REVISTA ELECTRÓNICA MENSUAI

# Debates Innovación

DICIEMBRE 2019

VOLUMEN 3 NÚMERO 1



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA Unidad Xochimilco





ATIN AMERICAN NETWORK FOR ECONOMICS OF LEARNING, NNOVATION AND COMPETENCE BUILDING SYSTEMS

# ROBÓTICA EDUCATIVA COMO HERRAMIENTA ESTRATÉGICA EN LA EDUCACIÓN STEM

Laura Marcela Gaviria-Yepes

Instituto Tecnológico Metropolitano, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Colombia lauragaviria@itm.edu.co

Leydi Johanna Henao-Tamayo

Instituto Tecnológico Metropolitano, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Colombia levdihenao@itm.edu.co

Jhoany Alejandro Valencia-Arias

Instituto Tecnológico Metropolitano, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Colombia jhoanyvalencia@itm.edu.co

#### **RESUMEN**

Con el fin de responder a la demanda de profesionales en disciplinas STEM, por sus siglas en inglés (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) y su inserción en el mercado laboral para contribuir con el desarrollo tecnológico de un país, surge el concepto de robótica educativa para hacer frente a los desafíos que se presentan al momento de involucrar a niños y jóvenes en las áreas mencionadas, algunos de estos desafíos, tienen que ver con el temor existente a las matemáticas y la tasa de deserción en las universidades en carreras de este tipo. El presente trabajo busca analizar actualidad y tendencias en materia de robótica educativa así como sus aplicaciones en la educación y sus implicaciones prácticas, lo cual se logra a través de una revisión de literatura y entrevistas a profundidad con expertos en el tema, lo que incluye producción científica, aplicaciones tecnológicas, análisis de mercado y finalmente termina con un análisis prospectivo de tipo morfológico en donde se concluye la importancia para un país de implementar políticas relacionadas a la educación STEM y que involucren metodologías con robótica educativa.

Palabras clave: robótica educativa, STEM, vigilancia tecnológica, prospectiva.

# 1. INTRODUCCIÓN

La robótica educativa se ha enfocado en la enseñanza de temas como historia, lenguaje, entre otras ciencias, sin embargo, en los últimos años se ha convertido en un campo que pretende acercar al mundo de la ciencia y la tecnología a los jóvenes, en especial para que su formación vocacional sea hacia áreas relacionadas con estas temáticas. El rigor y la complejidad de este enfoque varían desde programas para una educación infantil a programas de posgrado. La robótica también se utiliza para facilitar la enseñanza y la instrucción y así hacer que el aprendizaje sea divertido, generando así interés en los estudiantes de STEM (Murcia Londoño & Henao López, 2015).

ALTEC 2019 1 / 15

El enfoque educativo STEM, por sus siglas en inglés (Science, Technology, Engineering and Mathematics) surge en Estados Unidos en el año 2009 ante el reconocimiento de la National Science Foundation (NSF), debido a la urgente necesidad del mercado de vincular a profesionales científicos, ingenieros y técnicos que generarán productos innovadores y la realidad que enfrentaba el mercado ante el declive de este tipo de profesionales (Hernández Zapata, 2016).

A nivel mundial se ha reducido significativamente en número de estudiantes y profesores en competencias STEM, esto se presenta sobre todo en países de Europa, Asia y América. Lo anterior, debe ser considerado puesto que las carreras enmarcadas dentro de este modelo educativo, son catalogadas como el motor de la innovación. Se trae a colación el ejemplo de Estados Unidos en donde solo el 16 % de sus estudiantes han decidido ser profesionales afines a estas áreas y para el año 2014 este país fue el líder global en materia de innovación (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual – OMPI, 2017).

Debido a la importancia de las profesiones STEM y su relación con la productividad y competitividad de un país, los gobiernos a través de las diferentes organizaciones relacionadas con educación y desarrollo económico, han realizado esfuerzos significativos con el fin de incluir este enfoque educativo para incentivar y motivar a los jóvenes a que se interesen en estas áreas. Entre estos países, destacan Estados Unidos, Israel, Inglaterra, Holanda, Francia, Escocia y Australia (Quiceno Arias, 2017).

Por otro lado, la robótica como expresión tecnológica ha permeado en la vida de las personas impactándola en diversos contextos, pues ha proveído soluciones para la industria, pero también en otras actividades que se involucran en el día a día del ser humano. Desarrollos en temas como el estudio del mundo marino, la exploración espacial, vuelos no tripulados, el desarrollo de humanoides, creación robots que emulan características de mascotas, teleoperación (cirugías con robots controlados por cirujanos de manera remota), desarrollo de prótesis, así como robots que desarrollan actividades domésticas. Es importante entonces una educación para los jóvenes en el conocimiento, uso, análisis, adaptación, diseño y construcción de robots, pero también se hace una reflexión sobre las ventajas y las desventajas del uso y adaptación de las mismas en el contexto social. (López Ramírez y Andrade Sosa, 2013).

Esta educación entonces reúne conocimientos que van desde la mecánica, sensoria, automatización, comprensión de sistemas dinámicos y de control, inteligencia artificial, telecomunicaciones e informática, pues la robótica es una rama multidisciplinar (Maxwell & Meeden, 2000). El aprendizaje de estas temáticas se puede abordar de dos maneras diferentes: la primera hacer referencia a la Conceptualización y la otra desde el Diseño y Construcción. Ambos hacen uso tanto de ayudas en software y simulación aplicando estrategias que promuevan la motivación por el aprendizaje en los estudiantes (López Ramírez y Andrade Sosa, 2013).

Apoyándose en la Conceptualización se han desarrollado plataformas de software en las que se difunde el conocimiento sobre diseño y control de sistemas, desarrollo de manipuladores robóticos, utilización de sensores y fundamentos de programación. Plataformas como *Lego Mindstorms* son ampliamente usadas en educación. Por ejemplo, la Universidad de Lund en Suecia ofrece cursos en los que los estudiantes usan herramientas Lego para el aprendizaje de estos conceptos de robótica (Cantos Castillo, 2015). Otro proyecto relacionado incluye el desarrollo de un ambiente de aprendizaje tangible en 3D para la enseñanza de historia y geografía de manera mucho más interactiva (Gil Vásquez, Jara, Puente Méndez, Candelas Herías y Torres Medina, 2012).

Entre 1999 y 2004 se desarrolló en Sillicon Valley, en la Universidad de Santa Clara, proyectos de desarrollo de robots con participantes de diferentes niveles educativos y de distintas disciplinas, lo

ALTEC 2019 2 / 15

que enfoca tanto el diseño y construcción desde un punto de vista multidisciplinario (Kitts & Quinn, 2004). Entre otros ejemplos de diseño y construcción para el aprendizaje de la robótica se puede mencionar: el desarrollo de un robot pez, capaz de trabajar en aguas hostiles para control medio ambiental (Xiaobo, 2006), *Insect Telepresence*, un robot insecto diseñado para el Museo Carnegie de Historia Natural, que permite a los visitantes ingresar a un tour virtual por el mundo de los insectos (Nourbakhsh, 2002) y la experiencia en el desarrollo de robots capaces de tener interacciones con personas en entornos reales, estos ejemplos reflejan la aplicación y aprendizaje de los conceptos de robótica y que dan herramientas metodológicas a los estudiantes para el desarrollo de este tipo de proyectos.

De acuerdo a lo anterior, se realiza un análisis de vigilancia tecnológica y prospectiva (análisis morfológico) con el fin de estudiar este fenómeno desde sus tendencias, actualidad y proyecciones a futuro para así sentar bases teóricas y que permitan el avance de la investigación en los temas de interés que son la robótica educativa y la educación STEM. En ese sentido, el presente artículo se divide en tres partes, la primera parte, muestra la introducción y algunos conceptos claves para el entendimiento del tema; la segunda parte, describe la metodología utilizada y finalmente, se exponen los resultados obtenidos y las conclusiones generadas a partir de los objetivos planteados.

# 2. METODOLOGÍA

Los análisis de vigilancia tecnológica, son fundamentales para identificar los avances de los patrones de colaboración entre instituciones e investigadores y tendencias de investigación, además de identificar los líderes en materia de publicaciones científicas y aplicaciones tecnológicas (Aguirre Ramírez, Cataño Rojas y Rojas López, 2013). A su vez, la prospectiva, en especial el análisis morfológico, permite generar una serie de escenarios para anticipar riesgos y tener una visión futurista de un tema específico Rivera Rodríguez y Malaver Rojas, 2006).

En ese sentido, para lograr los objetivos planteados en este trabajo, se desarrollará una metodología de tipo descriptivo, ya que se realizará una recolección de información sobre conceptos y variables, no se pretende buscar una correlación entre estas, (Hernandez Sampieri, 2017). También se habla de carácter exploratorio, debido a la recolección de datos en fuentes primarias que se realizará en una de las fases de la investigación con entrevistas a profundidad a expertos en el tema; según el periodo o prolongación de tiempo, será de carácter transversal simple, porque se caracterizará la situación de tiempo en un periodo en específico, para este caso, en el momento de la recolección de los datos y su enfoque es cualitativo, porque se guía bajo temas y áreas significativas de investigación y el modo de recolección de datos no es de carácter numérico, lo cual permite realizar interpretaciones más abiertas de los datos obtenidos.

El presente trabajo se desarrolló en dos fases, en la primera, se realizó un estudio de vigilancia tecnológica, en donde se tuvieron en cuenta aspectos relacionados con tendencias en investigación, desarrollo tecnológico y mercado, así como la identificación de factores relevantes de la tecnología, para esto se tomaron y usaron palabras clave tales como *robotic, education, stem, educational robotic* y *learning*; la segunda fase, se abordó un estudio de prospectiva en donde se analizaron una serie de componentes y alternativas con el fin de proyectar unos escenarios a futuro que permitieran tener claridad sobre el tema. Las fuentes de información utilizadas para la realización de las fases son bases de datos especializadas en materia académica y de patentes, fuentes comerciales y gubernamentales y expertos en el tema.

ALTEC 2019 3 / 15

## 4. RESULTADOS

# Fase 1: Vigilancia tecnológica

A partir del análisis en las tendencias en investigación, se arrojan 7514 documentos, entre los años 2007 y 2017, donde se puede evidenciar el avance en la ciencia y sus momentos más relevantes, es importante resaltar lo concerniente a esta con el fin de analizar la cantidad de publicaciones por año y cuáles son las instituciones líderes en publicación. Lo anterior permite identificar instituciones para posibles alianzas y colaboraciones en materia comercial e investigativa.

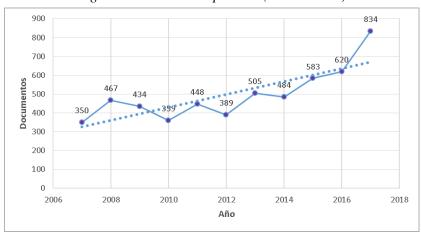


Figura 1. Documentos por año (2007 – 2017)

Fuente: elaboración propia a partir de (Scopus, 2018).

En la anterior gráfica se puede evidenciar el avance de la ciencia en materia de robótica educativa, este en función del número de publicaciones científicas indexadas en la base de datos Scopus ®, la tendencia muestra el número de publicaciones de los últimos 10 años y se pueden observar algunos picos y descensos, lo cual puede ser explicado por la disponibilidad de la tecnología con la cual la robótica educativa trabaja, también porque este tema, es relativamente nuevo y puede presentar interés en determinados periodos de tiempo. Sin embargo, la línea de tendencia muestra que en general, las publicaciones van hacia el alza y seguirán incrementándose año por año, en especial, debido al interés de los gobiernos por incorporar profesionales en áreas enmarcadas dentro de la disciplina STEM, el avance significativo de la inteligencia artificial y el lanzamiento continuo al mercado de elementos didácticos que apoyan las actividades formativas y se incorporan con los desarrollos presentados por el área de la robótica.

ALTEC 2019 4 / 15

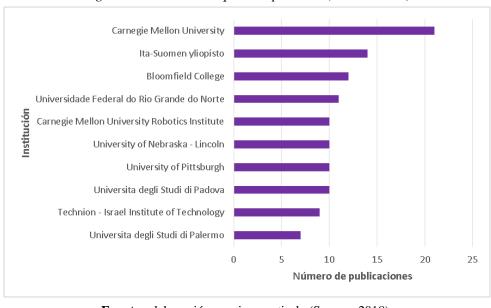


Figura 2. Instituciones que más publican (2007 – 2017)

Fuente: elaboración propia a partir de (Scopus, 2018).

Se pueden encontrar a manera de top 10, las instituciones líderes en investigaciones en el tema de robótica educativa, destaca en primer lugar el Carnegie Mellon University, con 21 publicaciones, esta es una universidad de los Estados Unidos destacada en la investigación de las ciencias de la computación y la robótica (CMU, 2018), investigan en áreas como educación en ingeniería, diseños de planes de estudio enfocados a la incorporación de la robótica educativa, robots móviles e interacción de humana con los robots y las computadoras. En segundo lugar en número de publicaciones con un total de 14, Itä-Suomen yliopiston, universidad ubicada en Finlandia Oriental, esta institución fue recientemente fundada, comenzó a funcionar en el año 2010 y es una de las más grandes de su país (UEF, 2018) el estar en el top de universidades podría explicarse por el ranking que tiene Finlandia a nivel mundial en materia de educación y la investigación en estos temas, como una forma de mejorar las políticas enfocadas a la enseñanza, trabaja en Instrucción asistida por computadora, la enseñanza con herramientas como la robótica, la minería de datos, los sistemas y procesos de aprendizaje, entre otros. Dentro del grupo top en publicaciones, destaca la Universidade Federal do Rio Grande do Norte con 11 publicaciones, como una universidad latinoamericana y que demuestra los esfuerzos de una región para investigar en temas relevantes para la enseñanza. En general, la mayoría de instituciones pertenecen a Estados Unidos, el cual es el líder en esta temática.

Las tendencias en desarrollo tecnológico permiten evidenciar el avance de la técnica en un tema en específico, para el caso específico de este estudio, la robótica educativa, esto permite conocer la evolución, ascenso y decline de tecnologías asociadas a este tema y los líderes en desarrollo tecnológico. A continuación, se muestra la evolución de las patentes por año y los propietarios de las mismas.

ALTEC 2019 5 / 15

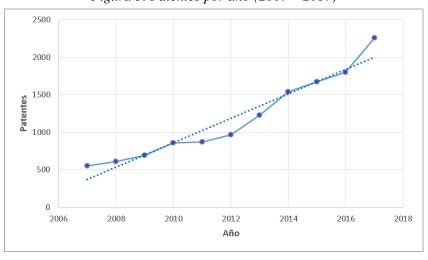


Figura 3. Patentes por año (2007 – 2017)

Fuente: elaboración propia a partir de (Lens, 2018).

Según la gráfica anterior se puede evidenciar que en general, existe un ascenso en las patentes asociadas al tema de la robótica educativa, en el año 2012 tuvo un bajón, lo que puede contrastarse también con la gráfica de las publicaciones científicas, la cual en ese año también tuvo una caída, esto se debe a que en ese año la robótica educativa se estaba viendo opacada por el surgimiento de tecnologías relacionadas con la realidad virtual y la consolidación del vídeo como medio de comunicación, sin embargo, luego de este año, el tema volvió al ascenso y promete seguir así en futuro debido a la inclinación de la línea de tendencia que muestra un ascenso sostenido a través del tiempo.



*Figura 4. Patentes por año (2007 – 2017)* 

Fuente: elaboración propia a partir de (Lens, 2018).

Según la información que muestra la Figura 4, se tiene que la empresa u organización con el mayor número de patentes es Commvault, esta se dedica a la protección de datos y gestión de software, esto puede deberse a que la robótica educativa es un tema en ascenso y gran mercado que además

ALTEC 2019 6 / 15

involucra tecnologías de hardware y software, por lo cual puede ser un negocio rentable para este tipo de compañías. En el segundo lugar se encuentra IBM, empresa líder de computación con una larga trayectoria en el mercado y la empresa desde hace algunos años se encuentra también en el negocio STEM involucrando a niños y jóvenes e incursionando en el mundo de la ciencia y la tecnología, esta compañía además, implementa un programa en el país de India, donde pretende fortalecer las capacidades en STEM en aproximadamente un millón de mujeres con el fin de suplir la demanda en el futuro de mano de obra calificada (Business Insider, 2019). El tercer lugar se encuentra ocupado por una empresa perteneciente a Microsoft la cual se encarga de comprar patentes y mejorarlas para cotizarlas en el mercado por un valor superior, para este caso, estas patentes pueden ser útiles en Microsoft por su actividad económica y porque es una empresa que se caracteriza por adelantarse en las tendencias tecnológicas. El resto de empresas involucradas en el tema de patentes en robótica educativa, se encuentran relacionadas dentro de este tema, sin embargo, Dexcom, es una empresa que se encarga de fabricar y distribuir aparatos para el monitoreo de la glucosa, podría pensarse que en un futuro quieren incursionar en la robótica educativa o al ser su mercado las instituciones de salud y por tanto, personas diabéticas, podrían enfocarse en realizar campañas educativas a través de la robótica para la prevención y el cuidado de la diabetes.

Teniendo en cuenta que la robótica educativa surge principalmente para insertar personas en el estudio y mercado laboral de disciplinas STEM, según la revista Forbes "para el año 2030 el 80% de los empleos que actualmente son de mayor demanda desaparecerán y serán reemplazados por carreras STEM" (2017). Según lo anterior, existe y existirá una alta demanda en este tipo de formación y habilidades, sobre todo si se tiene en cuenta que hoy en día las vocaciones de las personas se enfocan más en las ciencias humanas y naturales (Avendaño Rodríguez y Magaña Medina, 2018). A continuación, en la Figura 5, se pueden visualizar los resultados de un estudio realizado por el World Economic Forum acerca de los trabajos y las profesiones del futuro, en este estudio se tuvieron en cuenta cifras del departamento de comercio estadounidense y se evidencia que la mayoría de áreas en las que se va a necesitar personal en el futuro, pertenece a la llamada Industria 4.0.

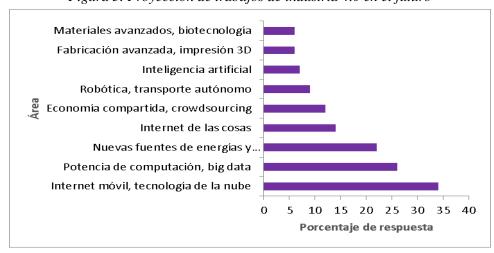


Figura 5. Proyección de trabajos de industria 4.0 en el futuro

Fuente: elaboración propia a partir de (WEF, 2016)

ALTEC 2019 7 / 15

Lo anterior demuestra la importancia que tiene la formación de niños y jóvenes en estas temáticas y el creciente mercado para las organizaciones tanto privadas como públicas y las oportunidades que de allí se pueden obtener (Ospennikova, Ershov, & Iljin, 2015). Desafortunadamente, son muy pocos los países que le apuestan a la educación de estas temáticas y en general, la formación en robótica educativa y por lo tanto en STEM corre por cuenta de empresas de carácter privado en donde son las personas interesadas (padres de familia normalmente) quienes se acercan a recibir estos servicios, es decir, en las escuelas y colegios no existe una fuerte formación o políticas encaminadas a que los niños y jóvenes tengan formación en la temática. En la actualidad, la robótica educativa es enseñada a partir de hardware y software normalmente de carácter libre, además de algunos juguetes que pueden componer y descomponerse fácilmente para facilitar el aprendizaje y la creatividad de quienes los usan (Hernández Londoño, 2016). A continuación, algunos de los elementos más utilizados en la robótica educativa son:

- Arduino: Es una plataforma de hardware y software libre que es flexible y fácil de usar sobre todo para crear objetos interactivos que puedan ser usados en la enseñanza de temas como la programación que se enfocan hacia la robótica educativa. Con esta plataforma se pueden crear mbots y programarlos para que reciban diferentes órdenes (Enríquez Herrador, 2009).
- M bots: Son pequeños robots los cuales se programan con arduinos y sirven de enseñanza para la robótica educativa, enfocados específicamente para que niños y jóvenes aprendan conceptos de programación (Domínguez, Lázaro, Suarez, & Martínez, 2018). A continuación, una representación gráfica.
- Gafas de realidad virtual y aumentada: Son dispositivos que crean realidades en las cuales las personas tienen experiencias vivenciales acerca de determinado tema, en este caso, robótica educativa (Juca, 2018).

Se prevé que, en el futuro, habrá una alta demanda en mano de obra para disciplinas enfocadas en STEM, es por esto que en la actualidad muchos esfuerzos se enfocan en atraer niños y jóvenes hacia estas disciplinas, uno de ellos es el enfoque educativo denominado "aulas inversas" en donde los estudiantes realizan sus tareas en la casa y en el aula aprenden, pero ¿qué tiene que ver esto con STEM? En las casas, los estudiantes aprenderán por medio de dispositivos robóticos tales como gafas especializadas en realidad virtual y en la escuela, muy probablemente habrá un tutor robot que sirva para despejar dudas sobre el aprendizaje (Oppenheimer, 2018).

# Fase 2: Análisis prospectivo (método morfológico)

Para el desarrollo de esta fase, se tomaron insumos recolectados en la vigilancia tecnológica y se realizaron entrevistas a profundidad a cuatro expertos temáticos en STEM y robótica educativa de la ciudad de Medellín. Los temas a tratar fueron los enmarcados en el análisis PESTEL (políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales) el cual es una herramienta simple que se encarga de estudiar factores externos de un negocio concreto y agrega mucho valor debido al volumen de información que ofrece (Johnson, 2010).

A continuación se muestra la matriz creada con los elementos mencionados anteriormente y con aplicación del método prospectivo denominado "análisis morfológico" que permite crear

ALTEC 2019 8 / 15

escenarios a través de una matriz que engloba todas las posibles combinaciones teóricamente concebibles de los enfoques y configuraciones en un tema en específico, para el caso de este estudio, el análisis PESTEL (Ortiz, Pedroza, & Martinez, 2013).

ALTEC 2019 9 / 15

Tabla 1. Matriz morfológica

Tema	Hipótesis para la robótica educativa							
	Subtema	Año de previsión	2020	2022	2025			
Político	Porcentaje de PIB destinado a educación		6%	6.5%	7%	7.1%	7.5%	
	Percepción de los políticos en relación a educación STEM		Negativas: la formación en STEM no es importante para el desarrollo del país	EL STEM hace parte de la formación que impulsará el desarrollo del país	Formar a niños y jóvenes en STEM es imprescindible en el país			
Económico	Costo de educación STEM (en miles de millones de pesos)		50.3	60.7	58.5	50.8		
	Beneficio en formación STEM (en miles de millones de pesos)		10,5	20.6	25.3	30.2	31.4	
Social	Miedo de niños y jóvenes a las matemáticas		Alto: niños y jóvenes no quieren estudiar carreras por matemáticas porque es muy dificil	Alto: Las matemáticas son dificiles pero pueden ser divertidas	Medio: Las matemáticas son divertidas e interesantes	Bajo: Los científicos son importantes para el mundo		
	Estigmatización de carreras artísticas y culturales		Alto: Las careras diferentes a las STEM sobretodo las de cultura no aportan al desarrollo del país, por ende, es mejor no invertir en ello	formación más a disciplinas STEM pero no se deben dejar	Alto - medio: Es importante enfocar a los jóvenes en sus vocaciones y que ellos decidan qué es lo que más les gusta para su formación profesional	Medio: Las artes son importantes para impulsar al país en desarrollo de competencias culturales	Medio: Se deber crear politicas enfocadas a que los jóvenes se enfoquen en las artes y la cultura	;
Tecnológico	Modalidad de aprendizaje		Aulas invertidas	Virtual 90%	Semipresencial	Mixto		
	Porcentaje de disponibilidad de tecnologías asociadas a la enseñanza STEM con robótica educativa		10%	15.3	20.5%	30.6%	47.7%	:
Ecológico	Impacto generado por el uso de papeles, tintas, robots, tarjetas de programación y elementos implicados en la robótica educativa		Enseñar con robots y otros elementos, contamina mucho porque las mayoría se deben desechar después de su primer uso	Se han creado elementos reciclables que tengan varios usos	Gracias a la investigación y desarrollo, se han elaborado elementos biodegradables que permiten ser utilizados varias veces y al mismo tiempo, contribuyen al cuidado del medio ambiente	En el futuro, la educación en robótica estará enfocada en entornos netamente virtuales que generen un mínimo porcentaje de residuos		
	Porcentaje de reducción de huella ambiental derivado de la enseñanza en STEM		2%	5%	6%	10%	15%	
Legal	Porcentaje de leyes y decretos (con respecto a la educación) aprobados y que destinen recursos para la formación futura de niños y jóvenes en vocaciones STEM		5%	6%	10%	14%	17%	

Fuente: elaboración propia a partir de datos recolectados en vigilancia tecnológica y entrevistas a expertos.

ALTEC 2019 10 / 15

Las fuentes de información para la realización de la anterior matriz, fueron los conocimientos y percepciones de los expertos analizados. De acuerdo a lo anterior, se generaron unos escenarios enfocados hacia el año 2025 de los cuales surgieron tres posibilidades, pesimista, neutro y optimista.

## a. Oscurantismo del siglo XXI

Después de mucho debatir en el senado, algunos colectivos abogaban por la generación de políticas enfocadas a educación STEM que incluyera la robótica como medio de enseñanza y sus beneficios futuros, sin embargo, como el proceso de paz fracasó y surgieron muchas disidencias más las bandas ya existentes, al gobierno no le quedó más remedio que reducir significativamente el presupuesto para educación, cultura y salud, ya no interesan los profesionales en cualquier área sino personas que se formen para la guerra y que sepan combatir, la guerra se ha recrudecido aún más, los políticos son corruptos e ignorantes en el tema y la educación se pierde de todo radar.

# b. Desarrollo e innovación con el precio de "mentes cuadradas, corazones fríos"

Debido a la experiencia mundial en educación STEM y sus beneficios comprobados, además de la confianza inversionista que atrajo el postacuerdo, se generaron más recursos, se propone entonces, aumentar gradualmente la inversión en educación con el fin de educar a niños y jóvenes. Con el tiempo existe buena aceptación y todo marcha bien, sin embargo, las artes y la cultura son relegadas como estudios y profesiones sin importancia y se estigmatizan, por lo cual su presupuesto se reduce considerablemente y se genera frustración en cierto sector de la población, la producción artística y cultural se reduce significativamente, mientras que las ingenierías van en ascenso.

## c. Por un país más próspero y con libre elección de vocación

El país atraviesa por un momento bueno de la economía, no necesariamente es una bonanza, pero los políticos han sentado cabeza sobre la corrupción y la han combatido acérrimamente, el presupuesto para la educación sube de manera constante y se entiende la importancia del desarrollo tecnológico para el país, se impulsa la educación desde todos los frentes: STEM y otras profesiones, niños y jóvenes son orientados de manera vocacional y su formación se enfoca en los resultados obtenidos. La investigación en educación crea nuevos métodos de enseñanza que permiten optimizar recursos y el impacto ambiental se reduce considerablemente. Existe satisfacción, agradecimiento y felicidad en la sociedad, el país atraviesa por su mejor momento en décadas.

A partir de la creación de los escenarios, se tiene que estos según su orden son:

- a. Para nada deseable.
- b. Probable.
- c. Muy deseable.

ALTEC 2019 11 / 15

# 5. DISCUSIÓN

Según el estudio del *World Economic Forum*, las STEM o las carreras pertenecientes a los campos de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas son las que menos tasa de inmovilidad han registrado en los últimos años. Según un informe elaborado por Randstad Research, en cinco años se crearán 1.250.000 puestos y 390.000 empresas u organizaciones buscarán a personas formadas en carreras pertenecientes a las áreas de la tecnología y las ciencias de la salud. En concreto los perfiles de ingeniero y profesional del Big Data serán los más demandados. El estudio también recoge los datos de los estudiantes matriculados en carreras STEM y las cifras no son muy positivas, ya que cada vez son menos los estudiantes que se matriculan en dichas carreras, lo que supone que cierto sector de demanda no se verá cubierto en un futuro cercano, según sus necesidades (Jiménez, 2018).

Una de las inquietudes que generan los resultados obtenidos en el presente estudio es, cómo generar las habilidades y e impartir el conocimiento necesario para que los futuros profesionales puedan enfrentar los nuevos desafíos que trae la implementación de la industria 4.0 y el constante crecimiento y demanda de las carreras STEM, tanto en países en vía de desarrollo y en los desarrollados.

Otro de los retos que generan las disciplinas como la robótica educativa y las carreras STEM, es como desde estás áreas se apoyan los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los cuales son un llamado universal a la adopción de medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad (PNUD, 2019). Algunos de los objetivos ODS que puede apoyar este campo son: el objetivo #3 salud y bienestar y objetivo #4 educación y calidad.

En el campo de la salud y bienestar la robótica educativa y las carreras STEM apoyará a este objetivo y sus metas en temas como: análisis de datos para encontrar posibles causas de enfermedades y controlar epidemias, rapidez en los servicios médicos apoyados por tecnologías, educación con mayor calidad en temas de salud, utilizando herramientas robóticas y uso de conocimiento especializado para la prevención y tratamiento de enfermedades.

En el área de educación y calidad, aunque según los ODS en temas de educación en los últimos años se han bajado las tasas de deserción y se han aumentado las matrículas en educación primaria, todavía existen en algunos países conflictos armados que impiden a algunas poblaciones en acceso a la educación. "El objetivo de lograr una educación inclusiva y de calidad para todos se basa en la firme convicción de que la educación es uno de los motores más poderosos y probados para garantizar el desarrollo sostenible. Con este fin, el objetivo busca asegurar que todas las niñas y niños completen su educación primaria y secundaria gratuita para 2030. También aspira a proporcionar acceso igualitario a formación técnica asequible y eliminar las disparidades de género e ingresos, además de lograr el acceso universal a educación superior de calidad" (PNUD, 2019). La robótica educativa y las carreras STEM, podrían apoyar a cumplir con la meta del ODS 3, ayudando con la implementación de metodología lúdicas de enseñanza y el uso de tecnologías amigables para la educación, a que los niños y adolescentes que puedan acceder a una educación de mayor calidad y con mayores herramientas, que faciliten el aprendizaje.

ALTEC 2019 12 / 15

## 6. CONCLUSIONES

Si bien los análisis de vigilancia tecnológica y prospectiva son una herramienta importante para la reducción de la incertidumbre y el éxito futuro, se debe tener en cuenta que la confiablidad de estos no está dada en un 100% además de los costos que generan los errores, por esto, los análisis deben realizarse periódicamente con el fin de tener mayores perspectivas, identificar tendencias actuales, líderes en investigación y desarrollo tecnológico.

La robótica educativa se enfoca en todas las áreas de la educación, sin embargo, debido a la acogida que ha tenido en disciplinas STEM, esta tiende a que cada vez se realicen esfuerzos solo para estas áreas que son importantes debido a la poca oferta que habrá en el futuro en cuanto a mano de obra profesional.

La robótica educativa y en especial la enseñanza enfocada a STEM son fundamentales en las políticas públicas de países en vía de desarrollo, con el fin que para en el futuro cercano, exista una oferta educativa adecuada y se puedan generar desde la enseñanza habilidades que puedan propender e incentivar la innovación y el desarrollo tecnológico de un país, esto sin dejar atrás otras disciplinas que también son relevantes y afines y complementarias al área, como la inteligencia artificial, la realidad virtual, los procesos industriales inteligentes, entre otras.

#### REFERENCIAS

Aguirre Ramírez, J. J., Cataño Rojas, J. G. y Rojas López, M. D. (2013). Análisis prospectivo de oportunidades de negocios basados en vigilancia tecnológica. *Puente Revista Científica*, 7(1), 29–39. <a href="http://dx.doi.org/10.18566/puente.v7n1.a03">http://dx.doi.org/10.18566/puente.v7n1.a03</a>

Avendaño Rodríguez, K. C. y Magaña Medina, D. E. (2018). Elección de carreras universitarias en áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM): revisión de la literatura. *Revista Interamericana de Educación de Adultos*, 40(2), 154-173. Recuperado de <a href="https://www.redalyc.org/pdf/4575/Resumenes/Resumen\_457556293008\_1.pdf">https://www.redalyc.org/pdf/4575/Resumenes/Resumen\_457556293008\_1.pdf</a>

Business Insider. (2019). *IBM's AI platform Watson to mentor over a million Indian women for 'new collar' Jobs*. Recuperado de <a href="https://www.businessinsider.in/ibm-watson-to-mentor-indian-women-in-emerging-tech/articleshow/68385820.cms">https://www.businessinsider.in/ibm-watson-to-mentor-indian-women-in-emerging-tech/articleshow/68385820.cms</a>

Cantos Castillo, R. I. (2015). Propuesta Metodológica Basada en Herramientas Informáticas para el Aprendizaje de la Robótica Educativa y Pedagógica en el Sexto Semestre de la Escuela de Ingeniería Mecánica ESPOCH. (Tesis de pregrado). <a href="http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4513">http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4513</a>

CMU. (2018). Homepage - CMU - Carnegie Mellon University. Recuperado de <a href="https://www.cmu.edu/">https://www.cmu.edu/</a>

Domínguez, Y., Lázaro, J. de, Suarez, J., & Martínez, P. (2018). Experiencias sobre robótica educativa y programación con *mbot*. Recuperado de <a href="https://www.researchgate.net/publication/325479069\_EXPERIENCIAS\_SOBRE\_ROBOTICA\_EDUCATIVA Y PROGRAMACION CON MBOT">https://www.researchgate.net/publication/325479069\_EXPERIENCIAS\_SOBRE\_ROBOTICA\_EDUCATIVA Y PROGRAMACION CON MBOT</a>

ALTEC 2019 13 / 15

Enríquez Herrador, R. (2009). Guía de Usuario de Arduino. Recuperado de <a href="http://www.uco.es/aulasoftwarelibre/wp-content/uploads/2010/05/Arduino\_user\_manual\_es.pdf">http://www.uco.es/aulasoftwarelibre/wp-content/uploads/2010/05/Arduino\_user\_manual\_es.pdf</a>

Forbes. (2017). Esta es la clave para impulsar carreras STEM • Forbes México. Recuperado de <a href="https://www.forbes.com.mx/esta-es-la-clave-para-impulsar-carreras-stem/">https://www.forbes.com.mx/esta-es-la-clave-para-impulsar-carreras-stem/</a>

Gil Vásquez, P., Jara, C. A., Puente Méndez, S. T., Candelas Herías, F. A. y Torres Medina, F. (2012). Recursos y herramientas didácticas para el aprendizaje de la robótica. Teoría de la Educación. *Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, *13*(2), 18-47. Recuperado de <a href="http://www.redalyc.org/pdf/2010/201024390003.pdf">http://www.redalyc.org/pdf/2010/201024390003.pdf</a>

Hernández Londoño, D. A. (2016). *Interfaz de programación visual como herramienta educativa para el desarrollo de competencias en ciencia y tecnología por parte de niños, jóvenes y educadores*. (Tesis de pregrado). Recuperado de <a href="http://hdl.handle.net/20.500.11912/2689">http://hdl.handle.net/20.500.11912/2689</a>

Hernandez Sampieri, R. (2017). Metodología De La Investigación. <a href="https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2007.03.027">https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2007.03.027</a>

Hernández Zapata, L. B. (2016). *Determinantes de elección de carreras STEM de los estudiantes de educación pública del municipio de Dosquebradas*. (Tesis de maestría). Recuperado de <a href="http://hdl.handle.net/10784/11662">http://hdl.handle.net/10784/11662</a>

Jiménez, C. (2018). ¿Cuáles son las carreras con más futuro laboral? | Foro Económico Mundial. Recuperado de: <a href="https://es.weforum.org/agenda/2018/01/cuales-son-las-carreras-con-mas-futuro-laboral">https://es.weforum.org/agenda/2018/01/cuales-son-las-carreras-con-mas-futuro-laboral</a>

Johnson, G. (2010). Fundamentos de Estrategia. (Ed Pearson, Ed.). New Jersery.

Juca, F. (2018). Los juegos serios y el uso de dispositivos hápticos para una experiencia multisensorial. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, Julio. Recuperado de <a href="https://bit.ly/30PW2y3">https://bit.ly/30PW2y3</a>

Kitts, C. & Quinn, N. (2004). An interdisciplinary field robotics program for undergraduate computer science and engineering education. *Journal on Educational Resources in Computing (JERIC)*, 4(2). <a href="https://doi.org/10.1145/1071620.1071623">https://doi.org/10.1145/1071620.1071623</a>

Lens. (2018). The Lens - Free & Dpen Patent and Scholarly Search. Recuperado de <a href="https://www.lens.org/">https://www.lens.org/</a>

López Ramírez, P. A. y Andrade Sosa, H. (2013). Aprendizaje de y con robótica, algunas experiencias. *Revista educación*, 37(1), 43-63. <a href="https://doi.org/10.15517/REVEDU.V37I1.10628">https://doi.org/10.15517/REVEDU.V37I1.10628</a>

Maxwell, B. A. & Meeden, L. (2000). Integrating robotics research with undergraduate education. *IEEE Intelligent Systems*, 15(6), 22-27. <a href="https://doi.org/10.1109/5254.895854">https://doi.org/10.1109/5254.895854</a>

ALTEC 2019 14 / 15

Murcia Londoño, E. & Henao López, J. C. (2015). Educación matemática en Colombia, una perspectiva evolucionaria. *Entre Ciencia e Ingeniería*, *9*(18), 23–30. Recuperado de <a href="https://biblioteca.ucp.edu.co/ojs/index.php/entrecei/article/view/2684">https://biblioteca.ucp.edu.co/ojs/index.php/entrecei/article/view/2684</a>

Nourbakhsh, M. R. & Arab, A. M. (2002). Relationship between mechanical factors and incidence of low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 32(9), 447-460. https://doi.org/10.2519/jospt.2002.32.9.447

Oppenheimer, A. (2018). ¡Sálvese quien pueda!: El futuro del trabajo en la era de la automatización. Recuperado de <a href="https://www.amazon.es/%C2%A1S%C3%A11vese-quien-pueda-trabajo-automatizaci%C3%B3n-ebook/dp/B07FBSJ4N8">https://www.amazon.es/%C2%A1S%C3%A11vese-quien-pueda-trabajo-automatizaci%C3%B3n-ebook/dp/B07FBSJ4N8</a>

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual – OMPI. (2017). Índice Mundial de Innovación 2017: Suiza, Suecia, los Países Bajos, los EE.UU. y el Reino Unido encabezan el ranking anual. Recuperado de https://www.wipo.int/pressroom/es/articles/2017/article 0006.html

Ortiz, S., Pedroza, Á. R. & Martinez, E. (2013). Análisis Morfológico de Patentes para Desarrollar un Producto de Seguridad Vehicular. *Journal of Technology Management & Innovation*, 8, 129–130. https://doi.org/10.4067/S0718-27242013000300065

Ospennikova, E., Ershov, M., & Iljin, I. (2015). Educational Robotics as an Inovative Educational Technology. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 214, 18–26. <a href="https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.588">https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.588</a>

PNUD. (2019). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado de https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html

Quiceno Arias, J. F. (2017). Condiciones para la implementación de ambientes de aprendizaje STEM, en instituciones oficiales de la ciudad de Medellín, Caso IE Monseñor Gerardo Valencia. Universidad EAFIT. (Tesis de maestría). Recuperado de http://hdl.handle.net/10784/11869

Rivera Rodríguez, H. A. y Malaver Rojas, M. N., (2006). La importancia de la prospectiva en la sociedad. *Revista Universidad & Empresa*, 5(10), 257–270. Recuperado de https://revistas.urosario.edu.co/index.php/empresa/article/view/936

Scopus. (2018). Scopus preview - Scopus. Recuperado de <a href="https://www.scopus.com/home.uri">https://www.scopus.com/home.uri</a>

UEF. (2018). Itä-Suomen yliopisto | UEF. Recuperado de <a href="https://www.uef.fi/etusivu">https://www.uef.fi/etusivu</a>

WEF. (2016). The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. Recuperado de <a href="https://www.voced.edu.au/content/ngv%3A71706">https://www.voced.edu.au/content/ngv%3A71706</a>

Xiaobo, L. (2006). God's Gift to China. *Index on Censorship*, *35*(4), 179–181. https://doi.org/10.1080/03064220601093009

ALTEC 2019 15 / 15