

APLICACIÓN DEL DISEÑO DE PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS BASADAS EN METODOLOGÍA STEM EN TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN E INDUSTRIA 4.0

¹ Oscar Manuel Duque Suárez

² María Carolina Duque Suárez

³ Yesenia Restrepo Chaustre

Como citar este artículo:

Duque Suárez, O. M.; Duque Suárez, M. C. & Restrepo Chaustre, Y. (2021). Aplicación del diseño de prácticas pedagógicas basadas en metodología STEM en tecnología, innovación e industria 4.0. *Rutas de formación: prácticas y experiencias*, 12, 135-146. <https://doi.org/10.23850/24631388.n12.2021.4010>

Fecha de recepción: 3 de noviembre de 2020 / Fecha de aprobación: 5 de diciembre de 2020

Resumen

Para mejorar los índices de educación, innovación y desarrollo en la población, resulta necesario que las instituciones educativas estatales, junto con los entes gubernamentales trabajen de forma incorporada y proactiva en el diseño de planes, programas, proyectos y políticas que, conjuntamente con las metas, permitan, en breve, mediano y largo plazo beneficios que proporcionen el desarrollo armónico para conseguir una región más competitiva, es decir, un mejor nivel de vida para su población de forma generalizada. Lograr que la educación en las ciudades sea más competitiva, equitativa y justa conlleva que su desarrollo se debe basar en la innovación tecnológica y en el emprendimiento para poder robustecer las empresas, las instituciones de conocimiento.

Es aquí donde se genera la intención de implementar estrategias, como la elaboración de semilleros en tecnología e innovación en los colegios de las ciudades del país, que proporcionen escenarios para que los estudiantes de las instituciones educativas se involucren en la investigación que fortifique el progreso y mantenimiento de grupos de investigación, además de fortalecer sus aptitudes básicas orientadas a la investigación, incorporando el perfeccionamiento de la investigación a temprana edad; también mejorar su proyección vocacional identificando y planteando soluciones a problemas del entorno, fortaleciendo la productividad junto a la competitividad en la ciudad y el país. En este escrito se realiza la presentación de los casos de estudio realizados en Tecnoacademia Cúcuta, aplicados en diferentes escenarios de aprendizaje

¹ Magíster en Controles Industriales. Especialista en Mecatrónica Industrial. Ingeniero Mecatrónico. Grupo de Investigación CEDRUM NDS; Centro de Formación para el Desarrollo Rural y Minero; Regional Norte de Santander; Instructor SENNOVA; oduques@sena.edu.co.

² Candidata a Magíster en Mantenimiento Industrial, Especialista en Mecatrónica Industrial, Ingeniera Electrónica. Grupo de Investigación GINET; Centro de la Industria la Empresa y los Servicios, Regional Norte de Santander; Gestor Tecnoparque Ocaña; macduques@sena.edu.co.

³ Magíster en Controles Industriales. Ingeniera Electrónica; Grupo de Investigación GINET; Centro de la Industria la Empresa y los Servicios; Regional Norte de Santander; Instructora SENNOVA; yrestrepoc@sena.edu.co.

generando proyectos de formación utilizando la metodología STEM (*Sciences, Technology, Engineering and Mathematics*).

Palabras clave: STEM; metodología; semilleros de investigación; prácticas pedagógicas.

Application of the design of pedagogical practices based on STEM methodology in technology, innovation and industry 4.0

Abstract

To improve the rates of education, innovation and development in the population, it is necessary that state educational institutions together with government entities work in an incorporated and proactive way in the design of plans, programs, projects and policies that together with the goals allow in short-, medium- and long-term benefits that provide harmonious development to achieve a more competitive region, that is, a better standard of living for its population in a generalized way. Making education in cities more competitive, equitable and fair means that its development must be based on technological innovation and entrepreneurship in order to strengthen companies and institutions of knowledge.

It is here that the intention to implement strategies is generated, such as the development of technology and innovation seedbeds in schools in the country's cities, which provides scenarios for students from educational institutions to get involved in research that fortifies the progress and maintenance of research groups, in addition to strengthening their basic research-oriented skills, incorporating the improvement of research at an early age; Also, improve their vocational projection by identifying and proposing solutions to environmental problems, strengthening productivity together with competitiveness in the city and the country. In this writing the presentation of the case studies carried out in TecnoacademiaCúcuta, applied in different learning scenarios generating training projects using the STEM methodology (*Sciences, Technology, Engineering and Mathematics*) is made.

Keywords: STEM; methodology; research nurseries; pedagogical practices.

Aplicação do desenho de práticas pedagógicas com base na metodologia STEM em tecnologia, inovação e indústria 4.0

Resumo

Para melhorar os índices de educação, inovação e desenvolvimento da população, é necessário que as instituições de ensino estaduais, em conjunto com os entes governamentais, trabalhem de forma incorporada e pró-ativa na formulação de planos, programas, projetos e políticas que, em conjunto com as metas, permitem, a curto, médio e longo prazos, benefícios que proporcionem um desenvolvimento harmonioso para alcançar uma região mais competitiva, ou seja, um melhor padrão de vida para sua população de forma generalizada. Tornar a educação nas cidades mais competitiva, eqüitativa e justa significa que seu desenvolvimento deve ser baseado na inovação tecnológica e no empreendedorismo, a fim de fortalecer empresas e instituições de conhecimento.

É aqui que se produz a intenção de programar estratégias, como o desenvolvimento de sementeiras de tecnologia e inovação nas escolas das cidades do país, que proporcionem cenários para que alunos de instituições de ensino se envolvam em pesquisas que fortaleçam o progresso e a manutenção dos grupos de pesquisa. Isso, além de fortalecer suas competências básicas voltadas para a pesquisa, incorporando o aperfeiçoamento da pesquisa desde a mais tenra idade, também melhoraria sua projeção profissional, identificando e propondo soluções para os problemas ambientais, fortalecendo a produtividade aliada à competitividade da cidade e do país. Neste artigo se apresentam dos estudos de caso realizados na Tecnoacademia Cúcuta, aplicados em diferentes cenários de aprendizagem onde se tem gerado projetos de formação utilizando a metodologia STEM (Sciences, Technology, Engineering and Mathematics).

Palavras-chave: STEM; metodologia; sementeiras de pesquisa; práticas pedagógicas.

Introducción

Los colegios son instituciones educativas adscritas al Ministerio de Educación cuya misión es ofrecer educación completa que se pueda impartir en cualquier aula, ya sea en educación primaria, secundaria académica y secundaria técnica, según lo dictan las normas orgánicas en materia de recursos y competencias para organizar los servicios de educación (LEY 715, 2001). Asimismo implementar un profundo respeto por los valores éticos y un compromiso decidido con el conocimiento que favorece su desarrollo personal y comunitario, e igualmente garantizar la cobertura de las necesidades. Las instituciones educativas deben contar con el suministro adecuado para desarrollar las actividades de formación programadas y así disponer de los elementos, materiales y servicios necesarios que contribuyan al desarrollo de los procesos que permitan el cabal cumplimiento de su objetivo misional en su totalidad, incluidas la innovación y la investigación.

Además, los colegios tienen como determinación misional interesar a los estudiantes en temáticas que puedan cooperar al perfeccionamiento social y técnico, con el fin de distribuir una educación integral que incorpore actividades productivas que apoyen a la evolución del país. Se debe destacar que el elemento humano es el componente más importante en cualquier movimiento que este aplicándolo (Sucunza Saldise, 2004), debido a que una persona con altos conocimientos y buenas prácticas laborales aporta al desarrollo y mitigación del desempleo en un país.

Por consiguiente, el presente artículo presenta el modelo pedagógico de las instituciones educativas, la orientación científica como una estrategia lógica y como una resolución de problemas centrándose en la premisa del semillero de investigación, el cual genera un pensamiento científico y motivador de aprendizaje constante para producir logros o generar conocimiento mientras da solución a una problemática planteada, a su vez, expone la metodología STEM y presenta su aplicabilidad en la ciudad de Cúcuta con la presentación de cinco casos de estudios desarrollados en Tecnacademia Cúcuta, en las aulas de clases de los colegios e instalaciones de SENA Cúcuta.

Marco teórico

Modelo pedagógico de las instituciones educativas

El modelo pedagógico de las instituciones educativas se fundamenta en las teorías de la *Pedagogía Dialogante para el Desarrollo Humano* del autor Julián De Zubiría Samper (2015), “en las que se reconoce el papel activo del estudiante, y el rol esencial y determinante de los maestros y la escuela en el proceso de aprehendizaje” o similares, que tiene como principio fundamental “La escuela para el Desarrollo Humano”. La pedagogía dialogante se afirma en diversos elementos pertinentes de la pedagogía conceptual (Zubiría, 2015), la cual enfatiza la comunicación como el eje principal para generar conceptos claros y aplicables en cualquier caso de estudio. Con el propósito de mantener ese proceso cognitivo de recibir y procesar información se hace más fuerte al momento de comunicar, establecer, analizar y rectificar dudas que se desprendan del aprendizaje esto con el propósito de alcanzar cimientos fuertes al tiempo de emplear dichos conceptos en una investigación.

El enfoque científico como una estrategia lógica

Una de las características del corriente científico es la diferencia del razonamiento lógico para acoplar el experimento y la explicación. Igualmente, así como Piaget utilizó el contexto científico para sus investigaciones en el contexto de los niños, lo usó asimismo para nivelar el “pensamiento científico” en los tipos de “pensamiento lógico” que determinó como parte del movimiento operatorio formal (Inhelder y Piaget, 1958). A partir de la orientación Piagetiana, el conocimiento de la iniciativa de controlar los parámetros de interés, en las experiencias que contienen muchas variables independientes para conseguir conclusiones válidas es una premisa del movimiento formal. Numerosos estudios han sido conducidos en la didáctica de las ciencias para examinar la capacidad de los alumnos para regular las variables en las tareas, y para estimar el éxito de diversos puntos de vista de enseñanza. Lawson (1985) señaló una lista completa y detallada de las variables a controlar en la enseñanza desde de un diagnóstico.

Numerosos estudios se han realizado para estimar el aprendizaje con la meta de perfeccionar en la

implementación diaria de los alumnos. Kuhn y Angelev (1976) encontraron que la habilidad de resolver los problemas es relativa al control de las variables lo que condujo a un progreso, no obstante, la controversia explícita de las soluciones comprueba que no ha habido beneficio suplementario. Además, se ha señalado un acrecentamiento representativo de éxitos en la utilización de un punto de vista de enseñanza fundado en un procedimiento universal de respuesta pero, a su vez, se ha evidenciado un fuerte dominio del argumento en el rendimiento del aprendizaje, lo expresan Rowell y Dawson (1984).

Se evidencia que un problema importante y frecuente que se presenta al momento de iniciar una investigación es identificar los procesos presentes y ubicar en estos las variables a regular y parametrizar qué se quiere y qué se obtendrá en cada una de ellas. De esta forma analizar el nivel de entendimiento en relación con los resultados obtenidos en comprobación con las variables establecidas, conlleva a considerar al inicio de formulación de un procedimiento de investigación qué quiero lograr a partir de esto y conseguir establecer los rangos de una comprensión asertiva, a excepción de producirse un distanciamiento considerable que genere a una consecuencia no deseada. La categoría con la cual cada investigación llega a una determinación, inevitablemente, es un inconveniente de discernimiento. Considerada en su vínculo, la literatura sugiere la posibilidad de que los alumnos progresen con el tiempo y con la elaboración de las tareas exigiendo esta manera de argumentación, y que ella puede encontrarse acrecentada por las intervenciones específicas concebidas cuidadosamente. Anterior y posteriormente de toda enseñanza dirigida, hay probabilidad de variaciones considerables en el beneficio en relación con los contextos y entre las experiencias “naturales” y planificadas.

El enfoque científico como una resolución de problemas

Un inconveniente con ambos argumentos del proceso y del control de las variables, los cuales generan herramientas direccionadas a la recomendación y principalmente algorítmicos, es que presentan las investigaciones científicas de un carácter invariante. Por otra parte, suponen que existe un “método científico”, por arriba de una forma más manejable que podemos denominar

un “enfoque científico” de la investigación. La orientación por el “control de las variables” corresponde al procedimiento científico reduciéndose a la representación de una “investigación científica”, adoptando una dirección robusta empirista del conocimiento científico, en el cual las construcciones teóricas (las variables estimadas pertinentes) “emergen” del contexto incluso cuando ellas no son impuestas en el entorno por la manera como el investigador las comprende.

Algunos investigadores trabajan comenzando con un punto de vista cognitivo de la ciencia y trabajan en la orientación científica como una cualidad de determinación de problemas, como lo plantea un estudio realizado por Klahr y Dunbar (1988) a sus estudiantes universitarios utilizando un juego robótico programable *Bigtrak*, con el que se buscaba interpretar la respuesta en ambos campos de su memoria: el campo de experiencias posibles y el campo de probabilidades posibles. Finalmente, el escrito contiene una frágil tasa conceptual, extendiendo la práctica potencial pero limitada. Los resultados de las experiencias obtenidas pueden llevar a una identificación y los alumnos saben que su meta de investigación tiene una aplicación. Pero ninguno de esos trabajos corresponde exactamente al tema de un indiscutible “problema” científico.

Semillero de investigación

Conforme con el pensamiento de Moliner, etimológicamente, el término semillero (de semilla) significa un espacio en donde se siembran y crían plantas para trasplantarlas posteriormente (Moliner, 1998). Es una recopilación de semillas. Semilla (del latín antiguo *seminia*, *seminium*) se relaciona con el latín *semen-inis*. “Formación que existe en lo profundo del fruto de la generalidad de las plantas, que sujeta a condiciones adecuadas, es apta de brotar y elaborar otras plantas de la misma especie”.

Los semilleros de investigación se presentaron como alternativa para la formación investigativa, inicialmente en las universidades y luego en las instituciones educativas, en el cual se asiste de forma libre, sin presión académica y con la posibilidad de exponer y opinar dudas, conocimientos y seguir un ritmo de aprendizaje acorde al grupo de trabajo (Puerta et al., 2009). En un semillero se formará a los futuros investigadores, luego serán insumo para producir investigación

de calidad en las siguientes generaciones y además contribuirán a formar profesionales con mayor capacidad humana, sociabilidad y compromiso social como lo manifiestan (Villalba Cuéllar y González Serrano, 2017).

A partir de lo anterior se considera a la Red Colombiana de Semilleros de Investigación (Redcolsi) la cual es una red nacional que está organizada en nodos locales y regionales en diferentes departamentos o regiones. Asimismo, Redcolsi “es una institución no gubernamental, que manifiesta un pensamiento científico de cobertura nacional integrado principalmente por estudiantes de educación superior que tratan de proporcionar una orientación a la evolución de la formación de una cultura científica para todo el país” tal como lo enuncian Quintero y Munevar (2008). En nuestro caso pertenecemos a la Red del Departamento del Norte de Santander.

Metodología STEM

Se observa en la última década un interés en la formación de los investigadores, lo que ha dado inicio al estudio y análisis de diferentes metodologías o modelos propuestos, entre los que se destaca el modelo de Evans (2011). Se trata de una taxonomía que representa el desarrollo del investigador en tres componentes principales: desarrollo del comportamiento, desarrollo de actitudes y el desarrollo intelectual (Pérez Reveles et al., 2014). En este modelo se debe entender por “cambio” a la mejora de la capacidad y habilidades del investigador. Asimismo, tenemos el modelo de Fieldman (2013) que se basa en el estudio de las trayectorias de aprendizaje de los nuevos estudiantes vinculados a un grupo de investigación que participaron como “aprendices de investigador”, cuya finalidad era hacer que aprendieran haciendo, al interactuar con sus compañeros y mentores y herramientas de investigación de campo (Pérez Reveles et al., 2014). Por otra parte Vitae (2010), en colaboración con el Sector de Educación Superior del Reino Unido, desarrolló el MRDI (Marco de Referencia para el Desarrollo de un Investigador) herramienta para planificar, promover y apoyar el desarrollo personal y profesional de los investigadores, utilizando una matriz de descriptores y atributos en cinco fases de especialización (Pérez Reveles et al., 2014).

Finalmente, el nuevo modelo pedagógico (Pedagogía STEM) para el aprendizaje de ciencias, tecnología, ingeniería y matemática (*Sciences, Technology, Engineering and Mathematics*) surge debido al desinterés de los estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas y las ciencias. A su vez, a la baja calificación a nivel mundial en las áreas mencionadas, por lo tanto con la metodología STEM se busca una preparación integrada e interdisciplinaria de ciencias y matemáticas para resolver problemas complejos de medio ambiente, propagación de enfermedades, entre otros. Por lo tanto, se requiere la realización de prácticas desde temprana edad para desarrollar este tipo de habilidades utilizando las tecnologías actuales que utilizan la industria y los laboratorios de investigación (Bosch et al., 2011).

Como consecuencia de investigaciones educativas realizadas, se hace reseña a la elaboración de nuevos medios didácticos para realizarlos con docentes en ambientes de laboratorio. Estos medios son propuestas de ejemplos a partir del enfoque de Bosch et al. (2011), concerniente a cómo deben enseñarse las materias de física, química, biología y matemática asistidas por tecnología electrónica e informática, ofrecida de manera abierta para profesores y alumnos de habla hispana, esto con el resultado de explicar, de algún modo, el modelo pedagógico para estas áreas de la formación e, igualmente, conservar bases establecidas y comprobadas para aprovechar en cualquier clase.

Estados Unidos ha instaurado políticas gubernamentales para la formación en ciencias, tecnología, ingeniería y matemática (*Sciences, Technology, Engineering and Mathematics-STEM*) (GAO, 2005). El presidente Obama anunció el Programa *Educate to innovate*, con el cual se comprometió a brindar a los estudiantes de todos los niveles las habilidades que necesitan para sobresalir en los campos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas y, con ello, obtener altos logros en la próxima década. Para este programa convocó a líderes claves de la sociedad, empresas, organizaciones sin ánimo de lucro, grupos filantrópicos y sociedades de ciencias e ingeniería, entre ellos la NASA, quien apoyó con el *Program Summer of Innovation* (The White House, 2010).

El objetivo primordial es instruir a los niños y niñas para la realidad de la vida. Esto propone un gran desafío para docentes y familias, por tanto, debemos promover en los pequeños una serie de habilidades

y conocimientos para innovar, imaginar y solucionar problemas futuros. En el ambiente de una comunidad cada vez más tecnológica se requieren ciudadanos capacitados en estas áreas de entendimiento. Por este argumento, entre todos los conocimientos innovadores, se propone incorporar STEM en el currículum pedagógico a todos los niveles con el objetivo de conseguir que los estudiantes con conocimientos con una orientación metodológica con fundamentos de educación integral e innovación, teniendo en cuenta el argumento de Laguna (2017) quien recomienda la ciencia en clase de forma práctica y divertida.

Adicionalmente se propone mencionar las siguientes razones por las que es de gran importancia incorporar la metodología STEM en la práctica formativa de los estudiantes en secundaria y donde sea conveniente:

- Introduce a los estudiantes de menor edad en estas cuatro disciplinas científicas y los prepara para la realidad de la vida.
- Proporciona que adquieran habilidades y conocimientos para innovar, imaginar y solucionar inconvenientes futuros.
- Colabora en el perfeccionamiento del pensamiento crítico y creativo.
- Se fundamenta en una fórmula de éxito: aprendizaje, juego, disfrute y motivación.

Aplicar STEM en la clase es más posible de lo que pensamos. Si nos detenemos un instante y desmenuzamos todos los vocablos que componen la palabra, apreciaremos lo consecuente:

- La ciencia permite contemplar una cualidad de conocer. Es percibir, experimentar, crear preguntas y cuestionarse cómo funcionan las cosas.
- La tecnología puede entenderse como una técnica de formar o solventar las cosas siendo creativo y utilizando herramientas.
- La ingeniería puede concebirse como un modo de remediar problemas, diseñando y creando cosas que funcionen.
- Las matemáticas nos rodean en nuestro día a día.

Finalmente, se puede especular que STEM es una nueva forma de enseñar a comprender, a conversar, a

entender y a enfrentarse al mundo, desarrollando el movimiento crítico y creativo, es decir, es un aprendizaje establecido a base de proyectos que, aplicados a un semillero de investigación en tecnología e innovación se espera logren crecimiento en los siguientes aspectos:

- Cognitivo: al exponer las diversas habilidades de pensamiento incluso niveles cada vez más complejos. (Competencias cognitivas)
- Afectivo: se establece perspicaz, utilizable, estimado y significativo y sea cada vez más pensativo, autónomo y asertivo en las decisiones. (Competencias afectivas)
- Expresivo: manifestar ideas y sentimientos espontáneamente en manera oral, escrita, corporal y material, dando libre generación a su creatividad. (Competencias expresivas).

Discusión

La metodología STEM ha venido jugando un papel muy importante en SENNOVA que es el sistema de investigación, desarrollo tecnológico e innovación del SENA, específicamente en el programa de desarrollo tecnológico en la línea de Tecnoacademia, un espacio para jóvenes adolescentes de colegios de la ciudad de Cúcuta en el que los aprendices desarrollaron diferentes proyectos tecnológicos que constituyen los casos de estudio a conocer bajo la línea de Tecnoacademia Cúcuta, en alianza de un semillero en tecnología e innovación donde se han direccionado dichos proyectos, los cuales se ejecutaron bajo esta metodología que aporta a los casos de estudio de la aplicación en la solución de problemas y el logro de desarrollos de innovación e investigación.

Adicionalmente, Tecnoacademia Cúcuta se presenta como un escenario de aprendizaje dotado de tecnologías emergentes en la línea de ingeniería robótica, la cual busca apropiar conocimientos a través del desarrollo de proyectos de investigación aplicada e innovación, teniendo como población objetivo a los estudiantes de los colegios. Dentro de las áreas de interés de Tecnoacademia Cúcuta esta la bioingeniería, los sistemas bioinspirados y los sistemas biomédicos.

Tabla 1.

Casos de estudio implementando la tecnología STEM en Tecnoacademia Cúcuta

Título	Metodología	Resultados	Impactos y Hallazgos
Diseño de un sistema de percepción del impacto de choques mecánicos y golpes en el cerebro	STEM	Robustece el establecimiento de los daños según la magnitud y según la región cerebral que sea impactada. Se utilizó la interfaz de visualización para lo que se escogió la HMI (interface humano máquina) en Excel de STEM de Microsoft Education. Todo bajo la guía STEM de Microsoft Education en el desarrollo de un sistema de estudio de impactos en el cerebro Establece el uso de métodos de interpolación para poder lograr una representación matemática útil para cuantificar el impacto de choques mecánicos en el cerebro, previo registro y evaluación de la señal.	Se establecen de manera individualizada las magnitudes de los choques sufridos por los lóbulos del cerebro. Se deben caracterizar los sensores matemáticamente la señal y escalarla mediante el uso de pruebas con fuerzas conocidas para obtener una representación matemática que permita no solo evaluar cualitativamente, sino cuantitativamente el impacto registrado. Los aprendices se capacitaron para usar el programa CFTOOL de MATLAB para la interpolación de curvas.
Diseño de un sistema para la emulación de movimiento en una mano robotizada a bajo costo	STEM	Se desarrolló el código en la tarjeta de desarrollo Arduino que registra los datos del sensor de cada falange y las remite a los actuadores de la maqueta de emulación de mano Se diseñó el sensor de lectura de movimiento de falange y un guante que compile todos los dedos de la mano y una maqueta de emulación de mano donde se pueda visualizar los mandos (órdenes) obtenidos de la lectura de movimiento de cada falange. Se obtuvo un sistema de emulación de movimiento robotizado de mano de bajo costo siguiendo metodología STEM.	Se diseñan sistemas de emulación haciendo uso de materiales de bajo costo, es accesible debido a la amplia gama de productos open hardware y software, por tal; el desarrollo de prototipos está al alcance de estudiantes de bachillerato de la región. Se articuló sistema de censado de los movimientos de cada falange con la mano robotizada de cinco falanges con la que cuenta Tecnoacademia Cúcuta y con interfaz de visualización en Excel de señales de Microsoft Education
Diseño STEAM aplicado en el control de movimiento y simulación 3D con cinemática completa	STEM	Se obtuvo un prototipo de mano robotizada de 5 falanges en físico y un prototipo de mano robotizada de 5 falanges diseñado en la herramienta de simulación CATIA V5, programada en el software Arduino y en el entorno gráfico llamado Visualino, ejecutando todas las funciones de movimiento establecidas. Para lograr una programación más sencilla y lógica aplicable al control de movimiento de los microservomotores al comando de evaluar una trayectoria de falanges y el accionamiento por tensión de los mecanismos de las falanges por medio de un entorno gráfico como lo es el software de Arduino.	El prototipo de mano robotizada de 5 falanges fue desarrollado por estudiantes de 8 instituciones de la ciudad de Cúcuta de Tecnoacademia SENA, aplicando los conocimientos adquiridos sobre programación en los software CATIA V5, Arduino y Visualino, aportando al desarrollo intelectual y profesional de los jóvenes de la región. El software CATIA V5 es un software didáctico y práctico para el diseño, el cual permite analizar las cinemáticas ejecutadas por la mano y sus 5 falanges, adicionalmente ofrece una animación en 3D con cada vista de las proyecciones de los movimientos.
Control de movimiento y simulación 3D con cinemática completa de un manipulador de 5 GDL en el software CAD Catia de Dassault Systemes	STEM	Se diseñó e implementó un manipulador de 5 GDL y se analizó su funcionamiento, cinemática y programación en el software como lo fueron CATIA V5 y Visualino, estos programas de estudio son beneficiosos para los jóvenes de la región El control de los servomotores por medio de una programación gráfica de Arduino llamada Visualino la cual le da la capacidad al manipulador de ejecutar todos los grados de libertad incluyendo el agarre de la pinza para realizar trayectorias dándole una posición articular a cada servomotor	El aprendizaje y fortalecimiento de conocimientos tecnológicos a estudiantes de Tecnoacademia Cúcuta los cuales son de 8 instituciones de la ciudad de los grados octavo, noveno y décimo, los cuales aplicaron temáticas como el diseño y programación de un manipulador robótico como está compuesto: sus grados de libertad, su configuración, su cinemática y posición articular de cada servomotor.
Sistema móvil de monitoreo de gases en el ambiente (SIMA)	STEM	Los sensores MQ no cuentan con algún método de calibración normalizado o certificación de algún proceso o procedimiento que prueben sus mediciones, existen unas tablas que permiten una calibración, pero no es exacta. Por lo que se concluye realizar un análisis de sensores que cumplan con criterios de certificados bajo un laboratorio que valide su funcionamiento. En cuanto a la movilidad se pudo observar a través de los diferentes análisis y recopilación de información de mecanismos similares al nuestro, que el sistema móvil de monitoreo de gases y condiciones ambientales cuenta con grandes cualidades de movilidad en terrenos robustos y de poco acceso. Para la toma de datos se pudo observar por medio de pruebas e investigación (Hojas de datos), que los sensores MQ deben pasar por un proceso de iniciación para lograr tomar medidas exactas, esto nos constituye un problema a la hora de poner el mecanismo en funcionamiento en términos de eficiencia.	La metodología STEM llevada al plano del desarrollo de proyectos de investigación aplicada por estudiantes de bachillerato y en este caso por los aprendices de la Tecnoacademia Cúcuta, provee un marco metodológico, basado en la sinergia de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. Esta última rama, permite el establecimiento y uso de métodos de interpolación para poder lograr una representación matemática útil para cuantificar el impacto de choques mecánicos en el cerebro, previo registro y evaluación de la señal.

Fuente: Información toma de las referencias Duque (2019a), Duque (2019b), Duque y Puentes (2019), Duque, Puentes, Duque y Rodríguez (2020) y adaptadas por el autor.

Analizando la tabla 1 expuesta anteriormente, es notable resaltar que el trabajo realizado por los aprendices bajo la línea de Tecnoacademia Cúcuta ha sido fructuoso debido a que son jóvenes de colegio caracterizados por esa cualidad o inquietud de aprendizaje. Los cinco casos de estudio expuestos muestran un nivel tecnológico e innovador alcanzado bajo la metodología STEM, la cual orientó y dio pautas esenciales para la generación de estos proyectos de desarrollo tecnológico. Asimismo, el apoyo imprescindible que da el SENA es invaluable, debido a que les proporciona un espacio dotado de equipos tecnológicos, software de programación en diferentes lenguajes y materiales de formación para la implementación de estos proyectos. Generalmente, los jóvenes inscritos en este programa son jóvenes que, por iniciativa propia, aplican en las campañas de reclutamiento que se realizan dos veces en el año, esto quiere decir que son aprendices que poseen esa característica inventiva e ingenieril que les alberga a tan temprana edad.

Por estas razones mencionadas es que se generan este tipo de proyectos en este espacio y son orientados por un facilitador instruyendo la aplicación de la metodología STEM, la cual es asertiva al momento de ser aplicada en este tipo de proyectos, dando resultados satisfactorios por medio de generación de prototipos de base tecnológica, que ejecutan una tarea o actividad para las cuales fueron programados. Adicionalmente que es sencilla y clara, los aprendices la asimilan de manera fluida y fácil al momento de formularse, diseñar e implementar la idea de proyecto que se proponen a desarrollar.

Conclusiones

La importancia de reunir en la formulación de proyectos de investigación los procesos y procedimientos de ciencia, tecnología e innovación en la formación de media es importante para evitar la deserción e implementar conocimientos de manera práctica. La orientación vocacional futura y el interés por ingresar a la educación superior e inducir a los estudiantes a ejecutar estudios y obtener resultados de investigación en temas de interés que puedan ser implementados en áreas del común que aporten a sociedades un avance o perfeccionamiento en un proceso puede enorgullecer y fomentar positivamente su pensamiento, la forma en el que a futuro van a utilizar mejor su tiempo y

construir una orientación de empresario, científico o emprendedor, siguiendo el modelo de Estados Unidos, que ha fijado políticas gubernamentales como el Programa *Educate to innovate* (The White House, 2010).

Los estudiantes de los colegios y los docentes son socios en el transcurso de aprendizaje. Los docentes brindan las bases en los temas básicos, pero la formación está estructurada para que los estudiantes del colegio cuestionen y resuelvan problemas, usando y aplicando tecnologías para que lograr mayor entendimiento y desarrollar proyectos interdisciplinarios, atados a los conocimientos científicos adquiridos. El objetivo es aprobar a la contribución primordial en la educación formal básica preuniversitaria y una educación en el área STEM (NEU, 2010).

Las áreas de alta tecnología de la ingeniería, la biotecnología y la nanotecnología son la declaración para brindar nuevos programas de frente a las necesidades de la industria, la administración y la comunidad científica. Se necesita más alcance de los negocios con los sectores de formación, según la Innovation Union 2020 de la UE (Cumbre Europea, 2010).

La metodología STEM llevada al plano del desarrollo de proyectos de investigación aplicada por estudiantes de bachillerato y, en este caso, por los aprendices de Tecnoacademia Cúcuta, provee un marco metodológico, fundado en la sinergia de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. Esta última rama permite el instauración y uso de métodos de interpolación para conseguir alcanzar una representación matemática útil para cuantificar el impacto de choques mecánicos en el cerebro, previo registro y evaluación de la señal (Duque, 2019-2).

Conviene destacar que la generación de esa inquietud tecnológica e innovadora en los jóvenes es importante, debido que van formando y robusteciendo su pensamiento en el enfoque científico y emprendedor, como se ha expuesto en el presente documento por medio de los casos de estudio relacionados.

La importancia de unir a los jóvenes del colegio con la tecnología, la innovación y la metodología STEM para la creación de prototipos de base tecnológica que, a futuro, puedan robustecerse y generar una solución inventiva a una necesidad presentada es un aporte primordial a este grupo social debido a que en la

actualidad los jóvenes no se encuentran muy participativos en el sector tecnológico. Pero esto no es porque no tengan esa iniciativa emprendedora y tecnológica, sino por falta de apoyo en conocimiento, materiales y equipos que en la mayoría de situaciones no son muy asequibles y más aun para jóvenes de estrato bajo o medio en la ciudad de Cúcuta. Por eso es motivante y esperanzador que los jóvenes de esta región del país, puedan hacer sus ideas de proyectos, generar nuevos conocimientos y lograr orientar su proyecto de vida a una creación de una pymes, iniciar una carrera profesional o hasta llegar a crear un producto de propiedad intelectual, lo cual aporta un cambio de percepción y mejora en cuanto al rumbo que desean darle a sus sueños y talentos. Esto podría ser un gran objetivo para esta región, lograr fortalecer esos vacíos en los jóvenes adolescentes, lograr que puedan emplear su tiempo en cosas que puedan engrandecer su conocimiento y autoestima para generar profesionales, empresarios o científicos para nuestra región y aportar evolución económica, social, educativa y tecnológica a futuro en el país.

Referencias

- Bosch, H. E. Di Blasi, M. A., Pelem, M. E., Bergero, M. S., Carvajal, L. y Geromini, N. S. (2011). Nuevo paradigma pedagógico para enseñanza de ciencias y matemática. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 2(3), 131-140. <http://www.redalyc.org/pdf/3236/323627683013.pdf>.
- Castiblanco, P. y Lozano, R. (2016). *El modelo STEM como práctica innovadora en el proceso de aprendizaje de las matemáticas en las escuelas unitarias de la IED Instituto Técnico Agrícola de Pacho*. Universidad Tecnológica de Bolívar.
- Cumbre Europea. (2010). Beyond 2000: Science education for the future. *Nuffield Foundation*. <http://www.summit2010.nl/english>.
- De Zubiría, J. (2015). *Pedagogía dialogante para el desarrollo humano*. s/d. <http://www.institutomerani.edu.co/documentos/otros/hacia-una-pedagogia-dialogante%20.pdf>
- Duque, O. (2019a). Diseño de un sistema de emulación de movimiento robotizado de mano de bajo costo. *Revista Metalnova*, 1(2), 23-27. <http://revistas.sena.edu.co/index.php/metalnova/article/view/2471>
- (2019b). Diseño de un sistema de percepción del impacto de choques mecánicos y golpes en el cerebro. *Revista Metalnova*, 1(2), 28-33. <http://revistas.sena.edu.co/index.php/metalnova/article/view/2472>
- Duque, O. y Puentes, A. (2019). Control de movimiento y simulación 3D con cinemática completa de un manipulador de 5 GDL en el software CAD Catia de Dassault Systemes. *Revista Sennova: Revista del Sistema de Ciencia, Tecnología de Innovación*, 4(1), 93-99. <https://doi.org/10.23850/23899573.1625>
- Duque, M., Rodríguez, D., Quintero, S. y Duque, O. (2017). Propuesta de una metodológica formal para el diseño de sistemas de control cinemático y dinámico en manipuladores industriales seriales. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, (1)27, 67-72.
- Duque, M., Duque, O., Puentes, A. y Rodríguez, B. (2020). Sistema móvil de Monitoreo de Gases en el Ambiente (SIMA). *Revista Metalnova*, 1(3), 11-19. <http://revistas.sena.edu.co/index.php/metalnova/article/view/3146>
- Duque, O., Ferreira, J. y Puentes, A. (2019). Diseño e implementación de un sistema de control cinemático con open-hardware del manipulador didáctico pegasus de marca amatrol ubicado. En *Tecnoacademia. Revista colombiana de tecnologías de avanzada*, 1(35), 146-152.
- Duque, O., Niño, M. y Puentes, A. (2018a). Control de movimiento y simulación 3D con cinemática completa de un prototipo de mano robotizada de 5 falanges de 5 GDL en el software CAD CATIA de Dassault Systemes. *Revista del sistema de ciencia, tecnología e innovación*, 3(1). 104-116.
- Duque, O., Niño, M. y Puentes, A. (2018b). Diseño STEAM aplicado en el control de movimiento y simulación 3D con cinemática completa. *Revista conciencia y técnica SENA*, 4, 93-99. <http://revistas.sena.edu.co/index.php/conciencia/article/view/1951>.
- Duque, O., Puentes, A., Herdandez, J. y Alvarado, D. (2019). Diseño de un sistema de perfilación de férulas mediante el escaneo 3D de muñeca, brazo y tobillo

- para fines de impresión 3D. *Infométrica serie Ingeniería, Básicas y Agrícolas*, 2(1). 94-113.
- Erickson, G. (1994). Pupils' understanding of magnetism in a practical assessment context: the relationship between content, process, and progression. En P. Evans, L. (2011). *The scholarship of researcher development: Mapping the terrain and pushing back boundaries. International journal for researcher development*, 2 (2), 75-98.
- Feldman, A., Divoll, K. A. y Rogan-Klyve, A. (2013). Becoming researchers: The participation of undergraduate and graduate students in scientific research groups. *Science education*, 97, 218-243.
- Fensham, R., Gunstone, y White, R. (s.f.). *The Content of Science* (pp. 80-97). Falmer.
- GAO (2005). Government accountability office. *Federal science, technology, engineering, and mathematics programs and related trends*. GAO-06-114. <http://www.gao.gov/new.items/d0611>.
- Inhelder, B., y Piaget, J. (1958). *The growth of logical thinking from childhood to adolescence. An essay on the construction of formal operational structures*. Routledge.
- Karplus, R., Karplus, E., Formisane, M. y Paulsen, A. (1979). *Proportional reasoning and control of variables in seven countries. Cognitive process instruction* (pp. 47-103). Franklin Institute Press.
- Klahr, D. y Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning". *Cognitive Science*, 12 (1), 1-48.
- Kuhn, D., y Angelev, J. (1976). An experimental study of the development of formal operational thought. *Child Development*, 47, 697-706.
- Kuhn, D. y Brannock, J. (1977). Development of the isolation of variables scheme in experimental and natural experiment "contexts". *Developmental Psychology*, 13 (1), 9-14.
- Laguna, M. (2017). *Guía para trabajar la metodología STEM en el aula con Miniland*. <https://spain.miniland-educational.com/school/metodologia-stem-en-el-aula>.
- Lawson, A. (1985). A review of research on formal reasoning and science teaching. *Journal of research in science teaching*, 22 (7), 569-617.
- Ley 715 de 2001, *Constitución Política*; MEN p. 17. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-105026_archivo_pdf.pdf
- Linn, M. (1980). Teaching students to control variables: some investigations using free choice experiments". En S. Martínez, J. (2002). *Teorías de la mediación y modificabilidad estructural cognitiva de Reuven Feuerstein*.
- Millar, R. (1991). A means to an end: The role of processes in science education. *Practical science*, Milton Keynes: Open University Press, 44-52
- Mogdil, C. (s.f.). *Towards a theory of psychological development* (pp. 673-97). NFER.
- Moliner, M. (1998). *Diccionario de uso del español*. Gredos.
- Molineros Gallón L. F. (2009). *Orígenes y dinámica de los semilleros de investigación en Colombia la visión de los fundadores*. Editorial Universidad del Cauca.
- Pérez-Reveles, M., Topete-Barrera, C. y Rodríguez-Salazar, L. (2014). Modelo para la formación y el fortalecimiento de investigadores en las universidades. *Investigación administrativa*, 43(114), 82-95. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-76782014000200082&lng=es&tlng=es
- Quintero, J. y Munévar, R. (2008). *Semilleros de investigación: una estrategia para la formación de investigadores*. <http://www.scielo.org.co/pdf/eded/v11n1/v11n1a03.pdf>
- Radu, T. e Ileana, M. (2017). *Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de Educación Primaria*. Universidad de Burgos.
- RAE. (2018). *Vocabulario científico y técnico*. Real Academia Española VCT-RAE.
- Rowell, J. y Dawson, C. (1984). Controlling variables: Testing a programme for teaching a general solution

strategy. *Research in science and technological education*, 2 (1), 37-46.

Song, J. y Black, P. (1992). The effect of concept requirements and task context on pupils' performance in control of variables. *International journal of science education*, 14 (1), 83-93.

Sucunza Saldise, F. (2004). La importancia de las personas: El factor humano es un aspecto fundamental en cualquier organización. *Excelencia, Desarrollo Sostenible e Innovación*, (96), 80-81. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=891323>

The White House. (2010). *Educate to Innovate*. White House. <http://www.whitehouse.gov/issues/education/educateinnovate>

Thornton, R. (1986). *Director, center for science and math teaching*. Tufts University. <http://ase.tufts.edu/csmt/>

Vigotsky, L. S. y Luria, A. (2002). *La formación de la neuropsicología*. Universidad Estatal de Moscú.

Villalba Cuéllar, J. C. y González Serrano, A. (2017). La importancia de los semilleros de investigación. *Prolegómenos*. https://media.proquest.com/media/pq/classic/doc/4322874989/fmt/pi/rep/NONE?_s=bLofiWyFNVhyLvHmLTVSWsA%2Fgzw%3D

Vitae. (2010). *Researcher development framework: Summary of the analysis of consultation responses*. <http://www.vitae.ac.uk/policypractice/165001/Researcher-developmentframework-consultation.html>

Wollman, W. (1977). Controlling variables: Assessing levels of understanding. *Science education*, (61), 371-83.