

La educación STEM en el fortalecimiento de la estrategia de Formación por Proyectos del SENA

STEM education in the strengthening of SENA's Training by Projects strategy / Educação STEM no fortalecimento da estratégia de Treinamento por Projetos do SENA

Marco Tulio Vélez¹

RESUMEN: En este artículo de reflexión documentada se presenta como caso la experiencia compartida en dos grupos de estudiantes de semilleros de robótica a los cuales, mediante la estrategia de Formación por Proyectos fortalecida con la educación STEM, se les planteó la construcción de un robot autónomo capaz de encontrar la salida de un laberinto. **Palabras clave:** STEM, robótica pedagógica, Scratch, formación por proyectos, SENA, Mindstorm EV3. **ABSTRACT:** In this article of documented reflection, the experience shared in two groups of students of robotic nurseries is presented as a case, and through the Training for Projects strategy strengthened with the STEM education, the construction of an autonomous robot capable of find the exit of a labyrinth. **Keywords:** STEM, pedagogical robotics, Scratch, project training, SENA, Mindstorm EV3. **RESUMO:** Neste artigo de reflexão documentada, a experiência compartilhada em dois grupos de alunos de viveiros robóticos é apresentada como um caso, e através da estratégia de Treinamento para Projetos fortalecida com a educação STEM, a construção de um robô autônomo capaz de encontre a saída de um labirinto. **Palavras-chave:** STEM, robótica pedagógica, Scratch, treinamento em projetos, SENA, Mindstorm EV3.

Fecha de recepción: 1 de octubre de 2018 / Fecha de aprobación: 16 de noviembre de 2018





Foto: Archivo Escuela de Instructores

Introducción

De forma cotidiana, los instructores se ven enfrentados durante la experiencia de formación a retos pedagógicos que implican seleccionar las mejores prácticas para garantizar la transmisión de conocimientos básicos y técnicos, o en cuanto a la elaboración de proyectos en que el aprendizaje previo de los estudiantes es un insumo vital para el éxito. Ahora, ¿qué debe hacer el instructor cuando, durante el reconocimiento de aprendizajes previos, detecta que el nivel académico esperado para el grado de escolaridad de los aprendices, no corresponde con los mínimos deseados? Esta situación, que no debe ser considerada normal, se ha vuelto habitual en los diferentes programas de formación abiertos por el SENA.

En el desarrollo de la práctica formativa es común encontrar grupos heterogéneos de estudiantes, en los cuales el nivel de formación antes del ingreso al SENA no corresponde con los requisitos mínimos de conocimiento previstos durante el diseño curricular de los programas de la entidad. El diseño de las estructuras curriculares, en la mayoría de los programas del SENA, parte de un supuesto que desafortunadamente no siempre es cierto: que los estudiantes se han apropiado durante su ciclo formativo previo al ingreso, de las competencias básicas en lectoescritura, ciencias y matemáticas, requeridos para la formación.

Este hecho genera uno de los mayores retos para los instructores, quienes durante su labor en los ambientes de enseñanza deben enfrentar que, en la mayoría de los casos, los estudiantes no se encuentran suficientemente preparados para asimilar los nuevos conocimientos que el programa de formación plantea. En ese momento, el equipo de instructores es forzado a definir nuevas rutas de aprendizaje que fortalezcan o complementen los aprendizajes previos, casi siempre en temas relacionados con Matemáticas, Física y Química, entre otros.

Esta dinámica de asumir dentro de la carga de formación una cantidad de actividades adicionales puede implicar retrasos en los tiempos planeados para las tareas programadas. Sin embargo, estas son necesarias para mitigar la posibilidad de generar dudas conceptuales o procedimentales que interfieran con la apropiación del conocimiento, y en su lugar garanticen un aprendizaje significativo de los estudiantes en formación.

Nuevos paradigmas educativos

Dentro de las posibilidades de los instructores para fortalecer o nivelar los conocimientos de los aprendices en Ciencias y Matemáticas, se encuentran

los métodos tradicionales de enseñanza memorística fortalecidos con técnicas didácticas activas, en las cuales el método conductista sigue siendo el más utilizado. Dado que el Modelo Pedagógico Institucional del SENA (2012) privilegia el aprendizaje significativo sobre el aprendizaje de tipo conductista memorístico, es necesario encontrar rutas alternas que permitan hallar una solución a la problemática detectada.

Si se analiza lo que se está haciendo en el ámbito mundial para producir reformas educativas y generar nuevos paradigmas educativos, es notable el esfuerzo que países considerados del primer mundo han hecho para incluir en sus políticas públicas la educación científica, a tal punto de llegar a considerarla un tema de interés público prioritario.

En Estados Unidos se han diseñado políticas gubernamentales para la educación en Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (Sciences, Technology, Engineering and Mathematics, STEM) (GAO, 2005). La mayoría de las universidades de la Unión Americana han organizado institutos o centros STEM. El objetivo propuesto es una participación fundamental en la educación formal básica preuniversitaria de 13 años (K-12) y una educación formal universitaria y posuniversitaria de siete años más en el área STEM (NEU, 2010).

La mayoría de los países de la Unión Europea participaron de la creación de la red Developing Quality in Mathematics Education (DQME, 2004). La red ha producido materiales de acuerdo con las expectativas sobre educación matemática. También ha implantado, entre otros, el Proyecto Remath, (Representaciones Matemáticas con Medios Digitales,) orientado al desarrollo de dispositivos para la enseñanza de matemática en la era de la computación (Remath, 2010); también está el proyecto Primas (Promoting Inquiry in Mathematics and Science Education Across Europe) dirigido a innovar en la forma de enseñar Ciencias y Matemática mediante una nueva pedagogía, que dota a educadores de materiales de enseñanza y entrenamiento (Primas, 2010).

El concepto Educación STEM (*STEM Education*, en su idioma original) ha sido adoptado como una metodología divertida de enseñar de forma integrada Ciencias y Matemáticas, y propone dos aspectos bien diferenciados:

- Considerar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas de manera integrada, en lugar de tratarlas como áreas de conocimiento complementarias. El concepto “integrada” consiste en la enseñanza de cualquier programa en que hay una asimilación explícita de conceptos de dos o más disciplinas.

- Aplicar un enfoque de ingeniería relacionado con el desarrollo de conocimientos conceptuales para su posterior aplicación práctica, cuyo enfoque siempre debe ser orientado a la resolución de problemas del mundo real, mediante el uso de herramientas tecnológicas.

Metodología de aplicación

Para el análisis de los resultados de la aplicación del modelo de Educación STEM en la formación por proyectos fueron seleccionados dos grupos de estudio. El primero de ellos formado por 22 aprendices de modalidades técnicas en etapa de formación en el SENA; y el segundo, un grupo compuesto por 20 estudiantes de una Institución Educativa (IE) con diferentes niveles educativos, desde el grado 7º hasta grado 11º, integrantes del semillero de robótica de la IE.

Para ambos grupos bajo análisis se planificó un curso de 40 horas, cuyo principal objetivo fue aplicar principios básicos de ciencias, matemáticas y tecnología, alrededor del desarrollo de un proyecto consistente en la construcción de un robot autónomo capaz de encontrar la salida de un laberinto. Como herramientas didácticas se dispuso para la estructura física de la plataforma para Robótica Lego Mindstorm EV3 (Lego, 2018) y del lenguaje de programación Scratch 1.4 (Vásquez, 2018) para la simulación del comportamiento del robot previo a su construcción.

Durante el desarrollo de la experiencia de aprendizaje significativo se buscó conceptualizar y analizar el comportamiento de variables físicas relacionadas con electricidad, velocidad, aceleración, mecanismos de transmisión de movimiento y tipos de ondas. En matemáticas, el objetivo era identificar las relaciones existentes entre las diferentes variables y la solución numérica de las ecuaciones planteadas. En el área de diseño, evaluar diferentes estructuras de soporte, tamaño, peso y la relación entre ellas para identificar parámetros de desempeño y eficiencia del consumo eléctrico. En el campo de la tecnología, simular en Scratch la solución propuesta por cada grupo y el desempeño del robot dentro del laberinto.

En cada uno de los grupos objeto de observación fueron formados de manera aleatoria equipos de trabajo de cuatro o máximo cinco aprendices. Debido a la heterogeneidad de edades y los diferentes niveles de aprendizaje se condicionó que cada equipo de trabajo tuviese un grado de escolaridad similar, o que no distara en más de un nivel académico entre los participantes. Se buscaba con esta condición evitar que estudiantes de grados superiores, pudieran influir de manera decisiva en los resultados alcanzados por los equipos de trabajo a los cuales fueran asignados.

Tabla 1. Distribución de aprendices en equipos de trabajo, según grado de escolaridad

GRUPO A APRENDICES SENA FORMACIÓN TITULADA			GRUPO B APRENDICES SENA FORMACIÓN COMPLEMENTARIA		
Equipo 1	Edad (años)	Nivel educativo	Equipo 1	Edad (años)	Nivel educativo
Integrante 1	17	Bachiller	Integrante 1	14	Séptimo
Integrante 2	19	Bachiller	Integrante 2	16	Séptimo
Integrante 3	16	Bachiller	Integrante 3	14	Séptimo
Integrante 4	22	Bachiller	Integrante 4	14	Séptimo
Integrante 5	26	Bachiller			
Equipo 2	Edad (años)	Nivel educativo	Equipo 2	Edad (años)	Nivel educativo
Integrante 1	17	Bachiller	Integrante 1	15	Octavo
Integrante 2	19	Bachiller	Integrante 2	15	Octavo
Integrante 3	16	Bachiller	Integrante 3	16	Octavo
Integrante 4	22	Bachiller	Integrante 4	16	Noveno
Integrante 5	24	Bachiller			

GRUPO A APRENDICES SENA FORMACIÓN TITULADA			GRUPO B APRENDICES SENA FORMACIÓN COMPLEMENTARIA		
Equipo 3	Edad (años)	Nivel educativo	Equipo 3	Edad (años)	Nivel educativo
Integrante 1	19	Bachiller	Integrante 1	16	Noveno
Integrante 2	20	Bachiller	Integrante 2	16	Noveno
Integrante 3	18	Bachiller	Integrante 3	17	Noveno
Integrante 4	22	Bachiller	Integrante 4	17	Noveno
Equipo 4	Edad (años)	Nivel educativo	Equipo 4	Edad (años)	Nivel educativo
Integrante 1	23	Bachiller	Integrante 1	17	Décimo
Integrante 2	19	Bachiller	Integrante 2	16	Décimo
Integrante 3	18	Bachiller	Integrante 3	17	Undécimo
Integrante 4	19	Bachiller	Integrante 4	16	Undécimo
Equipo 5	Edad (años)	Nivel educativo	Equipo 5	Edad (años)	Nivel educativo
Integrante 1	20	Bachiller	Integrante 1	19	Undécimo
Integrante 2	21	Bachiller	Integrante 2	17	Undécimo
Integrante 3	21	Bachiller	Integrante 3	18	Undécimo
Integrante 4	27	Bachiller	Integrante 4	17	Undécimo

Fuente: Elaboración propia.

Una vez que los equipos fueron formados, se dio inicio al proceso básico de fundamentación. Como primera estrategia, se eligió una aproximación a la Robótica Pedagógica (De Regina, 2015). La implementación de la robótica en los ambientes de aprendizaje no intenta únicamente formar a los estudiantes en la disciplina de la robótica propiamente dicha, sino también aprovechar su carácter multidisciplinario para propiciar escenarios de aprendizaje donde el estudiante pueda percibir los problemas del mundo real, imaginar y formular las posibles soluciones y poner en marcha sus ideas, mientras se siente motivado por la temática que se va desarrollando (Aliane, 2007).

La teoría constructivista de Jean Piaget asegura que el aprendizaje no es resultado de una transferencia de conocimiento, sino que es un proceso activo de construcción del aprendizaje basado en experiencias (Acuña, 2004). Según este modelo, el aprendizaje se manifiesta a medida que el estudiante interactúa con su realidad y realiza actividades concretas en esta. Desde este punto de vista, el uso de herramientas tecnológicas en el ambiente

de aprendizaje aporta una manera alternativa de aprender y crea en los estudiantes experiencias para la construcción de conocimientos (Hernández, 2008). El modelo de trabajo en equipo, además fortalece el aprendizaje cooperativo y colaborativo. Cuando el aprendiz interactúa con otros y es guiado a la zona de desarrollo próxima, puede construir su propio conocimiento, según Vygotsky (1987).

Bajo este enfoque, el cual sigue linealmente la propuesta pedagógica del SENA, los aprendices fueron retados a la construcción de un robot que pudiera resolver un laberinto y encontrar la salida del mismo de forma autónoma.

Durante la solución de la problemática se abordaron problemas del mundo real, entre ellos: comprensión de conceptos como masa, velocidad, aceleración y sus respectivos cálculos; concepto de eficiencia en el consumo de energía y su relación con el tamaño y la masa; definición de distancia, trayectoria y optimización de rutas de desplazamiento; formulación de hipótesis para la solución de laberintos y ensayos para determinar su eficiencia; diseño y construcción de espacios

simulados para la comprobación de las hipótesis planteadas.

En el transcurso de la experiencia fue notorio que los equipos de trabajo en los cuales los conocimientos previos se encontraban relacionados académicamente con el reto planteado, alcanzaban más rápidamente los resultados esperados, sin embargo, también se observó la facilidad con la cual los otros aprendices se apropiaban de los nuevos conceptos por medio del trabajo en equipo y de la participación activa en la construcción de la solución a la problemática planteada.

De acuerdo con la dinámica de la Educación STEM se privilegió la conceptualización de los conocimientos básicos, con énfasis en encontrar las relaciones del mundo real con los contenidos trabajados. El empleo de la ciencia, las matemáticas, la tecnología y métodos de ingeniería fueron empleados de una manera sutil, mientras los aprendices suponían como problema central el desarrollo del Robot. Esta estrategia permitió que los estudiantes afianzaran los conocimientos teóricos alcanzados, mediante la experimentación.

En cuanto a lo tecnológico, el reconocimiento y el trabajo con piezas mecánicas aisladas o interconectadas entre sí formando sistemas complejos, requeridas para la construcción de un robot, permitió que los aprendices desarrollaran habilidades superiores de pensamiento. La explicación de este logro reside en que era necesario cumplir todo un proceso de planeación, el cual pasa por etapas como el boceto, la selección de componentes, el ensamble de piezas, la construcción de sistemas y la elaboración del prototipo. Cada una de ellas con sus dificultades propias, y hallar su solución enriquece el proceso de aprendizaje.

Evaluación de la experiencia

Para la medición de los logros alcanzados fueron definidos dos momentos de evaluación para recolección de evidencias: el primero una vez se dio por concluida la etapa de sensibilización, socialización y conceptualización para apropiación de conocimientos básicos; la segunda, al concluir la etapa de ejecución tras la cual los equipos de aprendices deberían presentar la solución final a la problemática planteada.

Se diseñaron dos instrumentos de evaluación, centrados en una evaluación orientada al aprendizaje, de carácter colaborativo y enfocada en los principales aprendizajes por medio de tareas factibles, y con posibilidad de una retroalimentación eficaz que permitiera la posibilidad de cambio o mejora, de acuerdo con lo planteado por Boud y Falchikov (2007).

Se determinó emplear primero el método de Cuestionario con Formulación de Preguntas de Múltiples Opciones y única respuesta. Para el diseño del cuestionario se consideró la metodología propuesta por Haladyna, Downing y Rodríguez (2002), en la cual se plantea que con este tipo de instrumentos adecuadamente contruidos resulta posible evaluar tareas cognitivamente complejas.

Para tal fin se diseñó un cuestionario de 20 preguntas, cada una con cinco opciones y solo una respuesta correcta, cuyo propósito fue evaluar el grado de conocimiento alcanzado en la conceptualización de principios físicos y su aplicación en el análisis y estudio de casos reales. La prueba fue aplicada a los dos grupos bajo observación en sesiones diferentes. El tiempo para cada prueba fue de 60 minutos y en ellas participó la totalidad de los aprendices.

En las tablas siguientes se pueden observar los resultados alcanzados. En la Tabla 2 se presenta la distribución de peso que se asignó a cada concepto en el diseño del cuestionario de 20 preguntas. Para la distribución se consideró la importancia de la apropiación del concepto para la correcta solución del problema planteado.

Tabla 2. Distribución de preguntas en el cuestionario

CONCEPTO EVALUADO	NÚMERO DE PREGUNTAS
Posición	3
Velocidad	4
Aceleración	4
Masa	3
Potencia	3
Energía	3
Total	20

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 3 presenta los resultados obtenidos en el Grupo A, luego de la revisión de las hojas de respuesta. El cuadro muestra el porcentaje de acierto por Concepto frente al número total de preguntas evaluadas:

Tabla 3. Total de respuestas correctas por Concepto. Grupo A

CONCEPTO EVALUADO	GRUPO A		
	Aciertos	Total Preguntas	% de Acierto
Posición	60	66	91%
Velocidad	79	88	90%
Aceleración	74	88	84%
Masa	62	66	94%
Potencia	56	66	85%
Energía	60	66	91%
TOTALES	391	440	89%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4 se muestran los resultados obtenidos en el Grupo B, luego de la revisión de las hojas de respuesta. El cuadro presenta el porcentaje de acierto por Concepto frente al número total de preguntas evaluadas:

Tabla 4. Total de respuestas correctas por Concepto. Grupo B

CONCEPTO EVALUADO	GRUPO B		
	Aciertos	Total Preguntas	% de Acierto
Posición	54	60	90%
Velocidad	71	80	89%
Aceleración	60	80	75%
Masa	55	60	92%
Potencia	52	60	87%
Energía	53	60	88%
TOTALES	345	400	86%

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 5 presenta unificado el resultado total obtenido por ambos grupos, considerando que las condiciones en ambos casos fueron similares.

Tabla 5. Total de respuestas correctas por Concepto. Grupo A y Grupo B

CONCEPTO EVALUADO	GRUPOS A y B		
	Aciertos	Total Preguntas	% de Acierto
Posición	114	126	90%
Velocidad	150	168	89%
Aceleración	134	168	80%
Masa	117	126	93%
Potencia	108	126	86%
Energía	113	126	90%
TOTALES	736	840	88%

Fuente: Elaboración propia.

Para la evaluación del desempeño de los aprendices durante el proceso de ejecución de la propuesta de solución del problema se aplicó como instrumento la Rúbrica. En el marco de las metodologías activas en la educación superior, las rúbricas se han convertido en un instrumento fundamental para la evaluación del proceso formativo, bajo tres supuestos esenciales: su consideración como instrumentos de interpretación de los resultados de la evaluación, pues permite la evaluación de progreso y orientada al aprendizaje (Fernández March, 2010); su adecuación y necesidad de participación del estudiante en el proceso evaluador (Conde y Pozuelos, 2007), así como la satisfacción expresada con su empleo (Gallego y Raposo, 2012).

Los resultados totalizados según el número de aprendices participantes de la experiencia analizada se resumen en las siguientes tablas:

Conclusiones y discusión

Se concluye del análisis de los datos que, a pesar de la diferencia académica entre los dos grupos bajo observación, los resultados logrados fueron muy similares. En materia de los conocimientos de conceptos y principios físicos se obtuvo: 89% de aciertos totales del grupo de Aprendices SENA con perfil de bachilleres y activos en cursos de educación superior a nivel técnico y tecnológico, contra 86% obtenido por estudiantes de secundaria con grados desde séptimo hasta undécimo.

Los resultados muestran que, frente a temáticas novedosas para los estudiantes, es posible alcanzar buenos resultados, con independencia de la escolaridad, si se emplean estrategias activas que involucren al individuo en el proceso de elaboración del conocimiento.

Tabla 6. Descriptores para la evaluación de conocimientos y desempeño en el área de Tecnología aplicada al diseño del Robot.

DESCRIPTOR	GRUPO A		GRUPO B	
	Alcanza el objetivo	Alcanza con dificultad	Alcanza el objetivo	Alcanza con dificultad
Identifica y reconoce la función de operadores tecnológicos de tipo mecánico como palancas, poleas, engranajes, muelles y ruedas.	20	2	18	2
Establece relaciones entre operadores mecánicos con el fin utilizarlos en la construcción sistemas de transmisión de movimiento.	19	3	19	1
Reconoce y clasifica piezas mecánicas según su función y las emplea de forma correcta para la construcción de sistemas.	21	2	19	1
Bosqueja y construye robot didáctico de acuerdo a los requerimientos de la problemática planteada.	22	0	20	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Descriptores para la evaluación de conocimientos y desempeño en el área de Informática aplicada a la simulación de la solución propuesta.

DESCRIPTOR	GRUPO A		GRUPO B	
	Alcanza el objetivo	Alcanza con dificultad	Alcanza el objetivo	Alcanza con dificultad
Describe secuencias y procesos en forma de algoritmos.	19	3	18	2
Identifica el entorno de programación y los elementos del lenguaje gráfico de la herramienta Scratch.	22	0	20	0
Escribe y compila programas simples empleando componentes visuales del editor de Scratch.	19	3	17	3
Escribe programas en Scratch para simular y solucionar problemas según las indicaciones propuestas.	17	5	15	5

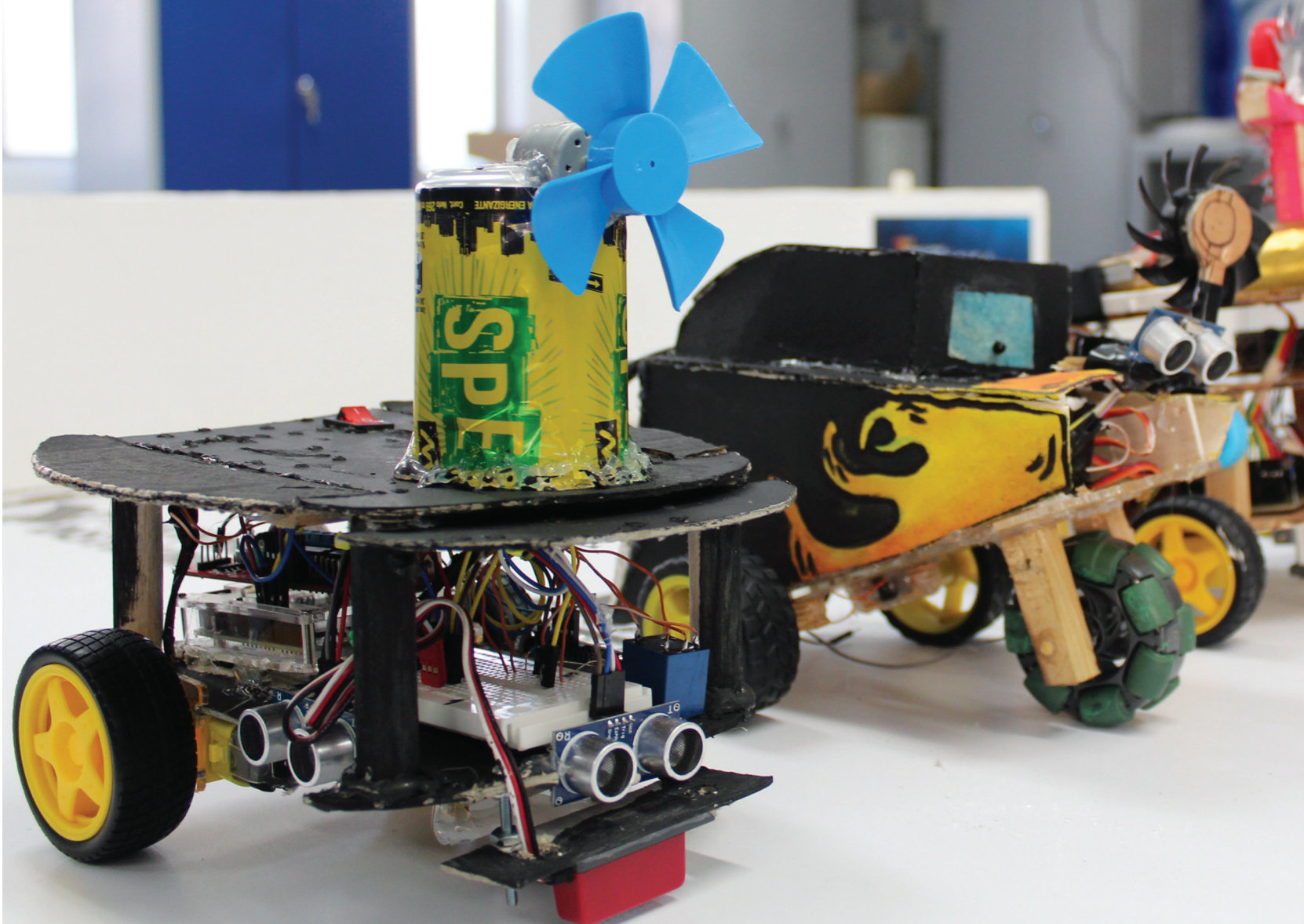
Fuente: Elaboración propia.

La planeación de las actividades bajo el marco de la educación STEM posibilita apropiar fácilmente conceptos que bajo otra metodología podrían considerarse abstractos, ya que permite relacionar de manera experimental la realidad con la teoría, y convierte el aprendizaje en un camino lleno de retos y descubrimientos que ayuda a nivelar los conocimientos previos y a afianzar la confianza de los aprendices para enfrentar nuevos desafíos.

La inclusión de la educación STEM en la estrategia de Formación por Proyectos del SENA, podría fortalecerla, por cuanto implica la utilización de herramientas didácticas de marcado atractivo para los aprendices, si se considera la cercanía generacional con el uso de los dispositivos tecnológicos y la Informática.

Referencias

- Acuña, A. (2004). Robótica y aprendizaje por diseño. Recuperado de http://www.educoas.org/portal/ineam/premio/es58_2004.pdf
- Aliane, N.; Bemposta, S.; Fernández, J.; Egido V. (2007). *Una experiencia práctica de aprendizaje basado en proyecto en una asignatura de robótica*. Extraído el 10 de mayo de 2018, de <http://bioinfo.uib.es/~joemiro/aenui/procJenui/Jen2007/alunae.pdf>.
- Boud, D. y Falchikov, N. (Eds.) (2007). *Rethinking Assessment in Higher Education: Learning for the Longer Term*. Londres: Routledge.
- Conde, A. y Pozuelos, F. (2007). Las plantillas de evaluación (rúbrica) como instrumento para la evaluación formativa. Un estudio de caso en el marco de la reforma de la enseñanza universitaria en el EEES. *Investigación en la Escuela*, 63, 77-90.
- De Regina, M. (2015). La robótica educativa como metodología de aprendizaje. *Educación 3.0 La revista para el aula del siglo XXI*, 19, 08-10.
- DQME (2004). *Developing Quality in Mathematics Education. An European Network*. Recuperado de <http://www.dqme.uni-dortmund.de>
- Fernández, A. (2010). La evaluación orientada al aprendizaje en un modelo de formación por competencias en la educación universitaria. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 18(1), 11-34. Recuperado de <http://red-u.net/redu/index.php/REDU/article/view/144>
- Gallego, M. y Raposo, M. (2012). Satisfacción del alumnado con la evaluación basada en rúbricas. II Congreso Internacional sobre Evaluación por competencias mediante e-rúbricas, Málaga. Recuperado de <http://gtea>.



Centro de la Industria, la Empresa y los Servicios, Neiva, Huila. Foto Oficina de Comunicaciones

uma.es/congresos/wp-content/uploads/2012/03/Gallego-y-Raposocongreso-erubric-2012.pdf

GAO (2005). US Government Accountability Office. Federal Science, Technology, Engineering, and Mathematics Programs and Related Trends. Recuperado de <http://www.gao.gov/new.items/d06114>

Haladyna, T., Downing, S. y Rodríguez, M. (2002). A Review of Multiple-Choice Item-Writing Guidelines. *Applied Measurement in Education*, 15(3), 309-334.

Hernández, S. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, 5(2).

Recuperado de <http://www.uoc.edu/rusc/5/2/dt/esp/hernandez.pdf>

Lego (2018). *The Lego Group*. Recuperado de <https://www.lego.com/es-es/mindstorms/products/mindstorms-ev3-31313>

NEU (2010). Northeastern University-The Center for STEM Education. Recuperado de <http://www.stem.neu.edu>

Primas (2010). Promoting Inquiry in Mathematics Education. 7FP Unión Europea. Recuperado de <http://www.nottingham.ac.uk/education/documents/research>

Remath (2010). *Representing Mathematics with Digital Media. The Amusement Park*. Recuperado de <http://remath.cti.gr>

SENA (2012). *Modelo Pedagógico Institucional MPI*. Bogotá: Autor.

Vásquez, E. y Ferrer, D. (2015). La creación de videojuegos con Scratch en Educación Secundaria. *Revista Communication Papers*, 6, 63-73.

Vigotsky, L. (1987). *Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores*. La Habana: Científico Técnica.

Notas

- 1 Instructor y jefe de área de Electricidad y Electrónica. Red de Conocimiento: Electrónica Instrumentación y Automatización, SENA. Centro de Biotecnología Industrial Regional Valle del Cauca. marco.velezr@misena.edu.co