



## 12. Campamentos científicos de etno-robótica: una experiencia para el desarrollo de competencias científicas, pensamiento crítico investigativo y aprendizaje de conceptos científicos

*Beatriz Eugenia Mosquera Machado*  
bemosqueram@gmail.com

---

### Resumen

Etno-robótica para niños es una experiencia de básica secundaria donde se realiza un proceso investigativo triétnico con comunidades afros, indígenas y mestizas desarrollado por estudiantes de grado séptimo en el área de ciencias naturales de la Escuela Normal Superior “El Jardín” de Risaralda, estudiantes de grado séptimo en estadística de la institución educativa agroambiental Pío XII de Santa Cecilia (Rda.) y estudiantes de grado quinto de Salamanca en Pereira. La experiencia busca resolver problemáticas cercanas al entorno escolar como el sistema de riego para la biogranja institucional, aprovechamiento de subproductos agrícolas en la producción de biocontroladores, uso de material reciclado, entre otros. Durante este proceso se conformó el grupo de investigación Laboratorios A6, en el proyecto Ondas, de Colciencias, que construyó la pregunta investigativa, el planteamiento del problema, formulación de objetivos y en general, la trayectoria de la indagación. Esta experiencia tiene como objetivo identificar la progresión del aprendizaje y desarrollo de las competencias científicas, tecnológicas y habilidades del pensamiento crítico investigativo a través de la robótica de los estudiantes en mención.

**Palabras clave:** robótica, competencias científicas, pensamiento crítico investigativo, ruta de indagación.

---

### ● Introducción

La robótica ha venido permeando las aulas de clases, inicialmente con el uso del lego y como oportunidad de aprovechamiento del tiempo libre, por ello, a través del proceso realizado en ciencias naturales se han evidenciado expectativas con la robótica en los estudiantes de grado séptimo, a su vez, se presentan debilidades en el desarrollo de procesos de pensamiento, de indagación, por lo que se pensó en buscar una alternativa que permitiera el desarrollo del pensamiento lógico y crítico investigativo desde la robótica, dado el interés mostrado por los estudiantes en esta temática. Este proceso fue articulado a la biogranja experimental institucional que potencia procesos científicos como la observación, la descripción, la explicación y la



argumentación, entre otras. La trayectoria de indagación realizada por los estudiantes permitió identificar el problema, plantearlo, formular la pregunta investigativa, la hipótesis, indagar el estado del arte, diseñar prototipos con material reciclado, realizar campamentos científicos en las otras instituciones educativas asesorar y diseñar el prototipo robotizado del programa de mecatrónica de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Desde este campo, se han desarrollado procesos investigativos como los planteados por Carrasco (2016), donde reflexiona sobre la necesidad de un cambio en la estructura educativa y la forma de enseñanza, así como sobre la idea de innovación. Propone un método emergente con el que podemos innovar y abarcar las nuevas tecnologías de la educación desde una perspectiva diferente: la robótica educativa. Mediante este método puede conseguir que los alumnos de primaria ganen y trabajen unas competencias muy importantes para su futuro y desempeño en una nueva sociedad, tales como el pensamiento crítico, la creatividad, el respeto o el trabajo colaborativo.

### ● **Justificación**

El grupo de investigación Laboratorios A6, es un colectivo de estudiantes interesados por hacer ciencia, formularse preguntas, hacer predicciones, ensayo y error a partir de procesos experimentales, campamentos científicos, entre otros. ¿Cómo desarrollar competencias científicas, pensamiento lógico y crítico investigativo por medio de la robótica?, fue la pregunta detonante en este proceso, dada la relevancia de la enseñanza de las ciencias naturales enmarcada en los libros de textos y descontextualizada del entorno de los estudiantes, quienes están sumergidos en el mundo de la tecnología, de ahí que los aprendizajes sean memorísticos sin posibilidades reales de hacer transferencia de conocimientos, solo repetición.

Se considera una experiencia transformadora e innovadora, porque ha logrado que los estudiantes por sí mismos generen iniciativas para resolver problemáticas de su entorno escolar, como es el caso de crear un sistema de riego automatizado para la biogranja experimental institucional, la producción de biocontroladores con subproductos agrícolas, la incorporación de otras instituciones educativas a la experiencia y de los padres de familia, a otros docentes de la institución, coordinadores y al Rector, para ser incorporada al PEI, lo cual permite la asignación de recursos por parte de la institución. Es una experiencia que busca potenciar en los estudiantes el acceso, uso y creación de tecnología, también el aprendizaje profundo de los conceptos científicos desde contextos cercanos, la identificación y resolución de problemáticas cercanas a su entorno escolar, así como la conformación de redes etnorobóticas con estudiantes de otras instituciones educativas, de contexto étnico a través de campamentos científicos, por lo que se pretende identificar la progresión del aprendizaje y desarrollo de las competencias científicas, tecnológicas y habilidades del pensamiento crítico investigativo a través de la robótica de los estudiantes de grado séptimo de la Institución Educativa Escuela Normal Superior "El Jardín" de Risaralda.



## ● Referentes teóricos

La incorporación de la tecnología en las aulas cobra gran relevancia en la actualidad, es necesario también considerar que para que un proceso de enseñanza y aprendizaje se dé efectivamente en el aula, no solo es necesario un instrumento, sino todas aquellas estrategias que permitan potenciar estos aprendizajes; así, es necesario tener en cuenta que la escuela cumple una función social y socializadora de los sujetos donde éstos interactúan con otros, y es por medio de esta interacción que se dan aprendizajes significativos y trascendentales; Zabala (2008) citado por (Bohórquez, 2015), refiere que el análisis de la práctica educativa debe realizarse a través de los acontecimientos que resultan de la interacción docente–estudiante y estudiante–estudiante. Para ello es necesario considerar la práctica educativa como una actividad dinámica, reflexiva, que debe incluir la intervención pedagógica ocurrida antes y después de los procesos interactivos en el aula; dichos procesos de enseñanza y aprendizaje se encuentran estructurados en lo que se denomina un triángulo interactivo (Coll, 2008) donde la interacción de todos los sujetos involucrados en el acto educativo (estudiante que aprende, contenido de aprendizaje y profesor que guía y orienta el aprendizaje) toman especial relevancia para la configuración de escenarios que potencien el aprendizaje.

Dichas interacciones pretenden contribuir al desarrollo de los estudiantes desde dos aspectos: de socialización y de individualización (Coll, 1997). Desde la socialización dado que la educación escolar debe proporcionar actividades orientadas a ayudar a los estudiantes a desarrollarse como sujetos activos, críticos y conscientes de su participación dentro de una sociedad; por otro lado, desde la individualización, la apropiación de esos saberes culturales debe permitirle no sólo integrarse en la sociedad y ser miembro de esta, sino también desarrollarse como individuo con sus propias peculiaridades (Bohórquez, 2015).

Galán (2016) define la robótica como un ámbito que en los últimos años ha sufrido un gran avance científico. Pocas son las noticias que llegan acerca de los avances en el campo de la robótica, aunque no es de extrañar que cada vez existan más juguetes robóticos con los que los niños interactúen y se diviertan, pero respondiendo a unos de los interrogantes planteados en el proyecto, ¿puede un robot realizar el sistema de riego de las hortalizas en la granja experimental institucional?

De otra parte, Mosquera (2015), a través del diseño e implementación de un kit para robótica con estudiantes de educación media, ha generado estrategias para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Explicita que se pueden encontrar en muchas áreas, como la industria, la medicina, el entretenimiento y el hogar y en múltiples aplicaciones como la industria aeronáutica, el estudio del mundo submarino, la exploración del espacio. En la industria automotriz existen robots dedicados al ensamblaje de automóviles y en la medicina podemos encontrar máquinas operadas a distancia por médicos especialistas, realizando procedimientos quirúrgicos con precisión microscópica, eliminando el error humano y generando beneficios tales como la disminución de costos, tiempos, periodos posoperatorios, entre otros.



Finalmente, Carrasco (2016) reflexiona sobre la necesidad de un cambio en la estructura educativa y la forma de enseñanza, así como sobre la idea de innovación. Propone un método emergente con el que se pueda innovar y abarcar las nuevas tecnologías de la educación desde una perspectiva diferente: la Robótica Educativa (RE). Mediante este método puede conseguir que los alumnos de básica ganen y trabajen unas competencias muy importantes para su futuro y desempeño en una nueva sociedad, tales como el pensamiento crítico, la creatividad, el respeto, o el trabajo colaborativo.

### ● Descripción de la innovación

El proceso de innovación se desarrolla a través de la trayectoria de indagación, teniendo en cuenta las siguientes fases:

#### **1. Fase 1. Caracterización de la problemática, diseño de situación problema, formulación de pregunta investigativa e hipótesis.**

Los estudiantes inquietos por desarrollar procesos diversos en las clases de ciencias naturales, que generaran investigación y pudieran salir de la rutina, propusieron realizar en la biogranja experimental un sistema de riego automatizado, debido a la dificultad para realizar el riego de las hortalizas y las plantas medicinales puesto que día a día en su proceso de observación evidenciaban deshidratación de las plantas, marchitamiento y muerte de las plántulas, por la escasa hidratación, días en que no había clases, semanas de vacaciones, entre otros, y la distancia extrema entre el sitio de recepción del agua y la biogranja experimental. Formularon preguntas iniciales: ¿qué hacer? ¿Cómo crear un sistema de riego automatizado para hortalizas y plantas medicinales? ¿Cuál podría ser el efecto del crecimiento de las plantas con un sistema de riego automatizado? Preguntas que se fueron desarrollando en la fase 2.

#### **2. Fase 2. Diseño de prototipos con material reciclado.**

Para resolver las preguntas iniciales planteadas por los estudiantes, se inició el proceso con el desarrollo de prototipos con material reciclado, como cartón, botellas, carreteles de hilo, cauchos, vasos desechables, entre otros, para construir diversos tipos de sistemas de riego. En esta fase, el trabajo se desarrolló de manera individual dados sus intereses, se expusieron y se seleccionaron por categorías como; diseño, funcionalidad, entre otros, esto permitió la conformación de equipos – comunidades de aprendizaje e investigación. Este proceso ayudó a resolver algunos de los interrogantes planteados inicialmente por los estudiantes.



### **3. Fase 3. Desarrollo en aula de conceptos científicos articulados con robótica a través del diseño de unidades problémicas investigativas.**

Esta fase fue compleja debido a lo nuevo de la propuesta, lo que implicaba una reinención de la clase. Se realizó a través del plan de aula, con aspectos como: componente epistemológico investigativo que consistía en indagar la naturaleza de los conceptos científicos (sonido y propiedades de la materia), estándar, acciones de pensamiento, indicadores de desempeño, competencias e historia del concepto; componente pedagógico y didáctico: a través de los postulados de Freinet, frente al uso de la tecnología y la articulación del contexto cercano del estudiante a resolver problemáticas cotidianas y de la vida escolar, de igual manera desde lo didáctico se desarrolló el proceso teniendo en cuenta la secuenciación planteada por Sanmartí (2009) que comprende lo siguiente:

- a. Actividades de exploración de ideas iniciales, modelos iniciales. (evaluación diagnóstica: cuestionario inicial, test de estilos de aprendizajes)**  
Su función es caracterizar los modelos iniciales de los estudiantes con respecto a estilos de aprendizaje, intereses científicos, hipótesis e ideas previas.
- b. Actividades de introducción de nuevos conocimientos (evaluación formativa: autoevaluación, coevaluación, v heurística, bitácora científica, diario de campo)**  
Su finalidad es que los estudiantes reconozcan formas de mirar, de razonar, de sentir y de hablar acerca de los fenómenos objeto de estudio distintas de las iniciales, ya sea identificando variables que no se habían considerado importantes y descartando otras, ya sea estableciendo analogías y relaciones con otros hechos o conocimientos conocidos e incorporando nuevas formas de expresar las ideas. Poco a poco se habrá de identificar los atributos que permiten definir los modelos y las relaciones entre los distintos conceptos. En este tipo de actividades se debe promover la triangulación entre el análisis de hechos, la imaginación de unas explicaciones y su expresión a través de diversos lenguajes. Las iniciales deberían ser más concretas, manipulativas y simples para, progresivamente, aumentar el nivel de abstracción y de complejidad.
- c. Actividades de estructuración y síntesis (evaluación formativa: autoevaluación, coevaluación, v heurística, bitácora de investigación)**  
El aprendizaje se hace evidente, lleva a los estudiantes a tomar conciencia del modelo construido hasta ese momento y de cómo expresarlo de la forma más abstracta posible. La explicación ya no se relaciona con la explicación de un determinado fenómeno, sino con la explicación del modelo utilizado para explicarlo (esta actividad es muy similar a la que lleva a cabo un científico cuando se pone a escribir un artículo para una revista o prepara una comunicación para un congreso sobre el trabajo que se está llevando a cabo). El estudiante ha de ser capaz de hablarse a sí mismo, de decirse qué está aprendiendo, evaluar su desempeño hasta llegar a la autorregulación.



**d. Actividades de aplicación y generalización - transferencia de conocimientos (evaluación sumativa). Aplicación en otros contextos.**

Responden a actividades en las que los estudiantes se planteen nuevos problemas o pequeños proyectos o investigaciones en los que aplicar el modelo construido. A menudo, al realizar este tipo de actividades pueden reconocerse aspectos que no acaban de encajar, y plantearse nuevas preguntas e interrogantes a partir de las cuales iniciar un nuevo proceso de aprendizaje orientado a la evolución del modelo de partida. En este aspecto, los estudiantes están apostándose a nuevos retos, como la impresora 3D y realidad aumentada, campamentos científicos municipales, entre otros. Además, se realiza una evaluación sumativa por competencias desde el modelo basado en evidencias, para hacer explícitos los aprendizajes de los estudiantes, desde el concepto, el desarrollo de competencias y las habilidades de pensamiento crítico investigativo como la inferencia, comparación, abstracción; resolución de problemas, representaciones y uso del lenguaje, entre otros.

**4. Fase 4. Vinculación al proyecto Ondas y Universidad Tecnológica de Pereira. Diseño de robot automatizado.**

Las inquietudes continuaban: ¿cómo hacer un robot de verdad que realice el riego automatizado? Estas se podían resolver a través de la participación del proyecto Ondas, que generaría un presupuesto mediante concurso previo y la vinculación con el programa de Mecatrónica de la Universidad Tecnológica de Pereira, con todo el proceso de programación, electrónica, entre otros.

Conformados los equipos de trabajo, el programa Ondas realizaba las asesorías para el diseño del proyecto y en la Universidad se realizaba el trabajo práctico en el diseño del prototipo, realizando un robot automatizado y controlado por el bluetooth (AppBluetooth) de cada estudiante.

**5. Fase 5. Aplicación en contexto real**

El robot automatizado fue implementado en campo (bio-granja experimental), con resultados positivos, donde los estudiantes pudieron resolver sus preguntas investigativas y comprobar sus hipótesis.

**6. Articulación de otras instituciones educativas**

Por ser la Escuela Normal una institución formadora de maestros, convergen diferentes etnias, por lo que los estudiantes consideraron vincular instituciones educativas de las etnias indígenas y afros para proponerles el trabajo colaborativo enmarcado en la robótica y en la granja experimental. Inicialmente, se realizaron campamentos científicos, que consistían en diseñar procesos experimentales a partir de una situación problema, donde los participantes en un tiempo estimado debían resolver las problemáticas diseñadas, estas podrían ser con realidad aumentada, contaminación auditiva, filtros de agua, procesos alimenticios, entre otros; para después pasar al plano de la robótica con material reciclado, al que le adicionaron un motor, para evidenciar



cuánto recorrido transitaba durante un tiempo determinado, esto se constituyó en un campeonato interinstitucional.

### ● **Proceso de implementación**

La implementación del proyecto se desarrolló desde diferentes aspectos: 1). articulación en el plan de área de ciencias naturales, desarrollado en los planes de aula, permitiendo el trabajo de conceptos científicos como materia, energía, ser vivo (nutrición), desarrollo de procesos investigativos como experiencias demostrativas problémicas y campamentos científicos, donde se presentó en sociedad el producto final, un robot automatizado. Este proceso potenció en los estudiantes la indagación y la motivación hacia la ciencia y la tecnología.

### ● **Evaluación de resultados e impacto**

Es de resaltar que en los resultados los niños realizan procesos críticos frente al uso del robot como sistema automatizado, dado que reemplazaría la mano del hombre, generando desempleo, pero a la vez resaltan la importancia de la ciencia y la tecnología en el desarrollo de innovaciones desde la escuela.

El impacto social se ve reflejado en que se convirtió en un proceso trascendental de ciencia y tecnología triétnico, cuando se vislumbraba que no pasaría del robot de papel o de latas de gaseosa. Además, despertar el interés por otras temáticas que, en la cotidianidad del aula, sería imposible realizarlas; si bien el presupuesto es corto para 80 estudiantes en el diseño de un proceso de gran magnitud se logra la apropiación científica, motivación, deseo de ir más allá, trabajo colaborativo, entre otros. Y finalmente, el impacto académico convertido en apuesta institucional, donde los niños de otros grupos de secundaria y media, al hacer saloneo y exposición en la muestra pedagógica querían pertenecer al proyecto, dada la apropiación y el impacto de la investigación.

Otro aspecto para resaltar es el desarrollo de ciencia y tecnología, a través de campamentos científicos, donde se colocan retos desde la robótica, desarrollados por equipos en un tiempo determinado, cada campamento consta de un escritorio, materiales para el desarrollo del reto, generalidades de la trayectoria de indagación y un pc para complementar la información. Estos campamentos se realizan en horas de descanso escolar, la demanda es mucha, dado que se quiere vincular a todos los estudiantes de la institución (800 estudiantes aproximadamente), lo cual es imposible, pero la apuesta continúa.

Actualmente se desarrolla en jornada única 2 veces a la semana, con una participación de 80 estudiantes aproximadamente, en el año 2018 fue el proyecto mejor valorado de la Institución, categorizado en mejoramiento continuo, un proyecto que inició con 17 estudiantes en



el año 2017, 30 en 2018 y en 2019 tenemos 80 estudiantes aproximadamente, además de los estudiantes de las otras 2 instituciones educativas, es importante resaltar la vinculación de otros profesores de ciencias naturales, matemáticas y tecnología. Se han realizado publicaciones como la bitácora científica, pendones, folletos.

Finalmente, se ha participado en las convocatorias del programa Ondas, Yo amo la ciencia, primero en lo municipal y, posteriormente, en lo departamental. Actualmente, se está articulando realidad aumentada al trabajo científico con los estudiantes, continúa la vinculación con la Universidad Tecnológica de Pereira, se avanza en procesos del diseño de impresoras 3D y agricultura de precisión en la identificación de plagas, enfermedades y nutrientes, control de humedad, entre otros. Se está desarrollando un proceso de etnorobótica con estudiantes afros e indígenas del corregimiento de Santa Cecilia *in situ* y a través de redes como Facebook Live, con mucha dificultad por la baja conectividad.

## ● Conclusiones

A partir de este proyecto se logró identificar la progresión del aprendizaje de los conceptos sonido y propiedades de la materia, el desarrollo de las competencias científicas como la indagación, los estudiantes a partir de la pregunta investigativa y de la hipótesis planteada lograron construir el prototipo de robot automatizado, lo que les permitió el desarrollo de habilidades tecnológicas como el uso del celular más allá de las redes sociales, realizar trabajos en ciencia y tecnología en los laboratorios de mecatrónica, esto los motivó a querer estudiar ingenierías para desarrollar procesos innovadores y habilidades del pensamiento crítico investigativo como la comparación, procesos de observación científica, descripciones, explicaciones, entre otras.

Se ha logrado transformar la práctica de enseñanza mediante la articulación de la ciencia y la tecnología y el diseño de unidades problémicas investigativas, como planes de aula de gran impacto en la comunidad escolar.

## ● Referencias

- Bohórquez, L. N. (2015). *Habilidades de pensamiento científico en la enseñanza y el aprendizaje de la unidad didáctica ¿El robot piensa?* Universidad Tecnológica de Pereira. Trabajo de grado.
- Carrasco, M (2016). *Robótica educativa: aplicación metodológica en las aulas de primaria*. Trabajo de grado. Universidad de Málaga. España.
- Galán, P. C. (2016). *Robótica en educación infantil. Realidades y limitaciones*. Universidad Complutense de Madrid. Trabajo de grado.
- Olivares, O. (2008). *Robótica para tercer curso ESSO. Unidad didáctica*. Córdoba, España.
- Sanmartí, N. (2009). *Didáctica de las ciencias naturales en la educación secundaria obligatoria*. Segunda reimpresión. Editorial síntesis. Madrid.



Ministerio de Educación (2018). *RobotLab. Plataforma para el aprendizaje de la robótica en educación secundaria*. Argentina.

Tamayo, O. y otros (2014). *Pensamiento crítico en el aula de ciencias*. Universidad de Caldas. Editorial Universidad de Caldas.

Franco, J. Y otros (2005). *Enseñar a pensar para aprender mejor*. Editorial Alfaomega, segunda edición. México. URL: <https://contaminación-2009.blogspot.com/?m=1> <https://contaminación-2009.blogspot.com/?m=1>

#### **Evidencias**

Video. [https://drive.google.com/open?id=1SctKJiT75vICYDpJQ\\_uTsl4oh4RvU\\_WY](https://drive.google.com/open?id=1SctKJiT75vICYDpJQ_uTsl4oh4RvU_WY)