

STEM MD-ROBOTICS, UNA EXPERIENCIA PARA APRENDER RESOLUCIÓN
COLABORATIVA DE PROBLEMAS

Aura M. Wilches Betancourt

Eimy Y. Camargo Lancheros

Facultad de Educación, Corporación Universitaria Minuto de Dios

Mayo 18 de 2021

STEM MD-ROBOTICS, UNA EXPERIENCIA PARA APRENDER RESOLUCIÓN
COLABORATIVA DE PROBLEMAS

Aura M. Wilches Betancourt

Eimy Y. Camargo Lancheros

Asesor Internacional

Uriel Buitrago, PhD Department of Integrative Biology, Oklahoma State University. USA

Director de Trabajo de grado

Miguel L. Martínez Universidad de Rosario

Facultad de Educación, Corporación Universitaria Minuto de Dios

Mayo 18 de 2021

RESUMEN ANALITICO ESPECIALIZADO (RAE)	
Título	STEM MD-ROBOTICS, UNA EXPERIENCIA PARA APRENDER RESOLUCIÓN COLABORATIVA DE PROBLEMAS
Autores	Aura M. Wilches Betancourt Eimy Y. Camargo Lancheros
Publicación	Bogotá, Corporación Universitaria Minuto de Dios- UNIMINUTO, 2021. 59 páginas.
Unidad Patrocinante	Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO)
Palabras clave	Educación STEM, ambiente de aprendizaje STEM, resolución colaborativa de problemas (RCP), destrezas PISA, evaluación comprensiva. STEM MD-Robotics.
Descripción	El presente es un artículo científico para optar al grado de Master en Innovaciones Sociales en Educación.
Fuentes	<p>Fiore, S. M., Graesser, A., & Greiff, S. (2018). Collaborative problem-solving education for the twenty-first-century workforce. <i>Nature Human Behaviour</i>, 2(6), 367–369. https://doi.org/10.1038/s41562-018-0363-y.</p> <p>Hesse F., Care E., Buder J., Sassenberg K., Griffin P. (2015). <i>A Framework for Teachable Collaborative Problem Solving Skills</i>. In: Griffin P., Care E. (eds) <i>Assessment and Teaching of 21st Century Skills</i>. Capítulo 2 (pp. 37-56). New York: Springer. Educational Assessment in an Information Age. Springer, Dordrecht.</p> <p>Kelley T., Knowles G, (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. <i>International Journal of STEM Education</i>, 3(11), (p.p 1-11). https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z</p> <p>Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos OCDE (2016). <i>PISA 2015 resultados clave</i>. Recuperado de https://www.oecd.org</p> <p>Scott C. (2015a). El futuro del aprendizaje 1 ¿Por qué deben cambiar el contenido y los métodos de aprendizaje en el siglo XXI? <i>Investigación y Prospectiva En Educación UNESCO. Paris. [Documentos de Trabajo ERF, No. 13]. (pp. 1–18)</i>.</p> <p>Stake R. (2004). <i>Evaluación comprensiva y basada en estándares</i>. Barcelona. Editorial Graó.</p> <p>STEM MD-ROBOTICS (2019). STEM Robotics Educación para el talento humano del futuro. Recuperado el 8 de abril de 2020, de website: https://stembogota.uniminuto.edu/?page_id=12153</p>

Contenidos	<p>Este trabajo tuvo por objetivo evaluar comprensivamente la Resolución Colaborativa de Problemas (RCP) con la aplicación del proyecto STEM MD-Robotics en los colegios Santa Lucía IED y Superior Americano. Un objetivo secundario fue comparar los resultados con los estándares establecidos en la prueba PISA. Los datos para el análisis se colectaron de tres maneras: 1) se hicieron 2 entrevistas a los creadores de STEM MD-Robotics, 2) se entrevistaron 6 Grupos Focales cada uno con seis estudiantes y 3) se aplicó una encuesta a una población de 189 estudiantes. La población de estudiantes incluyó adolescentes de los grados octavo, y noveno. Para el análisis de la información se usaron los programas AtlasTi© 9 (2021), Spss© 26 (2019) y Excel©. Los resultados permitieron confirmar que los estudiantes desarrollaron destrezas de colaboración congruentes con los niveles B y C de las Destrezas PISA. Los niveles B y C corresponden al grupo de estudiantes que resuelven problemas con dificultad media, es decir, aquellos que ejecutan tareas de acuerdo con roles asignados. Estos estudiantes, tienen la habilidad de comunicarse en equipo, identifican vacíos de información y en caso de dificultad buscan nuevas fuentes. Adicionalmente, dichos estudiantes construyen e implementan estrategias de solución. Finalmente, se proponen algunas recomendaciones para la implementación de RCP en las aulas con la intención de formar habilidades de trabajo en equipo, no solo para estudiantes, sino también para docentes.</p>
Metodología	<p>Los datos se colectaron aplicando entrevistas, grupos focales y una encuesta a 72 estudiantes de los colegios Santa Lucía IED y Superior Americano (grados octavo y noveno), dos creadores del programa STEM MD-Robotics y cuatro profesionales también relacionados con el STEM MD-Robotics.</p> <p>Se hicieron dos comparaciones con los datos obtenidos, una extrínseca y otra intrínseca. En la primera, los datos se compararon con la prueba de PISA. En la segunda (intrínseca), se compararon las expectativas del STEM MD-Robotics con los resultados obtenidos luego de aplicar los grupos focales a los estudiantes.</p> <p>La información obtenida durante las entrevistas y grupos focales se trató con el software de análisis cualitativo AtlasTi© 9 (2021) durante la comparación extrínseca (datos de la investigación vs la prueba PISA).</p>

	<p>Los datos obtenidos en la encuesta se analizaron con el programa SPSS 26© (2021), y se determinó el coeficiente Alfa de Crombach. Se realizó una clasificación de los resultados por cada categoría de la prueba PISA y se hallaron los promedios por institución.</p> <p>Finalmente, para la implementación de RCP con el ambiente STEM, se determinaron algunas recomendaciones para el desarrollo de las habilidades de RCP en estudiantes de secundaria.</p>
Conclusiones	<p>STEM MD-Robotics es una experiencia que por sus beneficios puede ser implementada por otras instituciones para fomentar el desarrollo de RCP. Su metodología de roles y la estrategia CDIO para resolver problemas, fueron los aspectos claves con mayor relación con las destrezas PISA. Adicional al seguimiento que deben recibir los estudiantes para el aprendizaje de la competencia, es necesaria la capacitación docente para guiar cada momento del proceso.</p> <p>Finalmente, la evaluación comprensiva aporta otra forma de evaluación de RCP, en lugar de medir las interacciones con agentes informáticos (como se encuentra en otros estudios) permite el acercamiento a los beneficiados. Este acercamiento, es apropiado para explorar el efecto individual de un programa educativo y encontrar aspectos socioemocionales que no podrían identificarse con métodos tradicionales de medición.</p>

STEM MD-ROBOTICS, UNA EXPERIENCIA PARA APRENDER RESOLUCIÓN COLABORATIVA DE PROBLEMAS

RESUMEN

Esta investigación tuvo por objetivo evaluar comprensivamente la *Resolución Colaborativa de Problemas* (RCP) con la aplicación del proyecto STEM MD-Robotics en los colegios Santa Lucía IED (SL) y Superior Americano (SA) ubicados en Bogotá Colombia. Sobre una población de adolescentes de los grados octavo y noveno se recolectaron datos de tres maneras: 1) se hicieron 2 entrevistas a los creadores de STEM MD-Robotics, 2) se entrevistaron 6 *Grupos Focales* cada uno con seis estudiantes y 3) se aplicó una encuesta a 72 estudiantes. Para analizar la información se usaron los programas AtlasTi© 9 (2021), Spss© 26 (2019) y Excel©. Los resultados confirmaron que los estudiantes desarrollaron destrezas de colaboración congruentes con los niveles B y C de las *Destrezas PISA*. Estos niveles corresponden al grupo de estudiantes que resuelven problemas con dificultad media, es decir, aquellos que ejecutan tareas de acuerdo con roles asignados. Estos estudiantes, tienen la habilidad de comunicarse en equipo, identifican vacíos de información y en caso de dificultad buscan nuevas fuentes. Adicionalmente, dichos estudiantes construyen e implementan estrategias de solución. Finalmente, se proponen recomendaciones para la implementación de RCP en ambientes STEM con la intención de formar habilidades de trabajo colaborativo, para docentes y estudiantes.

Palabras clave: Educación STEM, ambiente de aprendizaje STEM, resolución colaborativa de problemas (RCP), destrezas PISA, evaluación comprensiva. STEM MD-Robotics.

ABSTRACT

The objective of this research was to comprehensively evaluate Collaborative Problem Solving (CPS) with the application of the STEM MD-Robotics project in Santa Lucia IED (SL) and Superior Americano (SA) schools located in Bogota Colombia. On a population of adolescents in eighth and ninth grades, data were collected in three ways: 1) 2 interviews were conducted with the creators of STEM MD-Robotics, 2) 6 Focus Groups were interviewed, each with six students, and 3) a survey was applied to 72 students. AtlasTi© 9 (2021), Spss© 26 (2019) and Excel© software were used to analyze the data. The results confirmed that the students developed collaborative skills congruent with levels B and C of the PISA Skills. These levels correspond to the group of students who solve problems with medium difficulty, i.e. those who execute tasks according to assigned roles. These students have the ability to communicate in teams, identify information gaps and in case of difficulty seek new sources. Additionally, these students construct, and implement solution strategies. Finally, recommendations are proposed for the implementation of CPS in STEM environments with the intention of forming collaborative work skills for teachers and students.

Keywords: STEM Education, STEM learning environment, Collaborative problem solving (CPS), PISA skills, comprehensive assessment, STEM MD-Robotics

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España (2017), a nivel mundial el 8% de los estudiantes resuelven problemas complejos, mientras el 28%, aquellos que son simples. Estos datos se originaron de un reporte que especialistas españoles realizaron a la prueba PISA (Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes) del año 2015. En ese mismo año la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) incluyó el componente de Resolución Colaborativa de Problemas (RCP) en la prueba PISA. La intención de la OCDE era estimar la actitud de trabajo en equipo en los estudiantes. Sin embargo, al comparar los puntajes de las áreas de ciencias naturales, matemáticas y lectura con el componente de RCP, la mayoría de los países evaluados obtuvieron promedios no congruentes. Por ejemplo, los países con puntajes altos en RCP, no necesariamente obtuvieron los mismos resultados en ciencias, matemáticas y lectura.

¿Qué es RCP? La RCP se basa en dos habilidades, cognitivas y sociales. Las habilidades cognitivas hacen parte de la solución de problemas y las sociales del aspecto colaborativo. Hesse et al, (2015) definen colaboración como *la actividad de trabajar juntos hacia un objetivo común*. La RCP es fundamental cuando hay problemas que no se pueden resolver individualmente. Care et. al, (2016) sugieren que problemas de difícil solución se pueden resolver en un ambiente colaborativo donde los individuos aportan ideas, información y experiencias.

La implementación de RCP en las aulas puede ser más efectiva si se usa un enfoque pedagógico como educación STEM (acrónimo de las siglas en inglés: Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). STEM es un enfoque pedagógico e interdisciplinario que facilita contextos favorables para el aprendizaje de contenidos (Kelley, 2016). STEM posibilita la comprensión conceptual con experiencias alrededor de resolución de problemas y fomenta la investigación, creatividad y colaboración, entre otras habilidades (Yuxin Ma & Douglas, 2013; Lin et al., 2015; Glennie & Ernst, 2015; Pimthong P., *Williams J. (2018)*; Botero, 2018). El STEM también integra el área de la ingeniería a la enseñanza de las ciencias y matemáticas (Botero, 2018). Con el uso de este enfoque pedagógico, los estudiantes se motivan y muestran un mayor compromiso (Glennie & Ernst, 2015). El enfoque STEM se implementó inicialmente en Estados Unidos desde la década de los noventa y posteriormente en China, India, Rusia, Irán, Indonesia y Japón.

A pesar de la importancia de la educación STEM en el aprendizaje, sólo algunas instituciones en Colombia lo han adoptado. El Parque Científico de Innovación Social (Corporación Universitaria Minuto de Dios) adoptó este enfoque y creó el ambiente STEM MD-Robotics. El objetivo del STEM MD-Robotics es fortalecer el aprendizaje de matemáticas, ciencia y tecnología, así como el desarrollo de competencias ciudadanas en estudiantes y maestros. La RCP con el Ambiente STEM MD-Robotics se implementó inicialmente en instituciones tales como los colegios Superior Americano y Santa Lucía IED en el año 2019. El ambiente STEM MD-Robotics incluye estrategias pedagógicas como el uso de roles, pensamiento de diseño en ingeniería CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar y Operar) para la solución de

problemas y recursos didácticos como guías de aprendizaje y material didáctico LEGO EV3©.

Hasta el momento no se ha hecho una estimación de logros y alcances de RCP con el Ambiente STEM MD-Robotics. Por lo que se plantea como pregunta de investigación: ¿Cuáles son los aportes del proyecto STEM MD-Robotics en el aprendizaje de resolución colaborativa de problemas? El objetivo de la presente investigación fue evaluar el uso de la RCP con el Ambiente STEM MD-Robotics en las instituciones Superior Americano y Santa Lucía IED.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Existe una deficiencia en las competencias para resolver problemas colaborativamente. La principal razón para enseñar a resolver problemas colaborativamente reside en la naturaleza de las problemáticas. Estas, son difíciles, se encuentran mal definidas o poco estructuradas, son de índole interdisciplinar y abarcan ámbitos como “el social, el económico, político, medioambiental, jurídico y ético” (Scott 2015b, p. 10). Así, las instituciones educativas deben proveer aprendizajes aplicables a las situaciones que habrán de enfrentar los estudiantes al terminar su proceso educativo, para “dar sentido a las funciones y responsabilidades del mundo real” (Scott, 2015a, p. 8).

La prueba PISA, mencionada en la introducción mostró las deficiencias de la mayoría de los sistemas educativos para incorporar las habilidades necesarias en los aprendices, reveladas con anterioridad por autores de contextos educativos, investigativos y empresariales (Partnership for 21st skills Century Learning, 2019; Pérez, 2012; Scott 2015b, 2012). Afirmando así, la necesidad de plantear cambios en la escuela, para mejorar el desempeño de los estudiantes en sus tareas.

En los colegios Superior Americano y Santa Lucía IED, donde se desarrolla esta investigación se observan carencias relacionadas con el aprendizaje en resolución Colaborativa de problemas. Caracterizado por falta de comunicación, resistencia para trabajar con otros y dificultad para aceptar las ideas de sus pares. Los estudiantes participan de actividades grupales, con aportaciones poco equitativas para la consecución de tareas. Las actividades asignadas, no son presentadas como un desafío que invite al interior del grupo la revisión de la comprensión individual, ni la interdependencia de los miembros como requisito para avanzar en la solución de este. Esta situación tiene repercusiones a futuro en ambientes laborales. Para los empleadores, sólo un tercio de los graduados universitarios demostraron competencia para trabajar colaborativamente, los restantes solo creen hacerlo Fiore (2017).

Por otra parte, el plan de estudios y las estrategias de evaluación, carecen de instrucción explícita para aprender a resolver problemas colaborativamente. Sumado a esto, los profesores requieren de capacitación para guiar a los educandos en el desarrollo de estas habilidades. Estas observaciones, concuerdan con investigaciones como la de OCDE (2010), Araya (2016) y Fiore (2018) que han expuesto las necesidades pedagógicas para el diseño de estrategias de aprendizaje interdisciplinarias y de Resolución Colaborativa de Problemas. La investigación sobre metacognición en situaciones de colaboración sigue siendo bastante dispersa. [...] El estudio de la metacognición como fenómeno social es caracterizado por una falta de operacionalización clara y métodos de análisis de datos (Iiskala et al., 2011, p. 2).

Se encuentra un “marcado desajuste entre la importancia que tiene la Resolución Colaborativa de Problemas en la vida real y su instrucción” (Fiore et. al, 2018, p. 2). Esta, es necesaria para un desempeño adecuado en la vida; pero las acciones relacionadas con su enseñanza no apuntan en la misma dirección. La OCDE (2010) indicó que las instituciones afirman desarrollar las habilidades de forma transversal o al interior de las asignaturas. Scott (2015c) y Fiore et al., (2018) coinciden en que, “Los educandos no desarrollan estas competencias y habilidades a menos que se las enseñen de manera explícita.” (p. 2). Por su parte, Araya (2016) sostiene que, en actividades colaborativas, sin una guía metacognitiva explícita, acciones como la supervisión, el control y la evaluación del aprendizaje, son difíciles de guiar, la colaboración no se promueve y las interacciones entre los estudiantes son ineficientes.

Adicionalmente, hay una confusión entre trabajo en grupo y trabajo en equipo. En la escuela, se participa en actividades grupales donde la retroalimentación hace excesivo énfasis en la realización de la tarea, sin tener en cuenta la comunicación e interacción al interior de los grupos, indica Fiore et al. (2018). Lo anterior, tiene repercusión a nivel profesional, donde hay carencia de personal en ciencias, tecnología, matemáticas e ingeniería con capacidad de colaborar con otras disciplinas.

Por otro lado, se presenta un desbalance entre el aprendizaje individual y el colaborativo, concentrándose mayoritariamente en el individual. Iiskala et. al. (2011), expresan que, en los procesos de regulación social, relativos al aprendizaje de orden superior (como el que se

da al interior de RCP), hay carencias e insuficiencias en la recolección de evidencia científica.

Adicional al aprendizaje en colaboración, es esencial poner atención en la necesidad de capacitación docente. Ma & Douglas (2013) y Araya (2016), muestran que instrucciones poco guiadas evitan el logro de los resultados de aprendizaje esperados, la colaboración no se promueve y las interacciones entre los estudiantes son ineficientes.

Educación en STEM requiere la participación interdisciplinaria docente para que, se conozcan y retroalimenten las estrategias de aula llevadas a cabo por sus pares y de esa manera el proceso de innovación se acelere. En este sentido, Pimthong & Williams (2018) encuentran que se requiere promover la comprensión de la naturaleza integrada de STEM y explicitar la conexión entre las disciplinas. Por su parte, Fiore (2017) indica que hace falta capacitación docente en colaboración.

En respuesta a esta problemática, se han adoptado enfoques interdisciplinarios de educación STEM, que proporcionan un aprendizaje activo (centrado en el estudiante), lo que genera un efecto positivo en sus logros. Se propicia la comprensión de principios científicos, conocimientos prácticos de hardware y software, señalan García et al, (2017). Adicionalmente, se promueve el desarrollo de las habilidades para el Siglo XXI como: “Solución de problemas, pensamiento crítico, investigación, creatividad, comunicación y colaboración” (Botero, 2019, p.17). Lo anterior, incide en labores mediadas por tecnología y responden a necesidades sociales como la equidad de género, el acceso a educación de calidad y al fomento a las vocaciones científicas.

En función de la solución de problemas, países hispanos que educan en STEM, reconocen la necesidad de participación interdisciplinar para el abordaje de problemáticas sociales, señala Tovar (2019): “Se destaca que las soluciones a problemas sociales superlativos como la conservación del medio ambiente, el cambio climático, la distribución de la riqueza, la seguridad agroalimentaria, entre otros; solo pueden ser buscadas mediante la participación de saberes interdisciplinarios otorgando gran relevancia a las disciplinas”. (Tovar, 2019, p. 3308-2)

Educar en STEM promueve la formación colaborativa entre estudiantes, para, proyectar soluciones a problemas globales y de la vida. Para Pimthong & Williams (2018), “el mundo responde a una naturaleza en la que no existen disciplinas STEM por separado”. Y por el contrario se sitúan en ambientes de aprendizaje innovadores, que tienen como propósito la formación de ciudadanos, capaces de afrontar entornos cambiantes, para lo cual se requieren competencias y habilidades complejas, como la resolución colaborativa de problemas.

Con el abordaje de problemas globales en STEM, se involucra al estudiante en todo el proceso, desde el entendimiento de la problemática hasta la solución de esta, como afirma Botero (2018). Se integra la ingeniería a la enseñanza de las ciencias, aprovechando la curiosidad innata del estudiante, propiciando así la disposición para la solución de problemas. Se enseñan las ciencias y las matemáticas a través del diseño, dando sentido a la instrucción en las áreas al unir las entre sí y relacionándolas con las demás áreas del conocimiento.

La educación STEM, conduce a conocer y entender la naturaleza” (Araya 2016, p. 293) a través de la investigación científica y mejora las habilidades de resolución de problemas con el pensamiento de ingeniería. Es habitual inculcar en los estudiantes el pensamiento científico. Sin embargo, Ma & Douglas (2013), muestran “un creciente interés de enseñar pensamiento de ingeniería al mismo nivel que la investigación científica” (p. 13). Esta forma de pensar implica la definición y delimitación del problema de tal manera que “se resuelva de la manera más clara posible en términos de criterios de éxito y restricciones o límites” (Ma & Douglas, 2013, p. 15). Acompañado de prácticas ingenieriles, se refina la solución hasta encontrar la mejor posible y de esta manera, “diseñar y crear productos que solucionen problemas reales” (Araya, 2016, p. 293). Donde el aprendizaje de ingeniería mejora el desempeño de los estudiantes, sostienen Ernst & Glennie (2015).

Pimthong & Williams (2018) relacionan la resolución de problemas como resultado de la educación STEM. Ernst & Glennie (2015) y Lin et al. (2015) concuerdan en que la educación STEM funciona como laboratorio de resolución de problemas para que los estudiantes “construyan comprensiones conceptuales STEM a través de experiencias de aprendizaje” (Ernst & Glennie 2015, p. 31), aplicar lo aprendido en la escuela promoviendo el compromiso y la motivación. Scott (2015b) indica, que promover el empleo de distintos caminos, permite al estudiante sentir confianza para proponer ideas, tomar riesgos, ayudándolo a encontrar sus intereses y talentos. Estos factores, favorecen la relación entre los contenidos curriculares y la comprensión del mundo.

El aprendizaje de RCP en ambientes STEM, permite fortalecer las capacidades femeninas para colaborar y mejorar su acceso a educación de calidad.

En STEM, el acompañamiento de los profesores de tecnología e ingeniería por su experiencia interdisciplinar permite a los estudiantes experimentar activamente el aprendizaje que abarca disciplinas tradicionales, aseguran Glennie & Ernst (2015). Educar en STEM requiere la participación interdisciplinar docente para que, se conozcan y retroalimenten las estrategias de aula llevadas a cabo por sus pares y de esa manera el proceso de innovación se acelere. En este sentido, Pimthong & Williams (2018) encuentran que se requiere promover la comprensión de la naturaleza integrada de STEM y explicitar la conexión entre las disciplinas. Por su parte, Fiore (2017) indica que hace falta capacitación docente en colaboración.

En el contexto colombiano, una forma de acercamiento interdisciplinar común es el uso de la robótica educativa. En STEM MD-Robotics, el robot es un recurso didáctico que hace parte de la solución. Sánchez & Juárez (2017) muestran cómo estudiantes que desarrollan contenidos a través de prácticas en robótica, adquieren competencias y fortalecen el conocimiento multidisciplinario. Adicionalmente, al evaluar su desempeño en áreas como matemática, robótica básica y programación avanzada obtuvieron mejores resultados que al ver los contenidos de forma tradicional.

ANTECEDENTES

Para situar el lugar de avance investigativo alrededor de RCP puede iniciarse con las iniciativas para la enseñanza de las habilidades del Siglo XXI. Sobresale el proyecto internacional sobre Evaluación y Enseñanza de las Competencias del Siglo XXI, ATC21s¹ desarrollado en la Universidad de Melbourne Estados Unidos patrocinado por Cisco Systems Inc., Intel Corporation y Microsoft Corp en 2008. Su objetivo, “plantear nuevas maneras de evaluar y enseñar las competencias” (ATC21s, 2014, p. 8). Llevado a cabo desde el 2008 hasta el 2014 definieron las habilidades en cinco categorías y se “generó un sistema en línea para su evaluación mediante pruebas basadas en tecnologías digitales” (ATC21s, 2014, p. 8).

Australia, Estados Unidos, Finlandia, Holanda y Singapur, hacen parte del proyecto. Costa Rica es el único país latinoamericano participante. Como aportaciones del proyecto se encuentran la definición de las habilidades, la publicación de un libro sobre evaluación y enseñanza de habilidades del Siglo XXI, página web con un banco de recursos para el docente. En la página del proyecto de Costa Rica, hay grabaciones de experiencias de éxito de los docentes costarricenses. A diferencia con autores que hacen referencia a las habilidades del Siglo XXI, ATC21S introduce el término Resolución Colaborativa de Problemas como la unión de aspectos cognitivos y sociales.

¹ ATC21s son las siglas en inglés de Assessment and Teaching of 21st Century Skills (Evaluación y Enseñanza de las Competencias del Siglo XXI)

Hesse et. al, (2018) para cada aspecto, describen una matriz de elementos, criterios, indicadores y niveles de desempeño (bajo, medio, alto). Dentro del proceso evaluativo en la plataforma de evaluación en línea, por parejas debían completar tareas en tiempo real, sus registros fueron almacenados y clasificados automáticamente. Sumado a esto, se realizaron encuestas individuales, e informes de clase particulares.

Para promover la efectividad en el aprendizaje y significado para los estudiantes, es esencial conectar sus intereses con los objetivos de aprendizaje. Para ello, simular situaciones cotidianas y usar casos de la vida real es de gran ayuda, sugieren ATC12S (2014). Desde allí, se potencian la observación, el aprendizaje adquiere un valor agregado, permitiéndoles encontrar la utilidad del mismo, haciendo del aprendizaje un fin, no sólo el medio.

Algunas dificultades encontradas en el proyecto, fue la incapacidad de medir todos los elementos de CPS (Collaborative Problem Solving, siglas en inglés de RCP) de manera integral, ninguna tarea diseñada pudo hacerlo, menciona Thayer T. (2018). Recomienda también, más investigación sobre la progresión empírica de los estudiantes. Por último, la evaluación tuvo mayor capacidad para medir habilidades cognitivas que sociales.

Iiskala et. al, (2011), indagaron sobre la metacognición social compartida que se da alrededor de la solución de problemas matemáticos. Sí bien, no es Resolución Colaborativa de Problemas, aporta información sobre el proceso metacognitivo. Expresan que, en los procesos de regulación social, relativos al aprendizaje de orden superior, hay carencias e insuficiencias en la recolección de evidencia científica. “La investigación sobre

metacognición en situaciones de colaboración sigue siendo bastante dispersa” [...] “se caracteriza por falta de operacionalización clara y métodos de análisis de datos” (Iiskala et. al, 2011, p. 2). En relación con la dificultad de los problemas, encontraron que ocurren más episodios metacognitivos y de mayor duración en problemas difíciles que en los moderadamente difíciles o fáciles. Por último, afirman que, la metacognición socialmente compartida sólo puede ser estudiada en un contexto de colaboración.

Scott (2015a) realiza una investigación profunda sobre la definición de las habilidades, autores y sus perspectivas sobre el aprendizaje. No hay consenso en la cantidad de habilidades ni en la definición de cada una. Aun así, en sus conclusiones resaltan elementos que se potencian desde la evaluación comprensiva del proceso de aprendizaje de RCP en ambientes STEM como el trabajo en equipo, la comunicación, solución de problemas, investigación y pensamiento crítico. “Se necesitan planes de estudios que estén abiertos a las aportaciones de quienes aprenden, que tengan un enfoque interdisciplinario y combinen el aprendizaje formal y el informal de manera eficaz” Scott (2015 b, p. 10).

Ma & Douglas (2013) exploran el potencial de la competencia First Lego League (FLL) en el aprendizaje de habilidades del Siglo XXI, en dominios cognitivos, interpersonales e intrapersonales con un análisis cualitativo a un equipo participante durante el 2012. Afirman, que poco se reporta en la literatura sobre el tipo de entrenamiento que debe hacerse para este tipo de competencias. Encontraron, que, en efecto, el programa “brinda oportunidades para aprender habilidades del siglo XXI como el pensamiento sistémico, la toma de decisiones, resolución de problemas, trabajo en equipo, resolución de conflictos, flexibilidad,

perseverancia y autogestión” (Ma & Douglas, 2013, p. 26). Recomiendan el diseño de estrategias educativas sólidas, facilitar el apoyo a través de métodos como el modelado, mentoría, andamiaje, ejemplos y experimentos. Por último, para lograr la transferencia de las habilidades se requieren de actividades de reflexión y articulación del aprendizaje.

Araya (2016) describe diferentes actividades STEM realizadas en Chile y Japón, concluyendo que la enseñanza STEM representa retos que pueden afrontarse de manera interdisciplinar, contando con la colaboración de docentes de varias disciplinas. Refiere el método japonés de observación de clases en la que, por medio de la planificación y retroalimentación de pares, se acelera el proceso de clasificación de estrategias para su adopción. Mostrando así, que “el aprendizaje social es clave para el desarrollo de clases STEM” (Araya, 2016, p. 315). Con respecto al aprendizaje, resalta el factor motivacional que se produce en actividades tipo torneo donde se potencia el trabajo colaborativo y se mejora la participación de los estudiantes. Usando herramientas TIC para los torneos, se involucra a la clase frente a una meta conjunta, el docente puede hacer preguntas metacognitivas, se generan conexiones emocionales, se potencia la reflexión frente a estrategias y se facilita el registro individual.

Pimthong P., Williams J. (2018) indagan la comprensión sobre educación STEM de 87 docentes en formación de la Facultad de Educación de una universidad de Bangkok (Tailandia) en 2018. A partir de cuestionarios, encontraron que sólo 6 participantes lograron explicar cómo sucede la integración en STEM, los demás sólo dieron respuestas sobre el acrónimo y lo definieron como una estrategia de enseñanza. A partir de estos resultados,

enfatan sobre la importancia de promover la comprensión de la naturaleza integrada de STEM y explicitar la conexión entre las disciplinas. En el caso tailandés, esta investigación cobra importancia porque el primer ministro presentó un modelo económico en 2016, llamado Tailandia 4.0 que “promueve la creatividad, la innovación y la aplicación de tecnología en diversas actividades económicas” (Pimthong & Williams 2018, p. 1). Esperan allí, que la educación STEM aporte en la preparación de “habilidades personales y sociales para trabajar en colaboración con otras disciplinas” (Pimthong & Williams 2018, p, 2018, p. 2). Señalan, que los maestros son claves. En consecuencia, “es necesario, un programa de desarrollo profesional STEM para ayudar a los maestros a comprender la naturaleza de la integración y hacer explícitas las conexiones entre ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (Pearson, 2017)” como se cita en (Pimthong & Williams 2018, p. 2).

García et. al, (2019), mencionan la existencia de la brecha de género global en sectores laborales STEM y en todos los niveles de educación e investigación de Latinoamérica.

Refieren proyectos como SAGA (STEM and Gender Advancement) de la UNESCO, el cual, durante el lapso de 2015 a 2018 ofreció herramientas a gobiernos y encargados para proponer políticas para reducir la brecha. Otro proyecto, es Building the future of Latin America: engaging women into STEM (W-STEM) de 2019 de la Universidad de Salamanca. Su objetivo, “mejorar las estrategias y los mecanismos de atracción, acceso y orientación de las mujeres en los programas de educación superior STEM en América Latina” (García et. al, 2019, p. 1). Actualmente, hay un 26% de participación femenina en trabajos del sector tecnológico, un 28% en el científico y sólo un 30% de preferencia por carreras universitarias STEM.

Con relación a iniciativas que han llegado de forma masiva a colegios, se encuentra Coding For Kids presentada por el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (MINTIC) en alianza con el British Council y computadores para educar en 2019. Esta iniciativa ya ha sido llevada a cabo en países como Chile, Perú, y Hong Kong. De acuerdo con MINTIC (2019) se seleccionó a 260 docentes de tecnología e informática de colegios públicos de varias regiones del país para ser capacitados en fundamentos de programación y manejo de la herramienta micro:bit beneficiando a 15.600 estudiantes. Su objetivo “facilitar a niños y niñas de los colegios públicos una integración de la enseñanza innovadora y de vanguardia en codificación, de manera que se impulsen y fortalezcan sus competencias TIC” (MINTIC, 2018). El proyecto se realizará entre el 2019 y el 2022, esperando capacitar 200 docentes por año para un total de 800 profesores y 48.000 estudiantes de todo el país.

El British Council realizó las siguientes afirmaciones respecto a los resultados de su implementación en Inglaterra: El 90% de los estudiantes sostuvo que cualquiera puede programar, el 70% de las estudiantes elegiría estudiar informática, el 85% de los maestros sostuvo que el uso de micro:bit hizo más divertidas las clases para sus educandos.

Como conclusión de la experiencia Coding for Kids, es posible afirmar que la capacitación a docentes genera cambios positivos en la percepción que tienen los estudiantes frente al aprendizaje y es un factor esencial para modificar la dinámica al interior del aula. La anterior observación, coincide con Araya (2016) “La innovación es el motor principal de progreso que puede cambiar los aprendizajes de los estudiantes. [...] Donde más innovación ha estado ocurriendo es en las prácticas en la sala de clase y no en las prácticas a nivel de escuela” (p.

294). Es así, que de la capacitación docente y su implementación en el aula dependen las innovaciones en el aprendizaje de los estudiantes. Por otro lado, la mediación tecnológica genera percepción positiva en los estudiantes que aprenden alrededor de ella.

METODOLOGÍA

STEM MD-Robotics

STEM MD-Robotics propone en su metodología una secuencia didáctica compuesta por cuatro parámetros (ver tabla 1) que dan cuenta del proceso de enseñanza. Como recurso de aprendizaje el Parque Científico de Innovación Social diseñó guías que se entregaron a los estudiantes y fueron desarrolladas en cada una de las sesiones de STEM MD-Robotics. Cada guía tenía por meta el desarrollo de una misión en la que el estudiante aplicaba los conocimientos en la solución de un reto. En la tabla 1 se relacionan los parámetros y su composición.

Tabla 1

Secuencia didáctica STEM MD-Robotics. Parámetros y composición.

Parámetros	Diagnóstico Cognitivo	Herramientas conceptuales	Empleo del conocimiento	Análisis de resultados
	Presentación general de la misión de la guía.	Abordaje del problema.	Desarrollo de la misión.	Informe de la misión.
	Objetivos de aprendizaje.	Enlace histórico.	Conformación de equipos de trabajo en roles.	Identificación de fallas y oportunidades de mejora.
Composición	Indagación de conocimientos previos.	Vínculo teórico STEM necesarios para afrontar la misión.	Planteamiento de estrategias. Construcción del modelo. Programación y prueba del mecanismo.	Conclusiones de la misión.

El parámetro *diagnóstico cognitivo* se refleja en la parte I de las guías de aprendizaje. El diagnóstico cognitivo introduce al estudiante a la misión de la guía. El parámetro *herramientas conceptuales* presenta al estudiante la misión y enlaza sus conocimientos previos con los conceptos STEM necesarios para su realización. En las guías de aprendizaje puede hallarse en la parte II. Las sesiones STEM, a diferencia de otras asignaturas requerían la conformación y rotación de equipos de trabajo. Durante el desarrollo de la misión en *empleo del conocimiento*, los estudiantes debían conformar los equipos de trabajo en roles, plantear la estrategia de solución con la metodología CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar, Operar) para luego construir, programar y probar el modelo.

El último momento de la secuencia STEM *análisis de resultados* recoge todos los aspectos encontrados en la implementación de la misión, se identifican las fallas, las oportunidades de mejora y se redactan las conclusiones en la bitácora. El proyecto propone cuatro rúbricas de evaluación, en la que los estudiantes valoran su desempeño en trabajo individual, autoevaluación de la bitácora, trabajo en equipo y evaluación del reto.

Estudio de caso

Los datos se colectaron aplicando entrevistas, grupos focales y una encuesta a 72 estudiantes de los colegios Santa Lucía IED y Superior Americano (grados octavo y noveno), dos creadores del programa STEM MD-Robotics y cuatro profesionales también relacionados con el STEM MD-Robotics. El rol de los cuatro profesionales era el de supervisar la implementación del STEM MD-Robotics *in situ*. Los datos obtenidos con las entrevistas, grupos focales y encuestas, se analizaron cualitativamente siguiendo el método de

Evaluación Comprensiva (Stake, 2004). La premisa de este método es "definir la calidad de un programa educativo a través de experiencias episódicas y holísticas" (Stake, 2004, p. 42). Para Stake (2004) una experiencia episódica está determinada por la interacción entre los individuos y la holística, es más compleja, porque incluye la evaluación indirecta de méritos y deficiencias.

Se hicieron dos comparaciones con los datos obtenidos, una *extrínseca* y otra *intrínseca*. En la primera, los datos se compararon con la prueba de PISA (Ver tabla 2). La tabla 2 contiene las destrezas en colaboración propuestas por PISA que se usaron como base para el diseño de los instrumentos de recolección de información y su posterior análisis. En la segunda (intrínseca), se compararon las expectativas del STEM MD-Robotics con los resultados obtenidos luego de aplicar los grupos focales a los estudiantes (ver tabla 3). La tabla 3 contiene los instrumentos de recolección, la muestra y el total de la población.

Tabla 2

Matriz de destrezas de colaboración tomadas de PISA (2015).

	(1) Establecer y mantener una comprensión mutua	(2) Adaptar las medidas adecuadas para resolver un problema.	(3) Establecer y mantener la organización del equipo
(A) Explorar y comprender	(A1) Describir perspectivas y destrezas de los miembros del equipo	(A2) Descubrir el tipo de interacción colaborativa para resolver el problema, de acuerdo con los objetivos.	(A3) Comprender los roles para resolver un problema.
(B) Representar y formular	(B1) Construir una representación común y negociar el significado del problema (puntos comunes).	(B2) Identificar y describir las tareas que se han de realizar.	(B3) Describir los roles y la organización del equipo (Protocolo de comunicación y reglas de compromiso)
(C) Planificar y ejecutar	C1) Comunicarse con los miembros del equipo sobre las acciones que se han de desarrollar.	(C2) Habilitar planes	(C3) Seguir las reglas de compromiso (p. ej. dar paso a otros miembros del equipo para que realicen sus tareas)
(D) Supervisar y reflexionar	(D1) Supervisar y mejorar la comprensión mutua.	(D2) Supervisar los resultados de las acciones y evaluar la eficiencia en la resolución del problema.	(D3) Supervisar, comentar y adaptar la organización y los roles dentro del equipo.

Tabla 3

Relación entre instrumentos, población y muestra. Elaboración propia.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN		
Instrumento	Participante	Muestra (# personas)
Entrevista semiestructurada (2)	Gerente del proyecto y coordinador unidad STEM	2
	Profesional STEM en territorio	4
Grupos focales (6)	Estudiantes beneficiarios del colegio Santa Lucía y Superior Americano	36
Encuesta de características colaborativas (1)		72
Universo Poblacional		78

El objetivo de las entrevistas fue determinar los aspectos claves en resolución colaborativa de problemas que implementa el proyecto STEM MD-Robotics. Una entrevista de 8 preguntas se aplicó a los creadores del proyecto STEM MD-Robotics. Las preguntas de esta entrevista se encuentran en el apéndice A. La segunda entrevista se aplicó a cuatro profesionales que acompañan a los docentes *in situ*, con el objetivo de explorar, cómo fue la implementación del STEM MD-Robotics? Las preguntas de esta entrevista fueron 12 y están en el apéndice B.

Los grupos focales se aplicaron en seis sesiones cada uno de seis estudiantes de los grados octavo y noveno. El propósito de los grupos focales fue definir la interacción entre los estudiantes antes, durante y después de la aplicación de la RCP con el uso de STEM MD-Robotics. Los grupos focales tenían trece preguntas y los resultados se analizaron también cualitativamente como se encuentra en el apéndice C.

La elaboración de la encuesta tuvo en cuenta las destrezas de la prueba PISA. Setenta y dos estudiantes de los cursos octavo y noveno de los colegios Santa Lucia IED y Superior Americano respondieron las preguntas usando sus computadores. Las preguntas se encuentran en el apéndice D y se diseñaron de tal forma que los estudiantes tenían cinco opciones de respuesta: por ejemplo, nunca, u ocasionalmente, o siempre las preguntas se subieron a internet usando la herramienta *Formulario* de Google. Con esta información, se determinó la frecuencia con la que los estudiantes realizan acciones colaborativas. Los datos se analizaron con el software SPSS© 26 (2019).

Se elaboraron preguntas relacionadas con cada una de las categorías PISA con el objetivo de explorar la actitud de los estudiantes con cada una de las destrezas. Por ejemplo, para la A1 (Describir perspectivas y destrezas de los miembros del equipo) se hizo la pregunta: ¿cuándo se hacen actividades grupales participo dentro del equipo? y así sucesivamente con las demás destrezas, tales como A2, A3, B1, B2... etc. Se contaron las respuestas y se obtuvieron promedios para cada uno de los colegios.

La información obtenida durante las entrevistas y grupos focales se trató con el software de análisis cualitativo AtlasTi© 9 (2021) durante la comparación extrínseca (datos de la investigación vs la prueba PISA). Para poder usar este software, se asignaron códigos a las destrezas PISA y a los parámetros STEM MD-Robotics descritos arriba. Los códigos utilizados fueron GF#-XY y D-XY. GF significa Grupo Focal, # el curso al que fue aplicado, X es el nombre y Y el apellido del estudiante. Por su parte, D significa directivo y X el nombre y Y el apellido del creador. Los códigos utilizados durante las entrevistas y grupos focales, se encuentran en el apéndice E.

Posteriormente, se seleccionaron aquellos componentes de las entrevistas relacionados con las destrezas PISA y los parámetros de STEM MD-Robotics para determinar su correspondencia. Así, se identificó que tan efectiva es el aporte de RCP de STEM MD-Robotics para la prueba PISA en la muestra de los grados octavo y noveno de los colegios Santa Lucía IED y Superior Americano.

En el *análisis intrínseco* se construyó la *matriz comprensiva de Stake* (2004) para comparar los objetivos de STEM MD-Robotics con los resultados obtenidos en los grupos focales y en la encuesta (Tabla 4).

Tabla 4*Matriz comprensiva (Stake, 2004)*

	Intenciones (Lo que los implicados pretenden)	Observaciones (Lo que perciben los implicados)	Normas (Lo que los implicados creen que debe ser el programa)	Juicios (Lo que los implicados aprueban)
Transacciones				
	MATRIZ DE DESCRIPCIÓN		MATRIZ DE JUICIO	

Los datos obtenidos en la encuesta se analizaron con el programa SPSS 26© (2021), y se determinó el coeficiente Alfa de Crombach. Este coeficiente determina la confiabilidad de la encuesta; por ejemplo, qué tan directa es la relación entre las preguntas y lo que se espera que los entrevistados respondan.

Finalmente, para la implementación de RCP con el ambiente STEM, se determinaron algunas recomendaciones para el desarrollo de las habilidades de RCP en estudiantes de secundaria.

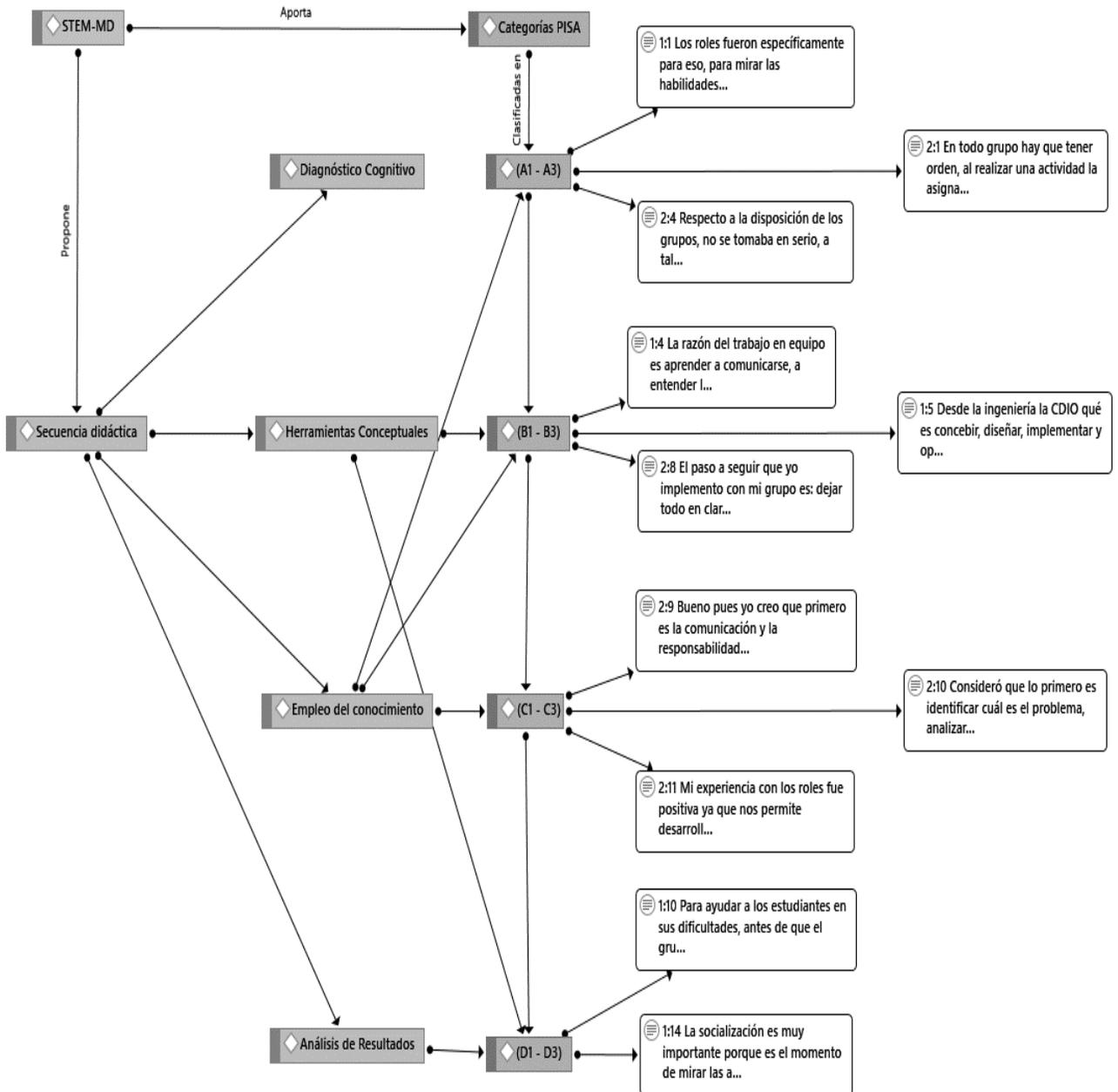
RESULTADOS

Análisis extrínseco

El análisis de la información en AtlasTi© 9 (2021) resultó en la red conceptual (Figura 1) en la que se observan las relaciones entre los parámetros de STEM MD-Robotics, las destrezas PISA y los segmentos más relevantes de las entrevistas. Al observar los resultados de las entrevistas y los grupos focales se evidencia una relación entre los parámetros de STEM MD-Robotics y la prueba PISA a excepción del diagnóstico cognitivo. Se observa que la implementación de STEM MD-Robotics en los colegios Superior Americano y Santa Lucia IED refleja lo que se espera en la prueba PISA.

Figura 1

Aportes de la metodología STEM MD-Robotics en la competencia de Resolución Colaborativa de Problemas. Elaborado en AtlasTi© 9 (2021).



El parámetro *herramientas conceptuales* se relaciona con las destrezas PISA B1 a B3 (Figura 1). Se observó que los estudiantes dialogan para resolver problemas, seleccionan información para entender conceptos, procesos y eventos durante la solución de un problema. A continuación, se transcribe la apreciación de un estudiante durante el desarrollo de la sesión; para solucionar la problemática que nos planteaban, era un proceso: (apreciación preliminar del problema); primero mirábamos la problemática, leíamos la guía y analizábamos súper bien toda la información (comprensión del problema), después lo relacionábamos con los conceptos que habíamos visto (revisión de conceptos previos) luego de eso pues se llevaba a cabo la organización de roles y por último buscábamos qué estrategia podíamos usar...

El parámetro *empleo del conocimiento* está más relacionado con las destrezas PISA que los demás. El parámetro *empleo del conocimiento* se relacionó directamente con 9 de las destrezas PISA (A1-C3, ver figura 1); pero no presenta relación con las destrezas D.

Una de las estrategias del STEM MD-Robotics es explorar habilidades en los estudiantes y al mismo tiempo le permite a cada uno de los participantes (estudiantes) reconocer, valorar, y en cierta medida adoptarlas.

Por medio de los roles del STEM MD-Robotics los estudiantes descubrieron habilidades propias y de sus compañeros, que están relacionadas con las destrezas A1 a A3 de PISA.

Debido a la carencia de habilidades de trabajo colaborativo los estudiantes eligieron roles del STEM MD-Robotics. La elección de estos roles estuvo determinada por el nivel de

entendimiento que los estudiantes tuvieron de este componente. Posteriormente los estudiantes asumieron los roles y se adaptaron espontáneamente a los diferentes aspectos de trabajo en grupo; interacciones individuales, resolución del problema, intercambio de ideas, etc.

Al preguntarles a dos directivos sobre la metodología de roles, ellos expresaron:

Directivo 1: Los roles son importantes para la solución de un problema (aspecto clave). Una de sus funciones es generar sentido de pertenencia dentro del equipo (compromiso con el equipo). Al cambiar los roles en cada una de las sesiones, el objetivo es que los estudiantes los conozcan, se identifiquen y empaticen sobre cada una de las funciones de los integrantes del equipo (importancia de la rotación de roles).

Directivo 2: La razón del trabajo en equipo (objetivo) es aprender a comunicarse (comunicación), a entender la visión del otro, a unir esas visiones (visión común del problema), esos conocimientos y experiencias (selección de información) para lograr una solución eficiente de un problema (resultado esperado).

En las destrezas B1 a B3 los estudiantes construyeron una representación común del problema, identificaron, describieron y asignaron tareas a ejecutar de acuerdo con roles. Los estudiantes afirmaron que el uso de roles, les ayudó a gestionar el tiempo, ordenar el trabajo, garantizó la participación de los miembros y lo asociaron a obtención de mejores resultados. Para lograr lo anterior, es indispensable la intervención del docente para garantizar la rotación de los estudiantes y los roles en los equipos sesión a sesión.

En relación a las categorías C1 a C3 durante la construcción de la estrategia para resolver la misión, los estudiantes regularon sus intervenciones para aportar ideas. Desarrollaron habilidades de comunicación asertiva, al mejorar su capacidad de escucha y respeto por la opinión del otro.

La metodología de roles es una estrategia clave en la RCP. Los estudiantes afirmaron que el uso de roles, les ayudó a gestionar el tiempo, a ordenar el trabajo, garantizó la participación de todos los miembros y sus resultados fueron mejores que los obtenidos individualmente. Para lograr lo anterior, es indispensable la intervención del docente para garantizar la rotación de los estudiantes en los equipos y la rotación de los roles sesión a sesión. A continuación, se encuentran transcripciones de los estudiantes:

GF8B-L En todo grupo hay que tener orden, al realizar una actividad la asignación de roles es fundamental (reconocimiento de su importancia) porque de esta manera asignamos a cada persona una parte, para que en conjunto se logre el resultado que se quiere obtener (distribución de tareas). Es importante, porque cada persona tiene habilidades diferentes, (identificación de habilidades individuales) para que no se desordene y el trabajo no se complique, una persona necesita tener un rol que define su posición en el grupo al realizar el trabajo (gestión de la tarea).

La metodología CDIO, permite la escucha activa. Durante la construcción de la estrategia, los estudiantes regularon sus intervenciones para aportar ideas que derivaran en una estrategia de solución de la misión. Desarrollaron habilidades de comunicación asertiva, al mejorar su capacidad de escucha y respeto por la opinión del otro. Aunque no expresaron el

proceso con la sigla CDIO dieron cuenta de sus pasos. A continuación, la transcripción de un estudiante

GF9B-CR: Los pasos para resolver un problema son leer el problema saber a qué nos estamos enfrentando, (comprensión del problema) delegar las funciones de cada persona, (distribución de la tarea) empezar a desarrollarlas buscando una solución efectiva (diseño de la estrategia) que le dé el mayor beneficio al problema que estamos llevando (verificación de objetivos).

Adicional a lo anterior, del parámetro *empleo del conocimiento*, pueden resaltarse los siguientes aspectos:

En el proceso de resolución de problemas los estudiantes desarrollaron destrezas como el liderazgo, el compromiso y la autonomía. Ellos encontraron que la asignación de roles en STEM exigía compromiso para evitar afectaciones negativas en el equipo. En la rotación de los roles, descubrieron sus capacidades de liderazgo para aportar ideas, corregir errores y autonomía para realizar las actividades asignadas sin requerir supervisión.

La construcción y programación del mecanismo posibilitan el manejo de la frustración. Es un momento muy atractivo para los estudiantes porque visibiliza los conocimientos adquiridos con las sesiones. Les permitió supervisar su comprensión frente al problema ya que recurrían a sus compañeros de equipo o al docente. Adicionalmente, aprendieron a manejar los conflictos, ajustando sus roles y participación para resolver problemas.

El parámetro *análisis de resultados* aporta en las categorías D1 a D3 asociadas a la supervisión de la comprensión en función de los resultados (Figura 1). A continuación, un fragmento de la entrevista del directivo DD, sobre el propósito de este momento:

DD: En la guía específicamente hay unos apartados que se llaman informe de la misión, y aprendimos que (secciones de la guía de aprendizaje), en el apartado informe de la misión se les hace una serie de preguntas que le permite a los chicos analizar cómo les fue solucionando el reto (análisis de resultados). También se le indica al maestro que permita siempre un momento de socialización para que compartan esas soluciones (discusión de resultados).

En los grupos focales solo se halló relación a este momento en la cita de GF9D-DR:

GF9D-DR: Lo que hemos visto durante todo el proyecto STEM, el primer paso es identificar el problema, analizarlo (comprensión del problema), ver ¿cómo se puede solucionar? (diseño de la estrategia), ¿qué herramientas necesitamos, para poder llegar a lo que queremos resolver? Luego viene la parte teórica, de esas herramientas ¿qué nos falta profundizar?, ¿cuáles nos falta aprender? (selección de información) Después, hacer un plan, ¿cómo juntamos estas herramientas? (creación de la estrategia) y luego lo intentamos (implementación), planeamos y si sale mal, vemos ¿por qué?, lo volvemos a intentar hasta que el resultado final se logre (validación de objetivos).

Finalmente, las guías traen un momento de reflexiones: en este reto ¿qué aprendimos?, ¿cómo trabajamos en grupo? (análisis de resultados) y ahí es cuando vienen las rúbricas (evaluación)”.

Análisis intrínseco

Siguiendo el método de evaluación comprensiva de Robert Stake se construyó la *matriz comprensiva*. En esta se encuentran las diferencias halladas entre los propósitos de los directivos de STEM MD-Robotics y lo reportado por los estudiantes. Lo anterior se realizó como producto de los resultados de las entrevistas y los grupos focales (ver tabla 5).

Tabla 5
Matriz Comprensiva

SECUENCIA STEM	INTENCIONES (DIRECTIVOS)	OBSERVACIONES	NORMAS	JUICIOS
		Los estudiantes relacionan el trabajo de STEM MD-Robotics con valores como respeto, empatía, compromiso, solidaridad, honestidad y humildad.		El trabajo en STEM trae consigo un conjunto de valores que no es explícito dentro de su metodología.
Diagnóstico cognitivo	El ambiente STEM MD-Robotics permite el desarrollo de habilidades cognitivas en la sección de herramientas conceptuales.		Categorías PISA (A) Explorar y comprender	En las categorías de PISA no es explícito el momento en que los estudiantes adquieren habilidades cognitivas o disciplinares para resolver una problemática.
Herramientas conceptuales			(B) Representar y formular	
Empleo del conocimiento	En la metodología no se halló registro de actividades previas a las sesiones. Sin embargo, los profesionales STEM las realizaban cuando hacían el acompañamiento en las aulas.	Los estudiantes resaltan que las actividades de integración al iniciar la sesión les ayudaron a ganar confianza y les permite tener un mayor acercamiento con sus compañeros.	(C) Planificar y ejecutar	Las actividades previas a la sesión son importantes para mejorar la disposición de los estudiantes para el trabajo en equipo y superar dificultades.
Análisis de resultados			(D) Supervisar y reflexionar	
	La metodología establece que para la conformación de equipos los estudiantes y los roles debían ser rotados sesión a sesión.	Los estudiantes tendían a seleccionar los roles de acuerdo a su preferencia o habilidad.		Es importante la intervención del docente para garantizar la rotación de roles y estudiantes en los grupos. De lo contrario, no se puede evidenciar el desarrollo de nuevas habilidades.

A partir de este análisis se sugiere que se realicen actividades previas a la sesión y que sean explícitas dentro de las guías de aprendizaje. Se pueden añadir mecanismos para la verificación de los roles como tablas en la que se consignen los integrantes, el rol de cada uno y así se facilite el seguimiento sesión a sesión.

Los resultados de la encuesta están asociados a la percepción de confianza de los estudiantes. Los datos se analizaron en el software SPSS © 26 (2019) para hallar el índice de alfa Crombach. El software arrojó un valor 0.932 (ver tabla 6) lo que indica que el instrumento fue altamente confiable y sus preguntas se encontraban correlacionadas.

Tabla 6

Índice de Alfa de Crombach. Tabla tomada del software SPSS © 26 (2019).

<i>Reliability Statistics</i>	
<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
0.932	11

De los resultados obtenidos con la encuesta pueden realizarse las siguientes inferencias (Ver tabla 7): Las instituciones mostraron un menor promedio en la categoría D. Esto indica que el conjunto de destrezas colaborativas D es realizado con menor frecuencia por los estudiantes.

Tabla 7

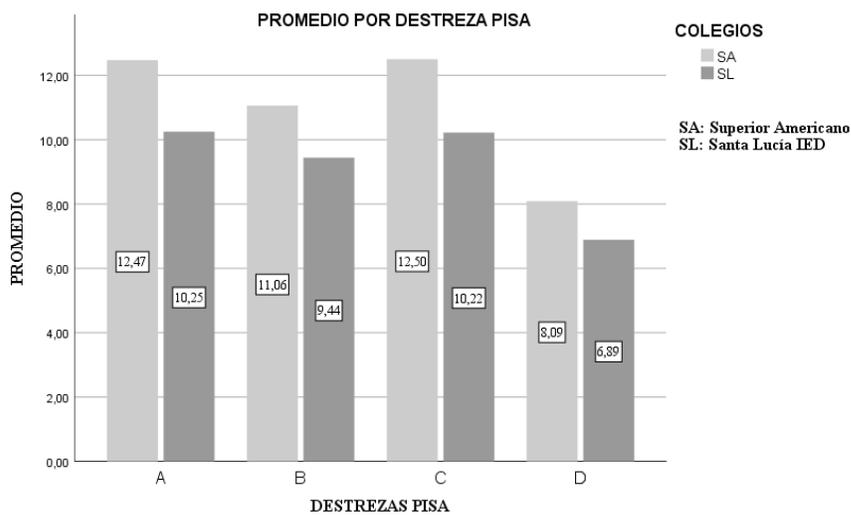
Destrezas colaborativas por categoría. (SL Santa Lucía, SA Superior Americano)

CATEGORÍA	PROMEDIOS	
	PISA	
	SL	SA
A	10.25	12.47
B	9.44	11.06
C	10.22	12.50
D	6.89	8.09

Las instituciones mostraron los mayores promedios en las categorías A y C. Esto indica que el conjunto de destrezas colaborativas A y C son realizadas con mayor frecuencia por los estudiantes (ver figura 2). La destreza con mayor apropiación para el colegio Santa Lucía IED es A2 y para el Superior Americano es C2.

Figura 2.

Promedio por destreza PISA.



Se realizó una clasificación de los resultados por cada categoría de la prueba PISA y se hallaron los promedios por institución. No se pudieron comparar los resultados obtenidos entre las instituciones porque las muestras no son homogéneas. Es decir, las muestras se obtuvieron en dos cursos distintos (octavo y noveno), con factores tan dispares como edad y estrato socioeconómico que pueden tener un efecto diferente en RCP. De la tabla 8, puede inferirse que, en las instituciones, se halló un porcentaje minoritario (2.78%) de estudiantes que muestran dificultades para resolver problemas colaborativamente.

Tabla 8

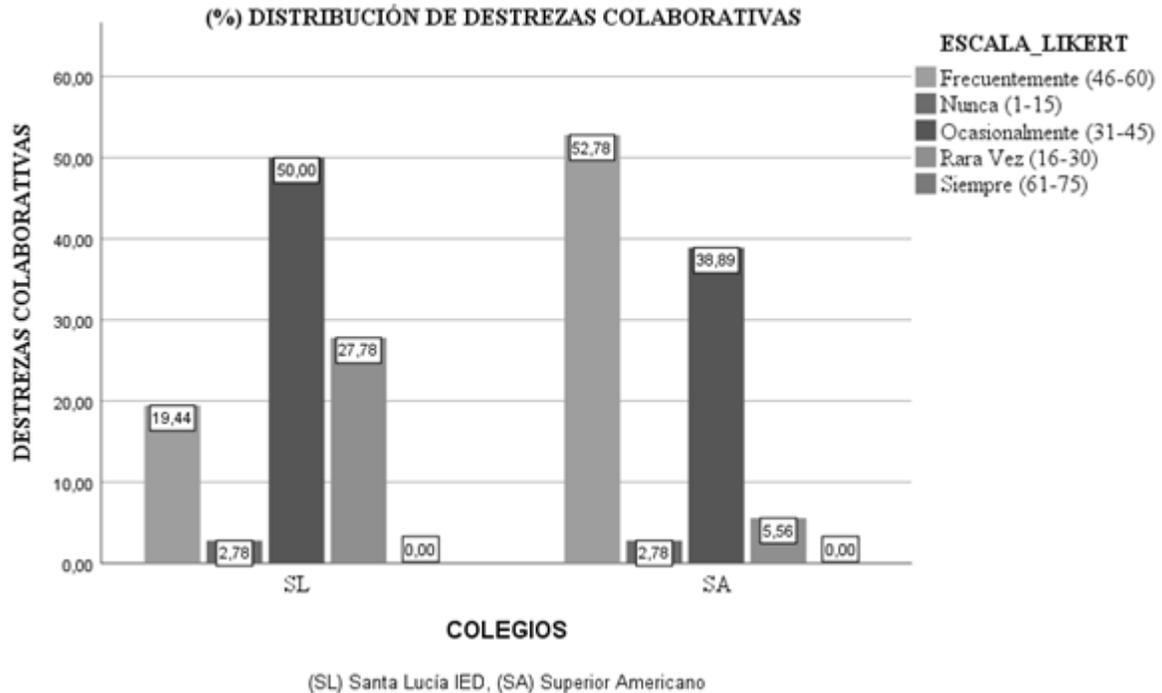
Apropiación de destrezas colaborativas. (SL Santa Lucía, SA Superior Americano)

ESCALA LIKERT	%	
	SL	SA
Nunca (1-15)	2.78	2.78
Rara vez (16-30)	27,28	5.56
Ocasionalmente (31-45)	50	38.89
Frecuentemente (46-60)	19.44	52.78
Siempre (61-75)	0	0

El mayor porcentaje (50%) de los estudiantes del colegio Santa Lucía IED realizan acciones colaborativas *ocasionalmente*. Para el colegio Superior Americano, el mayor porcentaje (52,78%) de los estudiantes realizan acciones colaborativas *frecuentemente* (Ver figura 3).

Figura 3

Porcentaje de distribución de destrezas colaborativas.



Estrategias para la implementación de RCP en el aula

La competencia de Resolución Colaborativa de Problemas requiere de instrucción guiada, momentos de práctica y retroalimentación permanente. Para ello, se proveen recomendaciones para el desarrollo de las habilidades de RCP en ambientes STEM. Para comenzar, un docente de RCP es un mediador. A partir del diseño previo de una situación problema que requiere de la integración de las áreas STEM, el docente debe: a) supervisar la comprensión del problema, b) realizar seguimiento a la colaboración, c) realizar seguimiento a la tarea, d) mediar los conflictos que puedan presentarse.

La lúdica es una herramienta útil para que los estudiantes ganen confianza, se integren con sus compañeros y mejoren su disposición para trabajar en equipo. Pueden diseñarse actividades cortas al iniciar cada sesión de tal manera que se genere una atmósfera agradable antes de recibir las instrucciones de trabajo.

La colaboración se promueve en problemas con un nivel moderado de dificultad, por tanto, los contextos de aprendizaje deben diseñarse cuidadosamente para que el avance de los estudiantes sea progresivo. Una de las dificultades que se presentan al interior de un equipo colaborativo inexperto es la definición y distribución equitativa de las tareas a realizar. Para ello, diseñar roles con funciones específicas (como la gestión de los recursos y del tiempo) ayuda en esta distribución y genera un sentido de compromiso.

La flexibilidad para trabajar con diferentes pares es un proceso que requiere de acompañamiento y apoyo para vencer la resistencia inicial. Del tipo de interacción que se dé al interior de los equipos depende en gran medida el resultado final de la solución de problemas. De allí, que rotar los equipos de trabajo sea necesario para evitar que los estudiantes apropien sólo el rol con el que se sientan cómodos o elijan las mismas personas para trabajar. Pueden usarse tablas de seguimiento para registrar los integrantes y el rol asignado sesión a sesión.

A diferencia de la resolución individual de problemas, en RCP se visibilizan los procesos cognitivos. Es decir, los colaboradores deben comunicarse para construir la visión conjunta del problema, establecer la estrategia de solución y hacer seguimiento a la misma luego de su implementación. Por ello, es importante generar espacios de socialización para la

comprensión del problema, la búsqueda de información en otras fuentes y soliciten apoyo al docente como último recurso. Puede solicitarse a los estudiantes, plasmar por escrito la estrategia de solución para su seguimiento y en caso de fallas hacer los ajustes necesarios.

Durante el tiempo de trabajo colaborativo, es importante la retroalimentación a la colaboración. En un trabajo grupal, es natural hacer énfasis en la realización de la tarea. Sin embargo, en RCP la retroalimentación a la colaboración es esencial. Puede crearse un sistema de recompensas en consenso con los estudiantes, que sea entregado por el docente de forma progresiva. De esta forma, se mantiene la atención de los estudiantes sobre la calidad de la interacción que realizan.

Las destrezas de colaboración de la categoría D relacionadas con la supervisión a la comprensión, a los resultados a las acciones y la eficiencia en la resolución del problema requieren más apoyo y seguimiento. Finalizada la tarea, los espacios de socialización entre equipos son importantes para compartir experiencias. Esto, con el fin de identificar estrategias exitosas y errores comunes, información de utilidad para enfrentar nuevas situaciones problema.

DISCUSIÓN

El ambiente STEM MD-Robotics desarrolló en los estudiantes habilidades de RCP como comunicación, trabajo en equipo, liderazgo, entre otras habilidades del siglo XXI. Esta experiencia generó un impacto positivo en los estudiantes de ambas instituciones, quienes afirman la apropiación de estas habilidades y coinciden en que los aprendizajes adquiridos pueden aplicarse a otras asignaturas. Esto atiende al deber de la educación en la preparación de los estudiantes para la complejidad de problemas del mundo real, mencionado por Scott (2015a).

Fiore (2018) sugería que para resolver las carencias en RCP era necesario enfocarse en la destreza de mantener el orden del equipo y proveer espacios de práctica. STEM MD-Robotics con su metodología de roles desarrolló esta destreza y los estudiantes dieron cuenta de su apropiación. Esta experiencia puede ser adaptada por otras instituciones para la mejora en la distribución de las tareas a realizar, reducción de los tiempos de trabajo, comunicación de la totalidad del equipo y fue asociada con mejores resultados.

El trabajo colaborativo en el ambiente STEM MD-Robotics, trajo beneficios para todos los integrantes de un equipo. Liu (2017) en su estudio expresó que la totalidad de un grupo con habilidades científicas generales diferentes se beneficiaron de la colaboración. Esto fue corroborado con los estudiantes que, en la comunicación con otros, lograron solucionar dudas. Adicionalmente, identificaron mejoras en sus habilidades de socialización y la apropiación de contenidos.

La evaluación comprensiva aporta otra forma de evaluación de RCP, en lugar de medir las interacciones con agentes informáticos (como se encuentra en otros estudios) permite el acercamiento a los beneficiados. Este acercamiento, es apropiado para explorar el efecto individual de un programa educativo y encontrar aspectos socioemocionales que no podrían identificarse con métodos tradicionales de medición.

Para otras investigaciones se recomienda continuar explorando en la medición de las destrezas de supervisión a la comprensión, a la organización y a los resultados (categoría D).

CONCLUSIONES

STEM MD-Robotics es una experiencia que por sus beneficios puede ser implementada por otras instituciones para fomentar el desarrollo de RCP. Su metodología de roles y la estrategia CDIO para resolver problemas, fueron los aspectos claves con mayor relación con las destrezas PISA. Adicional al seguimiento que deben recibir los estudiantes para el aprendizaje de la competencia, es necesaria la capacitación docente para guiar cada momento del proceso.

Es favorable realizar cambios curriculares que incluyan la enseñanza explícita de RCP para la transformación del aprendizaje y los métodos de evaluación. Con el fin de aportar en la formación integral de los estudiantes de las instituciones que implementan enseñanza STEM o desean incorporar RCP.

REFERENCIAS

- Araya, R. (2016). STEM y Modelamiento Matemático. *Centro de investigación avanzada en educación (CIAE), 1*, (p.p 296-317)
- ATC21S (2014). *Competencias del siglo XXI: Guía práctica para promover su aprendizaje y evaluación*. Capítulo latinoamericano del proyecto ATC21s. San José Costa Rica: El Domo Comunicación.
- Botero, J. (2018). *Educación STEM*. Bogotá Colombia: Autores Independientes.
- Bravo, F., Forero, A, (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 13(2)*, 120-136.
- Colegio Superior Americano. Visión. Recuperado el 24 de marzo de 2020, de website: <https://superioramericano.edu.co/index.php/colegio/vision>
- Fiore, S. M., Graesser, A., & Greiff, S. (2018). Collaborative problem-solving education for the twenty-first-century workforce. *Nature Human Behaviour, 2(6)*, 367–369. <https://doi.org/10.1038/s41562-018-0363-y>.
- García-Holgado, A., Camacho Díaz, A., & García-Peñalvo, F. J. (2019). La brecha de género en el sector STEM en América Latina: una propuesta europea. (*Cinaic*), (pp. 704–709). <https://doi.org/10.26754/cinaic.2019.0143>

- Guerra J. (2017). La evaluación de impacto de programas educativos. *Universidad de Ciencias Pedagógicas “Enrique José Varona”, La Habana, Cuba*. 15(3), (p.p 1-11).
- Glennie, E., Ernst, J (2015) Redesigned High Schools for Transformed STEM Learning: Performance Assessment Pilot Outcome. *Journal of STEM Education*, 16(4), 27-35
- Hesse F., Care E., Buder J., Sassenberg K., Griffin P. (2015). *A Framework for Teachable Collaborative Problem Solving Skills*. In: Griffin P., Care E. (eds) *Assessment and Teaching of 21st Century Skills*. Capítulo 2 (pp. 37-56). New York: Springer. Educational Assessment in an Information Age. Springer, Dordrecht.
- Iiskala, T., Vauras, M., Lehtinen, E., & Salonen, P. (2011). Socially shared metacognition of dyads of pupils in collaborative mathematical problem-solving processes. *Learning and Instruction*, 21(3), 379–393.
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2010.05.002>
- Kelley T., Knowles G, (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), (p.p 1-11).
<https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Lin, K.-Y., Yu, K.-C., Hsiao, H.-S., Chu, Y.-H., Chang, Y.-S., & Chien, Y.-H. (2015). Design of an assessment system for collaborative problem solving in STEM education. *Journal of Computers in Education*, 2(3), 301–322. <https://doi.org/10.1007/s40692-015-0038-x>

- Liu et. al, (2017). Collaborative Problem Solving: Innovating Standardized Assessment. *Educational Testing Service, 1(1)*, (p.p 743-750).
- Ma Y. and Williams D. (2013). The Potential of a First LEGO League Robotics Program in Teaching 21st Century Skills: An Exploratory Study. *Journal of Educational Technology Development and Exchange, 6(2)*, (p.p 13-28).
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (28 de abril 2019). Lanzas plan para enseñar programación en colegios públicos. Recuperado el 13 de abril de 2020, de website: <https://mintic.gov.co/portal/604/w3-article-100508.html? noredirect=1>
- Ministerio de educación, cultura y deporte, gobierno de España. (2017). La resolución colaborativa de problemas: Resumen ejecutivo PISA 2015. *España: Secretaría general técnica, Subdirección General de Documentación y Publicaciones*. Recuperado de https://www.educacionyfp.gob.es/inee/dam/jcr:a1b20609-8e9e-4de1-b47b-282b90e6961a/CPS_PISA2015_Informe%20nacional.pdf
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos OCDE. (2010). *Habilidades y competencias del siglo XXI para los aprendices del nuevo milenio en los países de la OCDE*
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos OCDE (2016). *PISA 2015 resultados clave*. Recuperado de <https://www.oecd.org>
- Partnership for 21st skills Century Learning (2019). Framework for 21st Century Learning. Pérez C. (2012). Tendencias y requerimientos del mercado de trabajo en la economía del conocimiento. Estudio sobre los egresados del CUCEA. *Revista de la educación superior, 161(41)*, (p.p 9-30).

- PEI Santa Lucía IED (2018). *Proyecto Educativo Institucional colegios en administración del servicio educativo Santa Lucía IED*. Recuperado de: <https://portalcolegiosantalucia.com/Administrador/documentos/PEI%20VERSION%20202019%20SANTA%20LUC%C3%8DA.pdf>
- Pimthong P., Williams J. (2018). Preservice teachers' understanding of STEM education. *Kasetsart Journal of Social Sciences*. (pp. 1-16)
- Scott C. (2015a). El futuro del aprendizaje 1 ¿Por qué deben cambiar el contenido y los métodos de aprendizaje en el siglo XXI? *Investigación y Prospectiva En Educación UNESCO. Paris*. [Documentos de Trabajo ERF, No. 13]. (pp. 1–18).
- Scott C. (2015b). El futuro del aprendizaje 3 ¿Qué tipo de pedagogías se necesitan para el siglo XXI? *Investigación y Prospectiva En Educación UNESCO París*. [Documentos de Trabajo ERF, No. 15]. (pp. 1–24). <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2006.07.001>
- Stake R. (2004). *Evaluación comprensiva y basada en estándares*. Barcelona. Editorial Graó.
- STEM MD-ROBOTICS (2019). STEM Robotics Educación para el talento humano del futuro. Recuperado el 8 de abril de 2020, de website: https://stembogota.uniminuto.edu/?page_id=12153
[atc21s/](#)
- Thayer T. (Mayo 29, 2018) *Assessment and Teaching of 21st Century Skills (ATC21S)*. Recuperado de: <https://entreassess.com/2018/05/29/assessment-and-teaching-of-21st-century-skills-atc21s/>

Apéndice A. Entrevista Directivo

Dependencia: Parque Científico de Innovación Social.

Entrevistado: Viviana Garzón.

Rol: Directora del Proyecto STEM MD Robotics.

De antemano le damos las gracias por compartir con nosotras su experiencia en el proyecto STEM MD-Robotics. Esta entrevista tiene por objetivo conocer las expectativas, necesidades y motivaciones del proyecto.

1. Cuéntenos brevemente ¿Cuál es su rol dentro del proyecto?
2. ¿Cuál es la importancia de asignar roles?
3. ¿Cuáles fueron las motivaciones para seleccionar los roles de registrador, desarrollador, gestor y mediador?
4. ¿Cuál es el proceso que realizan los estudiantes desde el momento en que el líder educativo expone el desafío hasta su solución?
5. ¿Cuáles son las tareas y objetivos que deben realizar un agente stemwork para dar solución a un problema?

Un grupo de agentes STEMWORK va a interactuar por primera vez, se está preparando para dar solución a un reto. Plantearon una estrategia de solución y presentan dificultades durante su realización porque no entienden muy bien el problema

6. ¿Qué actividades del proyecto ayudan a los estudiantes a plantear la estrategia y a ejecutarla paso a paso?

7. ¿Qué actividades del proyecto ayudan a los agentes STEMWORK a afrontar las dificultades del reto?
8. Si tuviera el lugar del líder educativo de este equipo ¿Qué indicaciones les daría para ayudarlos a afrontar la dificultad y lograr la solución al reto?

Apéndice B. Entrevista Profesional STEM en territorio

Dependencia: Parque Científico de Innovación Social

Entrevistado: Diego Córdoba

ROL: Profesional STEM Territorio

De antemano le damos las gracias por compartir con nosotras su experiencia en el proyecto STEM MD-Robotics. Esta entrevista tiene por objetivo conocer aspectos evidenciados durante el acompañamiento en el aula en relación con el proceso de resolución colaborativa de problemas.

Cuéntenos brevemente ¿Cuál es su rol dentro del proyecto?

1. Durante su acompañamiento en aula. Podría describir, ¿Cómo ha sido el proceso de trabajo colaborativo desde el inicio del proyecto hasta la fecha?
2. ¿Por qué ubicar a los estudiantes en grupos de trabajo?
3. ¿Por qué asignar roles?
4. ¿Cuáles son los efectos de la asignación de roles en los estudiantes?
5. Podría usted contar alguna experiencia particular en relación a la asignación de roles en los estudiantes
6. ¿Ha evidenciado cambios en el cumplimiento de los roles en los equipos mientras realizan la práctica con el robot?
7. ¿Cuál es el procedimiento que realizan los estudiantes desde que el líder educativo les expone el desafío hasta su solución?
8. Durante su acompañamiento en aula. Podría contarnos ¿Cómo ha sido el cambio en la disposición de los estudiantes para el trabajo en equipo?

9. ¿Cuáles son las tareas que deben realizar un agente stemwork para dar solución a un problema?

Un grupo de agentes STEMWORK va a interactuar por primera vez, se está preparando para dar solución a un reto. Plantearon una estrategia de solución y presentan dificultades durante su realización porque no entienden muy bien el problema.

10. ¿Qué actividades del proyecto ayudan a los estudiantes a plantear la estrategia y a ejecutarla paso a paso?

11. Si tuviera el lugar del líder educativo de este equipo ¿Qué indicaciones les daría para ayudarlos a afrontar la dificultad y lograr la solución al reto?

Apéndice C. Entrevista estudiante

Dependencia: Estudiantes colegios Santa Lucía y Superior Americano.

Entrevistado: Estudiantes.

Rol: Beneficiario del proyecto.

De antemano les damos las gracias por compartir con nosotras su experiencia en el proyecto STEM MD-Robotics. El objetivo de esta entrevista es conocer su aprendizaje en colaboración durante su participación en el proyecto STEM MD Robotics.

1. Cuando estábamos en un ambiente presencial podrían describirnos, ¿Cómo era el trabajo en equipo en asignaturas diferentes a STEM?
2. Podrían describir, ¿Cómo es el proceso de trabajo en equipo en STEM MD-Robotics?
3. Consideran importante la asignación de roles ¿Por qué?
4. ¿Cuál ha sido su experiencia con el trabajo por roles?
5. Podrían contarnos alguna anécdota particular sobre la asignación de roles.
6. ¿Cómo han evidenciado el cumplimiento de los roles en los equipos mientras hace la práctica con el robot?
7. ¿Han evidenciado alguna dificultad en la apropiación de los roles?
8. ¿Cuáles son los pasos que se deben realizar desde que su docente o líder educativo les expone el desafío hasta su solución?
9. Podrías describir, ¿Cómo ha cambiado tú disposición de trabajo en equipo antes y después de la formación en STEM?

10. ¿Cuáles son las tareas que deben realizar un agente stemwork para dar solución a un problema?

Un grupo de agentes STEMWORK va a interactuar por primera vez, se está preparando para dar solución a un reto. Plantearon una estrategia de solución y presentan dificultades durante su realización porque no entienden muy bien el problema.

11. ¿Qué actividades del proyecto te ayudan a plantear la estrategia y a ejecutarla paso a paso?

12. ¿Qué acciones han realizado ustedes que pueden ayudar a los agentes STEMWORK para afrontar las dificultades del reto?

13. ¿Qué consejos les darían a los agentes stemwork para ayudarlos a afrontar la dificultad y lograr la solución al reto?

Apéndice D. Encuesta

Escriba sus nombres y apellidos completos

Escriba su curso

Seleccione la institución a la que pertenece

1. Colegio Superior Americano
2. Colegio Santa Lucía IED

Esta encuesta tiene por objetivo identificar características de resolución colaborativa de problemas. Marque la opción que representa la frecuencia con la que realiza cada una de las acciones.

1. ¿Cuándo se hacen actividades grupales Participo dentro del equipo?
2. ¿Tomo en cuenta los aportes de mis compañeros?
3. ¿Propongo alternativas de solución ante una problemática?
4. ¿Cuándo estoy resolviendo un problema hago una lista de tareas a realizar?
5. ¿Creo planes de trabajo para dar solución a una problemática?
6. ¿Distribuyo tareas de acuerdo a los roles asumidos en el equipo?
7. ¿Completo las tareas asignadas en el equipo?
8. ¿Comunico a mis compañeros de equipo cuando he terminado mi tarea?
9. ¿Identifico claramente las dificultades que se presentan en el equipo?
10. ¿Consulto otras fuentes de información que puedan aportar en la solución de un problema?

Apéndice E. Codificación para grupos focales y entrevistas a directivos

CÓDIGO	SIGNIFICADO
GF1A-E	(GF) Grupo focal, (1) # del grupo, (A) docente, (E) inicial del estudiante
DC	Diagnóstico cognitivo
HC	Herramientas conceptuales
EC	Empleo del conocimiento
AR	Análisis de resultados
DF	Francisco Javier Gómez
GF9A-O	Grupo focal noveno A- Oscar Moreno
GF9A-I	Grupo focal noveno A-Isabella Ortiz
GF9A-D	Grupo focal noveno A -Daniel Moreno
GF9A2-(L,C)	Grupo focal noveno A2 -(Laura Vargas, Cristian Garzón)
GF9A2-D	Grupo focal noveno A2 - Daniel Baquero
GF9A2-(C,MA, A)	Grupo focal noveno A2 -(Cristian Garzón, Miguel Ángel Pinzón)
GF9A2-A	Grupo focal noveno A2 - Alisson Villamil
GF9A2-L	Grupo focal noveno A2 - Laura Vargas
GF9A2-(L,I)	Grupo focal noveno A2 - (Laura Vargas, Isabella Moreu)
GF9A2-M, L	Grupo focal noveno 9A2 -(Mariana Montealegre, Laura Vargas)
GF9A2-I, D	Grupo focal noveno 9A2 -(Isabella Moreu, Daniel Baquero)
GF9A2-A, M	Grupo focal noveno 9A2 -(Alisson Villamil, Mariana Montealegre)
GF9A2-D, C	Grupo focal noveno 9A2 -(Daniel Baquero, Cristian Garzón)
GF9A2-I, MA	Grupo focal noveno 9A2 -(Isabella Moreu, Miguel Ángel Pinzón)
GF9B-CR	Grupo focal 9B-Cristian Romero
GF9B-JC	Grupo focal 9B-Juan Camilo Suarez
GF9B-J	Grupo focal 9B-Jhonathan Guevara
GF9B-Z	Grupo focal 9B-Zahira Fontecha
GF9B-C	Grupo focal 9B-Carlos Álvarez
GF9B-CR	Grupo focal 9B-Cristian Romero
GF9B-J,Z	Grupo focal 9B-Jhonathan Guevara, Zahira Fontecha
GF9B -(J,Z)	Grupo focal 9B- Jhonatan Guevara, Zahira Fontecha
DD	Diana Valencia
GF9CD-LB	grupo focal 9CD Luisa Benítez
GF9CD-SR	grupo focal 9CD Sara Rivera
GF9CD-SP	grupo focal 9CD Santiago Páez
GF9CD-SB.	grupo focal 9CD Santiago Bohórquez
GF9CD-JM	grupo focal 9CD José Maestre
GF9CD-SB	grupo focal 9CD Sara Beltrán

<i>GF9C-J</i>	<i>Grupo focal 9C Juan Diego Arroyo</i>
<i>GF9C-C</i>	<i>Grupo focal 9C Camila Ardilla</i>
<i>GF9C-D</i>	<i>Grupo focal 9C Daniel Moreno</i>
<i>GF9C-M</i>	<i>Grupo focal 9C Manuel Pérez</i>
<i>GF9C-A</i>	<i>Grupo focal 9C Ashley Solorzano</i>
<i>GF9D-D</i>	<i>Grupo focal 9D, Diana Castillo</i>
<i>GF9D-DR</i>	<i>Grupo focal 9D, Daniel Rodríguez</i>
<i>GF9D-M</i>	<i>Grupo focal 9D, María Paula Lamboglia</i>
<i>GF9D-C</i>	<i>Grupo focal 9D, Camilo Valderrama</i>
<i>DV</i>	<i>Viviana Garzón</i>
<i>DD</i>	<i>Diego Córdoba</i>
<i>GF8A-(L, V)</i>	<i>Grupo focal 8A, Luisa Gómez, Vivian Porras</i>
<i>GF8A-F</i>	<i>Grupo focal 8A, Felipe Casas</i>
<i>GF8A-V</i>	<i>Grupo focal 8A, Vivian Porras</i>
<i>GF8A-(L, V)</i>	<i>Grupo focal 8A, Luisa Gómez, Vivian Porras</i>
<i>GF8A-C</i>	<i>Grupo focal 8A, Cesar Castro</i>
<i>GF8B-JF</i>	<i>Grupo focal 8B, Jeraldine Forero</i>
<i>GF8B-D</i>	<i>Grupo focal 8B, Diego Pulido</i>