimas, pero existen formas prácticas de solventar estas deficiencias. Por ejemplo, la conectividad a internet no siempre está garantizada, por tanto, en este caso se hace necesario enfocarse en herramientas libres que se ejecuten fuera de línea aprovechando las salas de computación de las instituciones.

## VIII. TRABAJOS FUTUROS

Para futuros trabajos se propone desarrollar un programa de estudios en robótica orientado a estudiantes de educación secundaria que incluyan las estrategias de enseñanza mejor valoradas por los docentes, aplicando una prueba piloto en una institución educativa de las que fueron encuestadas para evaluar los contenidos desarrollados, dinámica del curso, así como tener un primer diagnóstico pedagógico de los estudiantes, de manera que se pueda seguir el marco de trabajo propuesto en este estudio.

## REFERENCIAS

[1] Comisión Europea, "Europe Needs More Scientists: Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology in Europe," Brussels, 2004. [Online]. Available: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_04\\_444](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_04_444)

[2] J. R. Rocha and M. J. Martín, "Percepción de la Ciencia y la Tecnología por la juventud española," in *Percepción Social de la*

*Ciencia y la Tecnología*, 2008, pp. 90–122.

[3] E. Rodríguez, "Ciencia y tecnología: ¿En qué piensan los jóvenes 2.0.," in *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología*, 2010, pp. 203–238.4]M. Sáinz and J. Martínez, "Desigualdades de género en la percepción social de la ciencia y la tecnología en función de la edad y el nivel educativo," in *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología*, 2016, pp. 235–275.

[5] A. Jackson, N. Mentzer, R. Kramer, and A. Jackson, "Pilot analysis of the impacts of soft robotics design on high - school student engineering perceptions," *Int. J. Technol. Des. Educ.*, 2018, doi: 10.1007/s10798-018-9478-8.

[6] M. Kandlhofer and G. Steinbauer, "Evaluating the impact of educational robotics on pupils' technical- and social-skills and science related attitudes," *Rob. Auton. Syst.*, vol. 75, pp. 679–685, 2016, doi: 10.1016/j.robot.2015.09.007.

[7] S. Oliveira, J. Etienne, and L. Cunha, "A Methodology of Contextualized Educational Robotics," in *2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 2017, vol. 3, p. 200.

[8] A. Dimitris, "Emerging Pedagogies in Robotics Education: Towards a Paradigm Shift," in *Inclusive Robotics for a Better Society*, J. Pons, Ed. Pisa: Springer, 2018, pp. 123–130.

[9] F. Perri, "Digital Didactics: an Introductory Training Course for Teachers," in *INTED2018 Proceedings*, 2018, vol. 1, pp. 7875–7883, doi: 10.21125/inted.2018.1883.

[10] A. L. Acuña, M. D. Castro, and D. M. Obando, "Desarrollo de capacidades para el diseño e implementación de proyectos de robótica educativa en América Latina y el Caribe," 2011. [Online]. Available: <http://sipub.inie.ucr.ac.cr/SIPUB/detallesResultado.do?idProduccion=1967>.

[11] M. Serrano, M. Martínez, E. Guch, J. Rodríguez, J. Calderon, and J. Rodríguez, "Manual de Robótica Educativa en el Aula," 2013. [Online]. Available: [http://www.cienciaytecnologia.edu.sv/jdownloads/RobticaEducativa/manual\\_de\\_robótica\\_educativa\\_en\\_el\\_aula\\_-\\_documento\\_en\\_proceso\\_de\\_revisin-1.pdf](http://www.cienciaytecnologia.edu.sv/jdownloads/RobticaEducativa/manual_de_robótica_educativa_en_el_aula_-_documento_en_proceso_de_revisin-1.pdf).

[12] M. Valencia and G. David, "La robótica educativa para el aprendizaje de la Geometría en estudiantes de Educación Básica Regular," Universidad Nacional de Huancavelica, 2018.

[13] S. Hall-lay, "Gender Effects of Robotics Programs on STEM-Related Self-Efficacy of High School Students," Walden University, 2018.

[14] C. Kim, D. Kim, J. Yuan, R. B. Hill, P. Doshi, and C. N. Thai, "Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching," *Comput. Educ.*, vol. 91, pp. 14–31, 2015, doi: 10.1016/j.compedu.2015.08.005.

[15] V. Hernández González, "Robótica Educativa. Roboti ¿qué?," 2016.

[16] P.-N. Chou, "Skill Development and Knowledge Acquisition Cultivated by Maker Education: Evidence from Arduino-based Educational Robotics," *Eurasia J. Math. Sci. Technol. Educ.*, vol. 14, no. 10, 2018, doi: 10.29333/ejmste/93483.

[17] E. Velasco Sánchez, *Educatrónica: innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*. 2007.

[18] D. Scaradozzi, L. Screpanti, and L. Cesaretti, "Towards a Definition of Educational Robotics : A Classification of Tools , Experiences and Assessments," in *Smart Learning with Educational Robotics*, 2019, pp. 63–92.

[19] I. Pascual Gómez, *Diagnóstico pedagógico: Conceptos básicos y aplicaciones en el aula de infantil*. 2016.

[20] E. López, M. L. Cacheiro, C. Camilli, and L. Fuentes, *Didáctica general y formación del profesorado*. Universidad Internacional de la Rioja, 2016.

[21] C. A. Hernández and A. Y. Guárate, *Modelos didácticos para situaciones y contextos de aprendizaje*. Narcea Ediciones, 2017.

[22] Torres-Carrión P.; González-González C.; Aciar S.; Rodríguez-Morales G., "Methodology for Systematic Literature Review applied to Engineering and Education," in *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 2018, pp. 1370–1379.

[23] UNESCO, "International Standard Classification of Education ISCED," *Institute for Statistics*. p. 88, 2012, [Online]. Available: [http://www.unesco.org/education/information/nfsunesco/doc/isced\\_1997.htm](http://www.unesco.org/education/information/nfsunesco/doc/isced_1997.htm).

[24] F. R. Sullivan and J. Heffernan, "Robotic Construction Kits as Computational Manipulatives for Learning in the STEM Disciplines," *J. Res. Technol. Educ.*, vol. 0, no. 0, pp. 1–24, 2016, doi: 10.1080/15391523.2016.1146563.

[25] Real Academia Española, "Diccionario de la lengua española," 2019. <https://dle.rae.es/?w=percepción>.

