

“Desayuno Saludable”: enfoque educativo STEM como experiencia de apropiación significativa e interdisciplinar en el aprendizaje de las ciencias naturales

"Healthy Breakfast": STEM educational approach as a meaningful and interdisciplinary appropriation experience in the learning of natural sciences.

Astrid Lorena Pineda¹

Resumen

El enfoque educativo STEM (Science, Technology, Engineering, y Mathematics) como modelo constructivista proporciona recursos teóricos, conceptuales y metodológicos fructíferos para el despliegue y desarrollo de ambientes interdisciplinarios de aprendizaje al facilitar la integración de disciplinas como las ciencias naturales, tecnología, matemáticas e ingeniería. En la presente investigación se indaga por la forma en que dicho enfoque impactó el abordaje de las ciencias naturales en una muestra de estudiantes de grado noveno (9°) de la jornada mañana del Colegio Instituto Técnico Rodrigo de Triana IED. Partiendo de un enfoque cualitativo y valiéndose de la herramienta de grupos focales se indagó por las perspectivas y expectativas que tenían los estudiantes frente a las ciencias naturales y el enfoque educativo STEM. Posteriormente, en equipos de trabajo mediante diferentes actividades teórico/prácticas que incluyeron el uso de laboratorios virtuales se desarrolló el proyecto STEM-ABP denominado “Desayuno saludable”. Los resultados recolectados mediante entrevista semi-estructurada dan cuenta de la aceptación del enfoque por parte de los estudiantes quienes manifestaron su interés por el Aprender-haciendo y una apropiación conceptual de forma contextualizada de las ciencias naturales, tecnología y matemáticas.

Palabras clave: Constructivismo, Enfoque STEM, Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), Interdisciplinariedad, Enseñanza Secundaria.

¹ Ingeniera de Alimentos. Docente en Colegio Instituto Técnico Rodrigo de Triana IED. Maestría en Educación - Universidad de Manizales. E-mail: inglorenp@gmail.com

Abstract

The STEM education (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) as a constructivist model provides fruitful theoretical, conceptual and methodological resources for the deployment and development of interdisciplinary learning environments by facilitating the integration of different areas such as natural sciences, technology, mathematics as well as engineering. This research investigates the way in which this model impacted the approach to natural sciences in a sample of 9th grade students in the morning session of the Rodrigo de Triana Technical Institute (IED). Based on a qualitative methodology and using the focus group tool, the students' perspectives and expectations regarding natural sciences and the STEM education were investigated. Subsequently, the STEM-ABP project "Healthy Breakfast" was developed in teams through different theoretical/practical activities that included the use of virtual laboratories. The results collected through semi-structured interviews show the acceptance of the model by the students, who expressed their interest in Learning-by-doing and a contextualized conceptual appropriation of natural sciences, technology as well as mathematics.

Keywords: Constructivism, STEM education, Project-Based Learning (PBL), Interdisciplinarity, Lower secondary education

Introducción

Durante los últimos diez años el enfoque educativo STEM ha captado la atención de investigadores y docentes del territorio nacional favoreciendo una activa exploración de los rasgos y características centrales de dicho enfoque, así como una concienzuda implementación experimental que busca evaluar su impacto en las aulas de clase, en los procesos cognitivos-volitivos de los estudiantes y en las prácticas docentes. En Colombia han sido múltiples las experiencias de implementación de dicho enfoque. En un primer momento, Tiberio-Hernández et al (2004) señalan al enfoque STEM como aproximación sistemática al aprendizaje de las ciencias en las escuelas mediante el programa “Pequeños científicos” liderado por la Universidad de Los Andes. Dicho programa propende por el desarrollo de

habilidades y destrezas necesarias en la consolidación de una cultura científica en las aulas desarrollando “habilidades de experimentación, de expresión y comunicación, así como valores ciudadanos mediados por la confrontación de ideas” (pág. 52). El programa cuenta con la participación de 9510 estudiantes de escuelas públicas y privadas de diversas ciudades (Bogotá, Manizales, Ibagué, Medellín, Cali y Bucaramanga), mostrando ser una práctica eficaz en la formación, acompañamiento y mejoramiento del proceso educativo de los estudiantes.

En el nivel de formación media, la estrategia ha sido replicada en diferentes escenarios del sector público y privado, local y nacional. Así, desde el Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones se ha desarrollado desde el 2020 el programa “Ruta STEM” (Min TIC, 2021) que ha capacitado cerca de 7795 profesores de zonas rurales y urbanas en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas con el fin de consolidar las habilidades necesarias para la formación de niñas, niños y adolescentes en las habilidades del siglo XXI.

Por su parte, a nivel local, destacan entidades como las Secretarías de Educación de Medellín y Bogotá y colegios como el Panamericano de Floridablanca, Liceo Francés de Bogotá Louis Pasteur y el colegio José Luis Londoño de la Salle en Bogotá. Así, desde la secretaria de Educación del Distrito de Bogotá (s.f) se ha consolidado la implementación de la estrategia “Bogotá Territorio STEM” que pretende promover experiencias pedagógicas mediadas por el enfoque STEM permitiendo a los ciudadanos desarrollar habilidades y competencias acordes a los retos del siglo XXI, promover ambientes de aprendizaje propicios, así como formación y capacitación de los diferentes actores involucrados.

En esta medida, son tres los Colegios oficiales de Bogotá que ya son territorio STEM: (i) Colegio Liceo Femenino Mercedes Nariño cuyo enfoque es el de dar mayor participación a las mujeres en las Ciencias y cerrar la brecha en áreas STEM. (ii) Colegio de la Bici, cuya formación está enfocada en las ciencias, mientras que a nivel técnico se centran en disciplinas relacionadas con la bicicleta, a través del enfoque STEM se realiza innovación pedagógica, grupos y redes de trabajo colaborativo para el desarrollo de competencias del siglo XXI. Finalmente, (iii) Colegio Jorge Gaitán Cortez, en donde los estudiantes se forman en áreas de la tecnología y la información, adquieren un pensamiento computacional al vincularse en el mundo digital, aprenden a solucionar

problemas del entorno, trabajando en equipo y con la ayuda de herramientas tecnológicas fortalecen habilidades del siglo XXI y competencias de la cuarta revolución industrial.

Igualmente, en el año 2022 se da inicio a las primeras Olimpiadas STEM dirigidas a Colegios Públicos de Bogotá desde la dirección de Ciencias, tecnología y medios educativos de la Secretaría de Educación del Distrito en alianza con la Corporación Universitaria Minuto de Dios (2021) por medio del Instituto UNNO del parque científico de innovación social (PCIS).

A la luz de la amplia experiencia de implementación de estrategias de aprendizaje STEM a nivel nacional y local, distintos autores han indagado e investigado los beneficios del enfoque en los procesos de enseñanza en las aulas de clase. Así, para autores como Mahecha et al. (2021) las “4 C’s”, entendidas como un sistema de habilidades que comprenden el Pensamiento Crítico, la Colaboración, la Creatividad y la Comunicación; son esenciales en las experiencias de aprendizaje significativo en las aulas de clase y fundamentales para el desarrollo de las competencias del siglo XXI, siendo la metodología STEM una propuesta y herramienta idónea para el cultivo de dichas habilidades dada su riqueza práctica en el abordaje de solución de problemas, la adaptabilidad, los procesos de comunicación compleja y efectiva, la autogestión, auto-desarrollo y el pensamiento crítico, esenciales para el desempeño profesional y académico de estudiantes.

Por su parte, Arias Castro (2015), matiza el impacto del abordaje STEM en la percepción (positiva) de un grupo de estudiantes de la relación entre la asignatura de Química y la Especialidad técnica en Agroindustria Alimentaria en el colegio distrital Benjamín Herrera de la ciudad de Bogotá. A su vez, el proyecto de investigación “la educación STEM, estrategias dinámicas para consolidar la proyección vocacional” por Cardozo & Losada (2020), relacionan la importancia de las áreas STEM en la proyección vocacional de los estudiantes. De esta manera, mediante actividades de gamificación en áreas de matemáticas, ciencias, tecnología e ingeniería concluyen que las estrategias que se puedan implementar en el enfoque educativo STEM permiten ayudar en la toma de decisiones de cara a su formación profesional, recomendando la consolidación de un enfoque integral en la implementación de estrategias STEM que coadyuven los procesos formativos de estudiantes.

Enfoque educativo STEM como una apuesta de aprendizaje interdisciplinar, constructivista y basado en proyectos

La educación STEM (Science, Technology, Engineering, y Mathematics) surgió en la década de los noventa en Estados Unidos por la Fundación Nacional para la Ciencia (NFS), como una estrategia pedagógica enfocada a la promoción e integración de las ciencias naturales, formales y la ingeniería (Asinc & Alvarado, 2019), generando así puentes de conocimiento en ambientes de aprendizaje propicios y fomentando el trabajo colaborativo tanto en el ámbito teórico como en el práctico de forma integrada (Yakman, 2008). Para autores como Moursund (1999), la educación STEM tiene un carácter interdisciplinar que apunta a la resolución de problemas del entorno real y cotidiano de los estudiantes mediante la integración articulada de las áreas de conocimiento que comprenden este enfoque pedagógico; promoviendo de esta manera el aprendizaje auto-dirigido.

Por su parte, Asinc y Alvarado (2019) enfatizan que la metodología STEM, inicialmente aplicada en los países industrializados como una estrategia básica para el desarrollo de las habilidades y competencias necesarias para la inserción e integración del estudiante en el mercado laboral, propicia y potencia las capacidades individuales que tiene todo estudiante, mostrando su eficacia al mejorar sustancialmente los resultados académicos en comparación con aproximaciones tradicionales en el proceso educativo. En efecto, el estudiante puede aprender no solo de una forma teórica, sino práctica pues la metodología STEM permite generar espacios propicios de aprendizaje donde el estudiante aprende haciendo, fomentando de esta manera mejores resultados académicos, pues desde la práctica se integran diferentes materias que atienden a los problemas reales y más inmediatos de su entorno particular (Santillán, Cadena, & Cadena, 2019). Para Santillán et al. (2019), esta cercanía a las perspectivas e interés de los estudiantes potencia la motivación estudiantil, siendo un factor determinante en la permanencia y culminación exitosa de los procesos educativos en diferentes niveles y tipos de formación.

Por su parte, Sánchez (2018), respondiendo a los retos que enfrentan las

sociedades altamente tecnificadas, dinámicas y globalizadas precisa que, en el mundo real, un problema o un fenómeno difícilmente puede ser abordado desde una única perspectiva; por el contrario, su complejidad requiere un abordaje sistemático que demanda diversas perspectivas para su comprensión y posterior resolución. Estas consideraciones permiten la configuración del enfoque educativo STEM como una metodología activa. Así, autores como López-Noguero (2005) precisan que estas últimas son entendidas como procesos “inter-activos” en donde el estudiante es el protagonista en su propio proceso formativo al relacionarse activamente con los diferentes actores y medios de su ambiente educativo. Esta aproximación supone una reconfiguración de los actores educativos, desplazando al docente/profesor como figura de autoridad definitiva que instruye a un estudiante indistintamente de sus intereses, necesidades y proyecciones personales, hasta la figura de un estudiante como agente dinamizador del proceso educativo (Santillán-Aguirre, Jaramillo-Moyano, Santos-Poveda, & Cadena-Vaca, V. D. C, 2020) que, respondiendo a su propio contexto sociocultural, económico y político; plantea posibilidades y alternativas para cuestiones que atañen a sus necesidades, intereses y proyecciones personales. Los resultados son evidenciados en estudiantes más motivados y con desempeño más eficiente en áreas como las ciencias y matemáticas que tradicionalmente son percibidas como abstractas, poco interesantes y difíciles.

Es necesario advertir, siguiendo lo presentado hasta el momento, que el enfoque STEM es, de hecho, un modelo constructivista (Di, y otros, 2021). Así, la puesta en marcha de la metodología STEM en el aula de clase recrea la transición e impugnación del constructivismo en contra de la concepción tradicional en torno al proceso formativo del estudiante; esto es, el tránsito desde una idea de conocimiento como un conjunto de conocimientos abstractos y generalizados hasta una idea de conocimiento que materializa el conjunto de conocimientos en situaciones concretas para la resolución de problemas. En efecto, modelos constructivistas enfatizan que el proceso de aprendizaje es uno maleable, dinámico y cambiante de acuerdo con las necesidades, intereses, problemáticas y destrezas de los estudiantes enfocando tales factores motivacionales a la resolución de problemas (Vygotski, 1972). En este sentido, antes de proporcionar reglas universales y conceptos abstractos, propicia un modelo lo suficientemente flexible para abordar la particularidad y peculiaridad del fenómeno a estudiar aportando soluciones innovadoras y efectivas que

nacen de la genuina curiosidad del estudiante.

Con todo, es importante recalcar la manera como estas características en torno a la dinámica y ritmo del proceso pedagógico propio del constructivismo, caracterizado por las relaciones trazadas entre los diferentes actores y la influencia del entorno (proximal o estructural) en la configuración de la situación problema y la identificación del sujeto como actor que experimenta, acopla, internaliza, transforma y produce un conjunto de saberes que determinan en buena medida su dimensión cognitiva, afectiva y volitiva, corresponde de hecho a los lineamientos pedagógicos generales que establece el enfoque STEM. En efecto, la promoción del aprendizaje significativo en ambientes propicios, colaborativos, flexibles, adaptables, interactivos y dotados de recursos tecnológicos enfocados a la solución de problemas permiten tender los puentes entre el constructivismo y este enfoque precisando que, en última instancia, ambas posturas son teóricamente armónicas.

Santillán-Aguirre et al., haciendo eco de esta estrecha cercanía teórica, enfatizan que “la metodología STEM, al estar basada en el enfoque constructivista del aprendizaje, promueve la construcción de conocimiento de manera significativa y colectiva entre los estudiantes y docentes” (2020, pág. 473), que marca una diferencia sustancial con respecto a enfoques tradicionales pedagógicos. Precisamente, autores como Cano Vásques (2020) recalca que existe una diferencia evidente entre aquellas instituciones educativas que han adoptado el modelo de educación STEM en comparación con aquellas instituciones que no, resaltando una mayor adaptabilidad y desarrollo de habilidades/competencias por parte de los estudiantes de las primeras y que son esenciales para la formación integral de sujetos/ciudadanos de sociedades democráticas: “Un propósito recurrente en todos los modelos [STEM] es... formar en competencias para la vida y las competencias del siglo XXI necesarias para trabajar con otros, habitar el mundo, pensar y hacer en contexto” (2020, pág. 139).

Por último, una de las estrategias pedagógicas más adecuadas para materializar en los espacios académicos el enfoque educativo STEM es el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), denominado como STEM-ABP (Capraro, Capraro, & Morgan, 2013). En efecto, distanciándose del modelo tradicional que concibe el aprendizaje por parte de los estudiantes como recepción pasiva de la información suministrada por el docente, el aprendizaje basado en proyectos asegura la creación de espacios que potencien las capacidades investigativas

de los estudiantes orientada a la resolución de un problema concreto mediante la implementación de propuestas, estrategias o soluciones innovadoras del fenómeno en cuestión propiciando, además, la integración interdisciplinar entre ciencia, tecnología y matemática.

Para autores como Chen & Yang (2019) existe un contraste sustancial entre las experiencias académicas y pedagógicas de aquellos estudiantes que abordaban un campo del conocimiento concreto basado en la instrucción directa con el profesor que aquellos estudiantes que se involucraban directamente en el abordaje de un campo de conocimiento concreto, mediante el emprendimiento de proyectos que daban solución a un problema de dicho campo.

Por su parte, para autores como Krajcik y Shin (2006) el aprendizaje basado en proyectos corresponde a un método de instrucción basado en la investigación e indagación que involucra y compromete a los estudiantes en la construcción de nuevo conocimiento por medio de proyectos significativos y el desarrollo de productos que tienen un impacto real y significado por fuera del aula.

Con estas consideraciones en torno a la implementación reciente a nivel nacional y local de estrategias pedagógicas que involucran el uso del enfoque STEM en las aulas de clase y los diferentes rasgos destacados por la literatura científica de esta propuesta pedagógica, la presente investigación se centró en indagar sobre las experiencias asociadas a la formación de las ciencias naturales de los estudiantes del grado noveno (9°) del Colegio Instituto Técnico Rodrigo de Triana IED ubicado en la ciudad de Bogotá D.C de la localidad de Kennedy. Así, al tratarse de una institución de carácter técnico, los estudiantes de grados 10° y 11° cuentan con la posibilidad de formarse en diferentes especialidades técnicas² en convenio con el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), facilitando de esta manera el tránsito a su formación tecnológica posterior, siendo las ciencias naturales, la matemática y la tecnología disciplinas centrales en toda su formación.

En este sentido, si bien es cierto que los estudiantes de media técnica de grado 10° y 11° cuentan con espacios para el desarrollo de un trabajo interdisciplinar mediante los proyectos productivos de cada especialidad técnica (según su elección) que aporta

² Mecanizado por Arranque de Viruta, Mantenimiento Industrial Metalmecánico, Instalaciones Eléctricas Residenciales y Procesamiento de Alimentos

significativamente en su formación integral, es necesario que los estudiantes de grado noveno (9°) también dispongan de espacios en ambientes de aprendizaje propicios que faciliten el encuentro interdisciplinar de las ciencias naturales con la tecnología y matemáticas sirviendo como instancia de introducción o inserción en la formación técnica, pues no es evidente que se encuentre presente en los procesos educativos de los estudiantes de este nivel. En efecto, dada la importancia del grado noveno como punto de culminación de la formación de básica secundaria y transición hacia la media técnica, la posibilidad de estrategias pedagógicas interdisciplinarias supondría, entre otras cosas (i) afianzar los procesos de enseñanza/aprendizaje, (ii) propiciar el desarrollo de habilidades como la comunicación y el trabajo colaborativo, (iii) relacionar/integrar los saberes disciplinares para la resolución de problemas y (iv) proveer herramientas necesarias de cara a su futuro ingreso en la educación media técnica.

Por esta razón, teniendo en cuenta la necesidad de ofrecer espacios académicos que garanticen una formación integral en estudiantes y la consolidación del enfoque STEM como propuesta pedagógica exitosa en las aulas de clase, la presente investigación indagó: ¿cómo influye el enfoque educativo STEM en el abordaje de las ciencias naturales en los estudiantes de grado noveno (9°) del Colegio Instituto Técnico Rodrigo de Triana IED? Fijándose, por su parte, como objetivo comprender la manera en que el enfoque STEM impacta el aprendizaje de las ciencias naturales en una muestra de estudiantes de grado noveno (9°) de la jornada mañana del Colegio Instituto Técnico Rodrigo de Triana.

Metodología

La presente investigación se abordó desde una perspectiva metodológica de tipo cualitativa partiendo de los lineamientos de la investigación acción (I-A). Para autores como Collado, Lucio, & Hernández Sampieri, la investigación cualitativa se caracteriza por su interés en “examinar la forma en que los individuos perciben y experimentan los fenómenos que los rodean, profundizando en sus puntos de vista, interpretaciones y significado” (2014, pág. 358). Mientras que, siguiendo a Latorre (2004), la Investigación-Acción puede considerarse como una aproximación metodológica que agrupa diversas estrategias que propenden por comprender, conocer, mejorar y transformar las prácticas y desarrollos de ámbitos sociales concretos. En este sentido, en el contexto educativo la

Investigación-Acción se puede concretar como “una indagación práctica realizada por el profesorado, de forma colaborativa, con la finalidad de mejorar su práctica educativa a través de ciclos de acción reflexión” (Latorre, pág. 24).

De esta manera, la investigación se centró en conocer las perspectivas, necesidades, puntos de vista y experiencias de los estudiantes como sujetos activos en el proceso formativo, proponiendo la estrategia pedagógica ABP desde el enfoque STEM para fortalecer los procesos educativos en el área de ciencias naturales mediante el desarrollo del proyecto denominado “Desayuno saludable”, en donde los estudiantes tuvieron la posibilidad de elaborar un desayuno saludable y darlo a conocer a sus compañeros de grado noveno participantes del proyecto. Dichas actividades permitieron relacionar un elemento cotidiano de la vida de los estudiantes -un desayuno- con los contenidos, teorías, conceptos, instrumentos, procedimientos y prácticas habituales de las ciencias naturales, matemáticas y tecnología de una forma interdisciplinar.

Para el desarrollo del proyecto se contó con estudiantes de grado noveno (9°) de la jornada mañana del Colegio Instituto Técnico Rodrigo de Triana IED, con una muestra correspondiente a 24 estudiantes (13 mujeres y 11 hombres) que oscilaban entre los 13 y 17 años de edad, divididos en 6 grupos de trabajo de 4 estudiantes cada uno, abordando las actividades STEM en los espacios de las asignaturas de “Tecnología” e “Introducción a la formación laboral”.

Por último, la recolección de la información se llevó a cabo en dos instantes específicos: previo al inicio del proyecto se conformaron dos grupos focales, compuestos por doce estudiantes del grado noveno de la jornada mañana con el fin de conocer sus experiencias, saberes y perspectivas frente a las ciencias naturales. Posteriormente, tras la culminación del proyecto “Desayuno Saludable” se seleccionó una sub-muestra de doce estudiantes (dos integrantes por cada grupo de trabajo) con el fin de ahondar y analizar, mediante entrevista semi-estructurada presencial, el impacto de la estrategia STEM en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales en los estudiantes de grado noveno (9°).

Resultados

Una vez recolectada, cribada y analizada la información obtenida de los grupos focales y de las entrevistas semi-estructuradas se identificaron dos categorías emergentes que

permiten precisar la forma en la que el enfoque STEM impactó significativamente el aprendizaje de las ciencias naturales: (1) Mitos y realidades del aprendizaje de las ciencias naturales y (2) Enfoque STEM como estrategia multimedia de integración interdisciplinar.

Mitos y Realidades del Aprendizaje de las Ciencias Naturales

El proceso reflexivo llevado a cabo por los estudiantes - concretado en los grupos focales y entrevistas- permitió evidenciar la forma en que es percibida, en general, las ciencias naturales y, en particular, su aprendizaje en las aulas. Así, los participantes expresaron sus dificultades en la materia identificando a su vez tres posibles razones de esto: (i) **Abstracción**: las clases son enteramente teóricas y con poca posibilidad de aplicaciones prácticas concretas: “Me gustaría que las clases fueran más dinámicas, menos letra y más práctica” (EEM10)³, “Me gustaría más prácticas de laboratorio” (EEH11), “No es dinámico, debería ser algo más práctico que nos llegue a gustar a todos y no como una obligación, porque solo escribir y escribir no aprendemos tanto” (EEM13). (ii) **Falta de motivación**: las temáticas no son atractivas ni interesantes: “No todos los temas que se ven me llaman la atención” (EEH7), “No todos los temas me gustan” (EEM8), “No me interesan algunos temas” (EEM11). Por último, y como resultado de los factores previos, (iii) **Complejidad**: es un área del conocimiento compleja y en muchas ocasiones confusa: “Las ciencias naturales tienen su lado interesante pero también su lado muy complejo que hacen que me llame la atención, pero a la vez a la hora de estudiar se me dificulte un poco” (EEH3), “hay temas confusos con muchos conceptos” (EEH4), “Lo que me disgusta es que a veces es confusa porque en un tema hay muchos conceptos” (EEM3), “A veces no lo comprendo mucho porque me enredo y confundo los temas” (EEM5).

Con estas tres razones expresadas por los estudiantes se perciben el conjunto de preconcepciones y predisposiciones presentes y que se constituyen en verdaderas barreras en el proceso formativo integral en el área de ciencias naturales. Con todo, tal como los mismos estudiantes reconocen y enfatizan, la enseñanza de las ciencias naturales debe ser

³ Con el propósito de salvaguardar la identidad de los sujetos de investigación y proteger su anonimato, se les asignaron los siguientes códigos: EEM para referirse a las entrevistas realizadas a estudiantes mujeres, y EEH para las realizadas a estudiantes hombres, seguido del número de participante correspondiente. Esta diferenciación por género se hizo con el objetivo de mostrar una participación equitativa y evitar posibles brechas de género en el enfoque STEM (Dulce Salcedo, Maldonado, & Sánchez, 2019).

contextualizada y rica en experiencias motivadoras y significativas de tal forma que las palabras complejas, los términos poco conocidos y las teorías distantes comienzan a ser parte de la cotidianidad de los estudiantes, suscitando su interés, promoviendo su apropiación y configurando al estudiante mismo como eje central de la educación.

Igualmente, previo al inicio del proyecto “Desayuno saludable” e indagados por la percepción y expectativas con respecto al enfoque STEM, diecinueve (19) estudiantes manifestaron en una escala ordinal (*4-Me gusta*) su afinidad por el enfoque STEM. No obstante, ninguno se atrevió a precisar los motivos de esto, notándose un desconocimiento de la propuesta STEM a la vez que una disposición para iniciar el proyecto. Finalmente, cinco (5) estudiantes expresaron (*5-Me gusta mucho*) que les gusta mucho el enfoque STEM: “A mí me gusta mucho porque se abordan muchas cosas, se pueden tener más conocimientos e ir más allá de lo que normalmente se hace” (EEM12). Por su parte, una estudiante que previamente había participado en proyectos STEM en el colegio, manifestó que:

Con mi grupo participamos de las olimpiadas STEM y hemos aprendido que no todo se basa en la teoría, sino que tenemos que aprender a llevarlo a la realidad. También he aprendido que agrupar las materias es importante porque cada profesor se basa como en ‘¡ah no! yo solo explico este tema y este tema’ y no es así, todo se puede agrupar para entenderlo mejor (EEM3).

Una vez finalizado el proyecto STEM-ABP “Desayuno saludable” las impresiones, experiencias y valoraciones de los estudiantes permitieron colegir el impacto significativo que el proyecto supuso en su formación académica en la medida que el enfoque STEM proporciona elementos que atienden directamente los tres factores previamente identificados con respecto a las dificultades en el aprendizaje de las ciencias naturales. Así, los resultados generales indican claramente la influencia positiva del enfoque STEM para los estudiantes: la totalidad de los entrevistados expresaron su aprobación: “me pareció muy bueno” (EEH5), “Me pareció muy chévere todo” (EEM4), “El enfoque STEM me pareció muy bueno e interesante” (EEM3), “una experiencia muy bonita” (EEH1), “muy entretenido” (EEH5), “Me pareció muy buena la forma en que se aprende” (EEM6).

Por otra parte, centrando la atención en la forma que las dificultades pueden ser abordadas, la capacidad del enfoque STEM de poner en práctica mediante experimentación directa todos los conocimientos adquiridos, íntimamente relacionada con la noción de *Aprender haciendo* (Dewey, 1938), fue plenamente reconocido por la mayoría de los estudiantes: “No solo aprendemos a través de la teoría sino también a través de la práctica” (EEM6), “fue algo diferente, pudimos como materializar nuestras enseñanzas” (EEM12). En efecto, la preponderancia de la apropiación experimental de los conceptos y teorías abordados es uno de los elementos centrales en el *Aprender-Hacer*. Para Dewey (1997), la posibilidad de dinamizar el aprendizaje mediante el ver, tocar, escuchar, sentir y, en términos generales, el experimentar, permite que el estudiante sea el centro de su propio aprendizaje forjando un estrecho vínculo entre teoría y práctica, conexión que corresponde, de hecho, a uno de los presupuestos teóricos y metodológicos del enfoque STEM (Glancy & Moore, 2013). En este sentido, Dewey termina por enfatizar que “las cualidades de las cosas vistas y tocadas tienen un efecto sobre lo que se hace y son atentamente percibidas, tienen un sentido” (1997, pág. 158). En estas líneas, una estudiante evaluando los rasgos metodológicos de la estrategia STEM concreta que “aprendemos de una forma no solo teórica, sino que también práctica y pues como yo siempre lo he dicho, para mi es más fácil aprender conceptos a través de la práctica y a través de ver” (EEM6). A su vez, contrastando las diferencias del enfoque STEM con la forma en que se desarrolla en las aulas las ciencias naturales en la Institución educativa, los estudiantes enfatizan la necesidad de no dejar los contenidos en solo teoría: “En la materia de ciencias naturales vemos mucha teoría, por lo menos con esta experiencia tuvimos mucha práctica y pues fue algo bueno” (EEM4), “En ciencias naturales si vi los conceptos y la teoría, pero es bueno ver la aplicación, por qué y para qué sirven” (EEH7), “STEM es más bacano porque con el proyecto pudimos llevar todo a la práctica y así se aprende más fácil” (EEH9). De esta manera, un estudiante reflexiona sobre la relevancia de la aproximación práctica del aprendizaje:

muchas veces las ciencias naturales se basan solo en teoría y no llevamos a la práctica, y digamos es un ejemplo, si tú me preguntas algo que vi en sexto realmente muchos jóvenes no se van a acordar de cosas así porque el solo escribir, el sólo que nos digan muchas veces no nos acordamos de eso, mientras que, si lo vivimos con experiencias,

con prácticas se nos van a quedar más y si nos preguntan nos vamos a acordar (EEM3).

Por otra parte, uno de los principales problemas que los docentes enfrentan en las aulas es que sus clases pueden llegar a ser abstractas e incluso aburridas. El enfoque STEM, al proponer un acercamiento a las experiencias y necesidades de los estudiantes procura dinamizar el proceso constructivo de aprendizaje combatiendo, de esta forma, la desmotivación en las aulas de clase. En efecto, autores como Berland y Steingut (2016) han mostrado satisfactoriamente como el aprendizaje -mediado por el enfoque STEM- por parte de estudiantes en colegios ha supuesto un incremento sustancial en sus auto-reportes de motivación con respecto a las ciencias naturales. Por su parte, Miller et al. (2011) evidencian como el uso de tecnologías de la comunicación en el aprendizaje de materias que conforman el enfoque STEM, refuerza la adquisición de conocimiento e incide dramáticamente en la motivación de los estudiantes. Mientras que autores como Graham et al. (2013) enfatizan la forma como el modelo general de aprendizaje STEM desarrolla las habilidades y destrezas de los estudiantes para desenvolverse adecuada y confiadamente en comunidades de aprendizaje científica en colegios y universidades constituyéndose así, en un efectivo elemento motivacional para los estudiantes. Finalmente, autores como Nadelson y Seifert (2017) recalcan las virtudes del enfoque STEM indicando que la aproximación a los problemas, conceptos y teorías tradicionales de las ciencias naturales, ingeniería y matemáticas mediante los recursos del enfoque, generan un gran interés y motivación por parte de los estudiantes.

En este sentido, las reflexiones de los estudiantes hacen eco de las consideraciones teóricas en torno al papel dinamizador y motivacional del enfoque STEM. Así, contrastando la experiencia con respecto a la forma tradicional de abordar el aprendizaje en ciencias naturales y matemáticas, los estudiantes resaltan la importancia del componente motivacional de cara al fenómeno general del aprendizaje:

...muchas veces lo vemos [las clases de ciencias naturales] como “hay no que fastidio ir al colegio...”, pero es por lo mismo, porque solo vemos teoría y tenemos que tener nuevas cosas para que así nos guste ir al colegio y tener motivos de porque ir, claro

está los motivos son para nuestro futuro, pero pues tenemos que tener como motivación para lograr lo que queremos (EEM3).

Por su parte, diferentes estudiantes reflexionaron sobre la forma en que el enfoque STEM terminó por motivar el proceso de aprendizaje de las ciencias naturales: “Me he dado cuenta que es un proceso mucho más fácil en el que realmente se evidencia que los estudiantes aprendemos no simplemente porque toque sino o sea uno tiene como esas ganas realmente de aprender y le gusta” (EEM7), “En el proceso del proyecto de STEM tenemos más motivación, no solo como una nota sino como una motivación para aprender más y las prácticas son una fuente importante de apoyo” (EEM6), “Me motivó más el saber que íbamos a estar como en un grupo y algo que íbamos a crear nosotros mismos, fue muy chévere la experiencia” (EEM4).

Finalmente, los elementos presentados y analizados por los estudiantes terminaron por impactar significativamente el proceso de aprendizaje de las ciencias naturales dada la evidente apropiación y dominio conceptual una vez finalizado el proyecto. En efecto, los resultados de los grupos focales indicaban un desconocimiento parcial o total de una batería conceptual que incluía, entre otros, nociones básicas de acidez y basicidad, clasificación y utilidad de los microorganismos, conversión de unidades de medida (masa, volumen y temperatura); conceptos necesarios para el desarrollo mismo del proyecto. El tema de acidez y basicidad se ajusta a uno de los Derechos Básicos de Aprendizaje-Grado 9° en Ciencias Naturales: “comprende que la acidez y la basicidad son propiedades químicas de algunas sustancias y las relaciona con su importancia biológica y su uso cotidiano e industrial” (Ministerio de Educación Nacional, 2015). Con todo, al indagar por los conceptos básicos de acidez y basicidad de las sustancias antes de la propuesta STEM, los estudiantes manifestaban no conocer el tema, no recordarlo y otros respondían de forma ambigua: “No tengo el conocimiento básico sobre este tema” (EEM7), “No he escuchado del tema” (EEM9), “Alguna vez me hablaron del tema, pero no me acuerdo” (EEH1), “El ácido es una sustancia química” (EEM10). Una vez finalizado el proyecto, los estudiantes manifestaron, entre otras cosas, tener un dominio consolidado de dichos conceptos y procedimientos: “Medición de pH, me pareció muy interesante la forma cuantitativa y cualitativa” (EEM4), “Cómo calibrar el pH-metro” (EEH5), “El pH cualitativo y cuantitativo” (EEM7), “La

medición del pH cuantitativo y cualitativo para ver la acidez o basicidad de una sustancia” (EEM10).

Uno de los temas centrales para el desarrollo del proyecto con enfoque STEM fue el de los microorganismos y su clasificación. Los resultados antes del desarrollo del proyecto “Desayuno saludable” indicaron que la gran mayoría de estudiantes tenían conocimiento del tema en la medida que ofrecieron respuestas acertadas y justificadas: “Se puede clasificar por 2 tipos de respiración aeróbica que necesita el oxígeno para vivir y anaerobia viven sin el oxígeno” (EEM3), “Según su forma: Cocos, Bacilos y espirales o hélices. Según su nutrición: Autótrofas y Heterótrofas. Según su respiración: Aerobias y Anaerobias.” (EEM4), “Se clasifican por su tipo de respiración anaerobia o aerobia, por su nutrición autótrofa o heterótrofa y por formas y tamaños” (EEM6).

Sin embargo, estos conceptos que ya poseían fueron afianzados y llevados a la realidad, es así que finalizado el proyecto los estudiantes expresaron la importancia de los microorganismos en la elaboración de alimentos: “El proceso de la elaboración del yogur y la importancia de controlar cómo van creciendo los microorganismos” (EEM6), “La levadura se usa en la fermentación del pan” (EEM11), “Existen microorganismos buenos que sirven para crear un producto y otros que nos pueden enfermar” (EEM4).

Por último, se indagó por el tema de conversión de unidades de medida de temperatura, masa y volumen. Los resultados arrojados señalaron que los estudiantes no recordaban el tema de conversión de unidades o no lo conocían: “Recuerdo que lo vi, pero no recuerdo muy bien acerca de este tema” (EEH7), “No recuerdo nada sobre la conversión de unidades” (EEM12), “No sé cómo es el proceso” (EEM11), “No tengo conocimiento del tema” (EEH11).

Al finalizar el proyecto con enfoque STEM se evidenció que entre los conceptos aprendidos por los estudiantes se encontraba el tema de conversión de unidades: “Aprendí sobre la conversión de unidades de masa, volumen y temperatura” (EEM7), “La conversión de unidades me pareció más difícil pero también lo aprendí” (EEM12).

Igualmente, el dominio de conceptos, nociones y procedimientos propios de áreas como las matemáticas y tecnología adquiridos mediante el proyecto “Desayuno saludable”: “La parte exponencial pues que a medida que va aumentando el tiempo van creciendo los microorganismos” (EEM4), “La parte de álgebra de la función exponencial, aunque ese si se

me dificultó un poquito” (EEH7), “La función exponencial” (EEM11), “Utilizar máquinas para elaborar alimentos” (EEH1), “La maquinaria que se utiliza para la elaboración de los alimentos” (EEM6).

Además, de especial significación fue la apropiación de conceptos no abordados directamente en el enfoque STEM, sino que surgieron gracias al trabajo en equipo de los estudiantes y su dedicación para presentar el resultado final de su proyecto: “Aprendimos sobre un desayuno saludable y balanceado... [la] importancia de desayunar... Qué es un desayuno saludable y cómo prepararlo” (EEM3), “La importancia de consumir un alimento que nos aporte tanto micronutrientes como macronutrientes en un desayuno” (EEH5), “Hacer un desayuno saludable y saber cuántas calorías consumir” (EEM10).

Con todo, tales procesos de apropiación y dominio, tanto esperado como no-esperado, se constituyen en experiencias de aprendizaje significativo por medio de las cuales la batería conceptual y procedimental de las distintas disciplinas abordadas son percibidas como profundamente cohesionadas (Dewey, 1966) e indispensables para la resolución de los problemas (Glancy & Moore, 2013) planteados en el proyecto lo que, de nuevo, deja al descubierto la íntima relación que el enfoque STEM establece con aproximaciones constructivistas del conocimiento y el aprendizaje. En efecto, el proceso de apropiación conceptual por parte de los estudiantes no es más que la construcción autónoma de vínculos teóricos, conceptuales y procedimentales a la luz de un fenómeno/problema concreto que son relevantes, importantes e interesantes para los estudiantes. De esta forma, el enfoque Educativo STEM se constituye como una aproximación especialmente útil en una enseñanza que propenda por la formación de estudiantes innovadores, competentes y críticos.

Por último, es necesario recalcar la manera como las herramientas facilitadas por el enfoque STEM propiciaron una transformación sustancial en la manera en que los estudiantes concebían y experimentaban inicialmente el aprendizaje de las ciencias naturales como una disciplina abstracta, poco atractiva y compleja. En efecto, las actividades prácticas y los simuladores virtuales de laboratorio terminaron por hacer evidente la manera como conceptos y teorías de disciplinas como las ciencias naturales, matemáticas y tecnología son necesarias en la adecuada elaboración de alimentos y preparación de un desayuno saludable, acercándolas al ámbito concreto y real de los estudiantes, constituyéndose de esta manera en

experiencias significativas de aprendizaje y haciendo de tales disciplinas, finalmente, interesantes, prácticas y accesibles.

Enfoque STEM como estrategia multimedia de integración interdisciplinar

La forma innovadora en la que la propuesta STEM se aproxima y enfoca la enseñanza-aprendizaje en ciencias naturales contrasta radicalmente con la manera en que es abordada tradicionalmente las prácticas académicas y pedagógicas que, bajo un modelo de transmisión del conocimiento, concibe al estudiante como una tablilla en blanco (*tabula rasa*) y el docente es una fuente de conocimiento primaria. En efecto, la misma disposición, ubicación y entorno físico de los espacios donde se desarrolló el proyecto cuestiona críticamente la pedagogía tradicional puesto que, dejando de lado el salón de clases habitual con sillas dispuestas en hilera y el profesor al frente, el proyecto se desarrolló proponiendo, en cambio, espacios y medios alternativos donde el estudiante se reconoce como el centro de su propio proceso formativo y el docente como acompañante y guía. Esta discrepancia entre ambos enfoques fue reconocida con perspicacia por los estudiantes. “Así nos gusta más porque se hacen prácticas y no es tanto como estar encerrado en un salón de clases y solo la información y ya” (EEH1).

Así, el proyecto STEM supuso una diversificación de los medios y canales de aprendizaje al incluir, además de la práctica en espacios reales, espacios virtuales de aprendizaje. En efecto, diferentes autores recalcan el hecho de que incorporar nuevas tecnologías de la información juega un papel central, activo y determinante como elementos mediacionales en el desarrollo de habilidades necesarias en el quehacer científico, trabajo en equipo y construcción del conocimiento (Palacios & Moreno-Mediavilla, 2022). En este sentido, uno de los recursos tradicionalmente implementados en instituciones con enfoque STEM, en tanto que motiva y despierta el interés de estudiantes, es el de simuladores o laboratorios virtuales (Cox, González, Magreñán, & Orcos, 2022), en donde mediante una representación virtual tridimensional se despliegan los instrumentos, herramientas, procesos, protocolos y actividades propias del quehacer investigativo en ciencias y que afianza una formación científica temprana en estudiantes, ofreciendo además una comprensión contextualizada de sus conceptos y fenómenos (Oliveira, y otros, 2019) sin tener que asumir los altos costos presupuestales y de inversión para la adecuación de laboratorios reales. Así,

el desarrollo del proyecto “Desayuno Saludable” contó con simuladores gamificados de CloudLabs STEM® que, mediante la metodología de aprendizaje basado en retos, en este caso particular retos en el área de ciencias naturales mediante laboratorios de Química general (pH y titulaciones) y Biología (microbiología), permiten a los estudiantes “experimentar y desarrollar competencias como la toma de decisiones, el pensamiento crítico y la resolución de problemas” (CloudLabs, s.f.), generando de esta manera un aprendizaje auto-dirigido y facilitando de forma consciente el proceso formativo. Así, evaluando la incorporación de múltiples herramientas que coadyuvaban el proceso de aprendizaje, los estudiantes manifestaron que: “En el enfoque STEM con las prácticas y los simuladores es mucho más fácil aprender” (EEM7), “Los simuladores le muestran a uno cada paso, lo que uno tiene que hacer y ya cuando uno lo vaya hacer en la realidad ya tiene idea” (EEM10).

Para muchos estudiantes la experiencia interactiva de laboratorios virtuales logró llevarlos a sentir que se encontraban realmente inmersos en la práctica científica: “Los simuladores me parecieron muy buenos porque pudimos entender mediante la tecnología y era algo prácticamente casi real como experimentarlo, que si te equivocabas pasa esto o algo así” (EEH5), “Me pareció interesante lo de los simuladores por computador porque llamaba mucho la atención parecía como si uno lo estuviera haciendo, lo metían a uno en esa imaginación de que uno está ahí en ese sitio” (EEH7).

Así, el uso de salas de cómputo para la realización de las prácticas en laboratorios virtuales mediante simuladores de procesos, aunado a la posibilidad de manipular directamente maquinaria para el procesamiento de alimentos facilitó la apropiación significativa de experiencias formativas; todo esto al posibilitar una interacción directa con las herramientas y medios tecnológicos adecuados, en consonancia con la orientación pragmática del enfoque STEM.

Finalmente, las experiencias recogidas y presentadas por los estudiantes terminan por dar forma a la importancia central de la integración disciplinar que el enfoque STEM propone constituyéndose, de hecho, en escenario de aprendizaje interdisciplinar: “STEM es chévere ya que en un solo tema aprendemos muchas cosas de diferentes materias, por ejemplo, viendo el tema de microorganismos también podemos ver parte de matemáticas y tecnología” (EEM4). Expresándose en términos similares, otra estudiante resalta lo motivador que resulta

percatarse de cómo se hacen concretas las relaciones interdisciplinarias tejidas alrededor del proyecto; máxime cuando tales relaciones no eran tan evidentes:

Aquí me di cuenta que se pueden integrar varias materias, o sea aquí por lo menos en STEM integraron un proyecto de Ciencias, con tecnología, álgebra y pues eso también como que uno dice ‘vea integran eso con algo que no tenía nada que ver’ y pues como que a uno lo motiva más (EEM10).

Igualmente, en sintonía con tales apreciaciones, varios estudiantes reconocieron las diferencias marcadas en la forma que, de ordinario, discurren las clases y actividades académicas de las diferentes áreas y la manera en que el enfoque STEM fue implementado: “Una diferencia es que se unen varias materias para hacer un proyecto” (EEH5), “Con STEM es como aún mejor porque ves como todas las áreas se complementan” (EEM11), “En el proyecto de desayuno saludable me di cuenta que se necesita de ciencias naturales, tecnología y matemáticas” (EEM3).

Con todo, es necesario considerar la forma en que el enfoque STEM supone una transformación radical de las prácticas educativas y la manera como se conciben las relaciones entre estudiantes, docentes y a su vez, la forma en que se comprende las relaciones disciplinares en los contenidos académicos de los estudiantes. En efecto, es preciso recalcar que el enfoque STEM se encuentra íntimamente relacionado con la teoría constructivista del aprendizaje la cual, a diferencia de la teoría conductual donde el profesor se encuentra en el centro del proceso de aprendizaje y es quien transmite el conocimiento y el estudiante de forma pasiva/mecanicista memoriza contenidos, sitúa en el centro del proceso de construcción y afianzamiento del conocimiento al estudiante. No obstante, para que esto suceda es necesario contar con profesores conscientes del papel central del estudiante, cediendo así este centro del aprendizaje para convertirse en guías y facilitadores. Igualmente, el encuentro interdisciplinar de cada área STEM requiere de una comunicación efectiva, constante y dinamizadora que materialice los efectos positivos del enfoque. En este sentido, es necesario de la disposición y apertura actitudinal por parte de docentes para generar estrategias que propendan por una experiencia educativa cohesionada, con sentido y con impacto real y significativo en estudiantes a diferencia de las habituales prácticas docentes desarticuladas, aisladas y ensimismadas.

Discusión

En el proceso de desarrollo, implementación y evaluación del proyecto “Desayuno Saludable”, son varios los elementos preponderantes que permiten matizar el impacto e importancia central que el enfoque STEM supone para las prácticas académicas y experiencias de aprendizaje educativo en instituciones educativas.

En un primer momento, el enfoque STEM suministra un auténtico modelo constructivista que permite re-pensar y re-evaluar la naturaleza general del aprendizaje. En efecto, el constructivismo ha sido, sin duda alguna, la aproximación dominante en la manera de concebir y abordar el proceso integral de la educación (Krahenbuhl, 2016) que ha terminado por redefinir el papel del estudiante, el profesor y las relaciones que se tejen entre estos. En efecto, para autores como Driscoll (2005) el constructivismo puede ser sintetizado en términos del proceso por el cual el conocimiento es *construido* por los estudiantes y facilitado por los profesores como respuesta e intento de hacer inteligible sus propias *experiencias*, tanto en el aula como fuera de ella. El enfoque STEM, por su parte, cristaliza efectivamente los rasgos centrales del constructivismo al proveer las herramientas necesarias (conceptuales, teóricas e instrumentales) para que el estudiante construya y de cuenta del nuevo conocimiento. Adicionalmente, la vocación pragmática, orientada a la resolución de problemas mediante los recursos que tal enfoque pone a disposición, termina por configurar ambientes de aprendizaje en donde son los estudiantes mismos quienes se percatan de la relevancia e importancia del objeto de estudio, observan cuidadosamente sus rasgos y características, exploran alternativas y ponen en práctica lo aprendido (Palacios & Moreno-Mediavilla, 2022), dando como resultado experiencias de aprendizaje contextualizadas -esto es, situadas en todo un ecosistema rico en saberes y prácticas relevantes y con sentido para el estudiante, las cuales son fundamentales para su aprendizaje lo que en definitiva termina por constituir el enfoque STEM como un entorno de aprendizaje netamente constructivista.

En un segundo momento, la forma en que el proyecto desarrollado consolidó espacios de integración entre disciplinas como las Ciencias (Naturales), Matemáticas y Tecnología, usualmente aisladas y desconectadas entre sí en la práctica educativa, puede proporcionar un modelo interdisciplinar valioso de cara a la experiencia educativa de los estudiantes. En efecto, la disposición de los planes de trabajo y malla curricular de distintos centros de

enseñanza, como colegios y universidades, han tendido a individualizar y recomendar un aislamiento artificial de tales disciplinas lo que, en la práctica, ha consolidado un desconocimiento por parte de los estudiantes de la continuidad, complementariedad e integración en la práctica científica. Con todo, dicha integración no obedece a una especie de asimilación accidental en donde dichas disciplinas comparten algunos conceptos en común o procedimientos paralelos. Para autores como Glancy y Moore (2013) la integración es sustancial, significativa, fundamental y con profundas implicaciones pedagógicas. En efecto, Moore y compañía señalan que en la preparación para atender y dar solución a los problemas en nuestra sociedad “es necesario proporcionar a los estudiantes oportunidades de entender el problema por medio de experiencias ricas y atractivas que integren las disciplinas STEM (Moore, Roehrig, Lesh, & Guzey, 2010, pág. 4).

En consonancia con esto, la insistencia de una aproximación integral al estudio y aprendizaje de los procesos científicos hunde sus raíces, incluso, en el mismo Dewey quien impugnaba la idea de una enseñanza de asignaturas y contenidos aislados unos de otros (1966) al presentar una imagen desorganizada, desintegrada y desestructurada del conocimiento humano. De esta manera, centrando la atención en la enseñanza de las matemáticas, autores como Lesh y Zawojewski (2007) enfatizan que el aprendizaje desligado de materias dificultaba el establecimiento de conexiones entre lo aprendido en la escuela y las situaciones concretas y reales que encuentran por fuera de ella, lo que en últimas se convierte en un cuerpo conceptual vacío y sin ningún tipo de significado sustantivo para el estudiante. Por su parte, son varios los autores (Moursund D. , 1999; Yakman, 2010) que acentúan y resaltan la capacidad de la metodología y enfoque STEM para facilitar espacios académicos de integración interdisciplinar en torno a un problema concreto, propiciando la colaboración desde la especificidad y especialización de distintos saberes y disciplinas, contribuyendo de esta manera a consolidar un modelo procedimental unificado que permita una comprensión holista y general del problema o fenómeno en cuestión.

En este sentido, las experiencias reportadas por los estudiantes en el marco del proyecto “Desayuno Saludable”- consistentes con la literatura científica- en torno al proceso de integración disciplinar del enfoque STEM constituye, de hecho, una propuesta

interdisciplinaria concreta, efectiva y realizable, fundamental de cara a las necesidades de formación integral del estudiantado del siglo XXI (Cano Vásques, 2020).

Por otra parte, en un tercer momento, es de gran importancia recalcar la forma en que las actividades teórico/prácticas tanto presenciales como virtuales abordadas lograron la articulación y consolidación de un trabajo colaborativo por parte de los estudiantes. Autores como Dewey arguyen que el proceso de aprendizaje de los estudiantes debe basarse, fundamentalmente, en problemas reales, concretos, susceptibles de ser percibidos y accesibles para el estudiante. No obstante, este proceso de aprendizaje no se da en un ambiente vacío, a-social o aislado. En efecto, la educación es sobre todo un fenómeno social (Dewey, 1997; 1938) que recrea las condiciones estructurales de las sociedades democráticas por lo que, en definitiva, los estudiantes deben relacionarse entre sí como miembros de una comunidad, concretamente, de una comunidad educativa persiguiendo sus objetivos en función de un *común-hacer*. Por su parte, autores como Lesh y compañía (2000) afirman que, en el proceso educativo, el enfoque de trabajo en equipo permite dinamizar el aprendizaje, motivar la colaboración desde el área de experticia [área de interés] de cada uno de sus participantes (según sea el caso). Adicionalmente, el trabajo colaborativo alienta el desarrollo de habilidades blandas como la comunicación, argumentación y planeación además de habilidades metacognitivas (como la consciencia de habilidades, destrezas y aspectos por mejorar de cada uno de los estudiantes y de su equipo de trabajo).

En este sentido, es preciso recalcar, paralelo al análisis de Glancy y Moore (2013), la naturaleza colaborativa del enfoque STEM en la medida que fomenta la integración intersubjetiva de estudiantes, en grupos de trabajo, en torno a problemas o proyectos concretos de forma que dicha comunidad educativa aporte sus destrezas para la consecución de las metas trazadas. En efecto, para los estudiantes el trabajo en equipo fue un rasgo central que facilitaba el proceso de aprendizaje. Así, en la realización de actividades en equipo fue necesario el aporte continuo entre todos los integrantes para el logro de objetivos: “Para hacer el desayuno todos pusieron un granito de arena y todos colaborábamos” (EEH1), “En el trabajo en equipo nos conocimos más y aprendimos más a confiar en los demás y a escuchar sus ideas” (EEH7).

Autores como Johnson et al. recalcan el valor de la cooperación en el trabajo en equipo indicando que: “en una situación cooperativa, los individuos procuran obtener los resultados que sean beneficiosos para ellos mismos y para los demás miembros del grupo” (1999, pág. 14). En esta misma línea, el trabajar en equipo implicó un redescubrimiento del otro en términos de la cooperación: “En este proyecto tenemos que ser un grupo y no solamente pensar en uno mismo” (EEM4), a su vez, la experiencia de trabajo en equipo fue positiva y enriquecedora: “Fue un trabajo colaborativo, fue muy bueno donde socializábamos todo lo que consultábamos o hacíamos” (EEH5), “me gustó como trabajamos en equipo porque todos hacíamos diferentes cosas y después íbamos complementando” (EEM11).

A su vez, la experiencia de trabajo en equipo fue una oportunidad para conocer las destrezas y facilidades de sus compañeros, lo que supuso una gestión eficiente del trabajo en el momento que cada integrante aportaba de acuerdo a sus fortalezas: “Fue bueno unirnos y darnos cuenta que cada uno tenemos cierto tipo de capacidades y cómo explotarlas para un bien grupal. (EEM7), “En el trabajo en grupo nos unimos como compañeros para hacer las actividades, cada uno podía aportar más en lo que más le gustaba o se le facilitaba más” (EEH9).

De esta manera, las experiencias reportadas por los estudiantes terminan por matizar la importancia central del trabajo colaborativo en la resolución de los problemas que el enfoque STEM posiciona como elemento dinamizador del fenómeno del aprendizaje tal como Dewey enfatizaba insistentemente (1997).

Finalmente, a modo de síntesis, es preciso recalcar que el enfoque basado en experiencias significativas de aprendizaje mediante la experimentación, el trabajo en equipo y el abordaje de problemas concretos y reales en torno a un proyecto concreto es, quizá, uno de los rasgos pedagógicos sobresalientes y recomendados del enfoque STEM por la literatura científica. En efecto, autores como Capraro et al. (2013) resaltan la importancia del aprendizaje STEM basado en proyectos destacando, entre otros, la capacidad de mejorar sustancialmente la aplicabilidad en el mundo de los conocimientos construidos por parte de los estudiantes en grupos de colaboración activa, ayudando de esta forma a preparar a los estudiantes en escenarios de educación post-secundaria, prestando especial atención en el establecimiento de conexiones en lo que profesionales en áreas como la matemática,

tecnología, ingeniería y ciencias naturales realmente hacen en su trabajo. En efecto, el aprendizaje basado en proyectos materializa experiencias auténticas y contextualizadas necesarias para el aprendizaje, dominio e implementación de las habilidades indispensables en el quehacer científico (Bhakti, y otros, 2020). Por otra parte, el despliegue de las actividades enmarcadas en el desarrollo del proyecto incentiva el pensamiento crítico, analítico y sintético de los estudiantes -en la medida que es necesario el establecimiento de conexiones interdisciplinarias para la consecución de los objetivos trazados- habilidades sociales -en la medida que es necesaria la comunicación y gestión de las fortalezas de los miembros del grupo (Shofiyah, Wulandari, Mauliana, & Pambayun, 2022)- y habilidades cognitivas de orden superior -resolución de problemas y aprendizaje auto-dirigido (Slough & Milam, 2013). Así, las actividades de STEM basadas en el diseño de gestión y desarrollo de proyectos “son la piedra angular y fundamento sobre el que los estudiantes aportan sus conocimientos compartimentados de ciencia, tecnología y matemáticas para resolver problemas significativos del mundo real” (Capraro, Capraro, & Morgan, 2013, pág. 2).

Conclusión

La experiencia del enfoque STEM mediante el proyecto de “Desayuno Saludable” conlleva un acercamiento novedoso, dinámico, enriquecedor, motivacional y atractivo para los estudiantes. En efecto, la integración interdisciplinaria en torno a la elaboración de un desayuno saludable supuso la apropiación, despliegue, dominio y asimilación de toda una batería teórica, conceptual y procedimental que, como fue reconocido por los mismos estudiantes, se diferenciaba sustancialmente de las clases tradicionales del colegio y que incorporaba experiencias ricas que trascendían la simple memorización incluyendo, además, el contacto real con instrumentación, interacción en ambientes virtuales y la posibilidad de ofrecer un producto alimenticio concreto. Igualmente, el proyecto facilitó un encuentro cercano entre los miembros del grupo, donde prevaleció el diálogo, la colaboración y el trabajo en equipo. Por último, el proyecto supuso el abordaje de un fenómeno relevante y real para los estudiantes como el de ser consciente de la importancia de una alimentación adecuada, necesaria para el buen desempeño académico y, no menos importante, hábitos alimenticios saludables que contribuyan al bienestar y salud general de los estudiantes. En

este sentido, el enfoque STEM impactó sustancialmente el aprendizaje de las ciencias naturales de los estudiantes de grado noveno en la medida que (i) propició un cambio sustancial en la manera tradicional de percibir y concebir las ciencias naturales como abstractas, poco atractivas y complejas a percibir las y concebirlas como prácticas, útiles, atractivas y accesibles; (ii) permitió establecer puentes de integración disciplinar con áreas del conocimiento como las matemáticas y la tecnología y (iii) consolidó el desarrollo de habilidades sociales mediante el trabajo en equipo, fundamentales y coherentes con las competencias del siglo XXI y la práctica científica contemporánea.

Finalmente, de cara a los procesos de formación integral estudiantil es recomendable evaluar la posibilidad de diseños curriculares que promuevan la integración interdisciplinar y el uso de herramientas TIC en las prácticas docentes en centros educativos dado los amplios resultados positivos en las experiencias de aprendizaje. Igualmente, es necesario indagar la posibilidad de integración de las ciencias humanas y las artes al modelo constructivista e interdisciplinar del enfoque STEM, tal como propuestas STEAM-H (*science, technology, engineering, arts, mathematics – humanities*) (Bourama, 2014) ponen de manifiesto, evaluando su impacto y relevancia en la formación científica y humana integral.

Referencias

- Arias Castro, R. (2015). *Influencia de un módulo STEM en la percepción de los estudiantes sobre la articulación entre la asignatura de química y la técnica de agro industria alimentaria en el Colegio Técnico Benjamín Herrera I.E.D.: Un estudio mixto*. Bogotá D.C: Universidad de los Andes - Tesis de Grado. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/13128/u714158.pdf>
- Asinc, E., & Alvarado, B. (2019). Steam como enfoque interdisciplinario e inclusivo para desarrollar las potencialidades y competencias actuales. *5to Congreso Internacional de Ciencias Pedagógicas de Ecuador. Aprendizaje en la sociedad del conocimiento: modelos, experiencias y propuestas*. Guayaquil, Ecuador: <https://bit.ly/3iTWKsp>.
- Berland, L., & Steingut, R. (2016). Explaining variation in student efforts towards using math and science knowledge in engineering contexts. *international Journal of Science Education*, 38(18), 2742–2761. doi:10.1080/09500693.2016.1260179
- Bhakti, Y., Astuti, I., Okyanida, I., Asih, D., Marhento, G., Leonard, L., & Yusro, A. (2020). Integrated STEM project based learning implementation to improve student science process skills. En I. Publishing, *Journal of Physics: Conference Series p. 012016* (Vol. 1464, pág. 012016). Indonesia: ICETECH. doi:10.1088/1742-6596/1464/1/012016
- Bourama, T. (Ed.). (2014). *New Frontiers of Multidisciplinary Research in STEAM-H*. Springer.
- Cano Vásques, L. (2020). *Medellín Territorio STEM+H: Un diagnóstico de la Secretaría de Educación de Medellín sobre el desarrollo del enfoque en las instituciones educativas de la*

- ciudad. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana.
- Capraro, R., Capraro, M., & Morgan, J. (2013). *STEM project-based learning. An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*. Rotterdam: SensePublishers Rotterdam. doi:10.1007/978-94-6209-143-6
- Chen, C., & Yang, Y. (2019). Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators. *Educational Research Review*, 26, 71-81.
- CloudLabs. (s.f.). *CloudLabs STEM*. Obtenido de <https://cloudlabs.us/es/virtual-stem-es/>
- Collado, C., Lucio, P., & Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGraw Hill.
- Cox, F., González, D., Magreñán, Á., & Orcos, L. (2022). Enseñanza de estadística descriptiva mediante el uso de simuladores y laboratorios virtuales en la etapa universitaria. *Bordón Revista de Pedagogía*, 74(4), 103-123.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York: Taylor & Francis.
- Dewey, J. (1966). *Lectures in the philosophy of education*. New York: Random House.
- Dewey, J. (1997). *Democracy and education: An introduction to the philosophy of education*. Penn State Electronic Classics: Free Press.
- Di, C., Zhou, Q., Shen, J, J., Li, L., Zhou, R., & Lin, J. (2021). . Innovation event model for STEM education: A constructivism perspective., 1(1), 60. *STEM Education*, 60-74. doi:10.3934/steme.2021005
- Driscoll, M. (2005). *Psychology of learning for instruction*.
- Dulce Salcedo, O., Maldonado, D., & Sánchez, F. (2019). *¿Influencian mujeres a otras mujeres? El caso de las docentes en áreas STEM en Bogotá*. Bogotá D.C: Universidad de los Andes.
- Glancy, A., & Moore, T. (2013). *Theoretical Foundations for Effective STEM Learning Environments*. Purdue University.
- Graham, M., Frederick, J., Byars-Winston, A., Hunter, A., & Handelsman, J. (2013). Increasing persistence of college students in STEM. *Science*, 341, 1455–1456.
- Johnson, D., Johnson, R., & Holubec, E. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Buenos Aires: Paidós.
- Krahenbuhl, K. (2016). Student-centered education and constructivism: Challenges, concerns, and clarity for teachers. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues, and Ideas*, 89(3), 97-105.
- Krajcik, J., & Shin, M. (2006). Project-based Learning. En *The Cambridge handbook of the learning sciences* (págs. 317-334). Cambridge.
- Latorre, A. (2004). *La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. España: Graó.
- Lesh, R., & Zawojewski, J. (2007). Problem solving and modeling. En F. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (págs. 763–804). Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A., & Post, T. (2000). Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers. En A. Kelly, & R. Lesh (Edits.), *Research design in mathematics and science education* (págs. 591–646). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- López-Noguero, F. (2005). *Metodologías participativas en la enseñanza universitaria*. Madrid - España: Narcea Ediciones.
- Losada Fajardo, E., & Chala Cardozo, E. (2020). *La educación STEM, estrategias dinámicas para consolidar la formación vocacional*. Bogotá D.C: Universidad Minuto de Dios. Trabajo de Grado. . Obtenido de https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/10707/1/UVDT.NAT_LosadaElizabeth-ChalaEdna_2020
- Mahecha Valero, A., Rodríguez Aguazaco, C., & Arboleda Barrante, C. (2021). *La educación*

- STEM en la práctica docente: una propuesta pedagógica para fortalecer las 4 C'S del siglo XXI en los estudiantes de grado 9° del Colegio Champagnat de Bogotá. Tesis. Bogotá D.C: Universidad La Gran Colombia - Tesis de Grado. Obtenido de <https://repository.ugc.edu.co/handle/11396/6992>*
- Miller, L., Chang, C., Wang, S., Beir, M., & Klisch, Y. (2011). Learning and motivational impacts of a multimedia science game. *Computers and Education*, 1425–1433.
- Min TIC. (17 de Julio de 2021). *Ruta STEM 2021 contará con la participación de 7.795 docentes de colegios oficiales en Colombia*. Obtenido de <https://www.mintic.gov.co/porta/inicio/Sala-de-prensa/MinTIC-en-los-medios/178587:Ruta-STEM-2021-contara-con-la-participacion-de-7-795-docentes-de-colegios-oficiales-en-Colombia>
- Ministerio de Educación Nacional. (2015). *Derechos Básicos de Aprendizaje - Ciencias Naturales*. Colombia.
- Moore, T., Roehrig, G., Lesh, R., & Guzey, S. (2010). *New directions for STEM integration on what it means to “understand” concepts and abilities needed for success beyond school in the 21st century*. Purdue University Press.
- Moursund, D. (1999). *Project-based learning using information technology*. Eugene, OR: ISTE Publications.
- Moursund, D. (1999). *Project-based learning using information technology*. Eugene, OR:: International society for technology in education.
- Nadelson, L., & Seifert, A. (2017). Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. *The Journal of Educational Research*, 110, 221–223.
- Oliveira, A., Behnagh, R., Ni, L., Mohsinah, A., Burgess, K., & Guo, L. (2019). Emerging technologies as pedagogical tools for teaching and learning science: a literature review. *Human Behavior & Emerging Technologies*, 1, 149-160. doi:10.1002/hbe2.141
- Palacios, A., & Moreno-Mediavilla, D. (2022). El papel de las nuevas tecnologías en la educación STEM. *Bordón, Revista de Pedagogía*, 74(4), 11-21. doi:10.13042/Bordon.2022.96550
- Sánchez, I. (2018). *Análisis de la Metodología Steam a través de la percepción docente*. Tesis de Maestría, Universidad de Valladolid. Obtenido de <https://bit.ly/2DuoYoA>
- Santillán, J., Cadena, V., & Cadena, M. (2019). Educación Steam: Entrada a la sociedad del conocimiento. *Ciencia Digital*, 3((3-4)), 212-227. doi:<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4.847>.
- Santillán-Aguirre, J., Jaramillo-Moyano, E., Santos-Poveda, R., & Cadena-Vaca, V. D. C, V. (2020). STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior., 5(8), 467-492. *Polo del Conocimiento*, 467-492.
- Secretaría de Educación , B. (s.f). *Bogotá Territorio STEM*. Obtenido de <https://www.redacademica.edu.co/bogotaterritoriostem>
- Shofiyah, N., Wulandari, F., Mauliana, M., & Pambayun, P. (2022). Teamwork skills assessment for STEM Project-Based Learnig. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(3), 1425-1432.
- Slough, S., & Milam, J. (2013). Theoretical framework for the design of STEM project-based learning. In STEM project-based learning. En R. Capraro, M. Capraro, & J. Morgan (Edits.), *STEM project-based learning. An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach* (págs. 15-27).
- Tiberio Hernández, J., Figueroa, M., Carulla, C., Patiño, M., Tafur, M., & Duque, M. (2004). Pequeños científicos, una aproximación sistémica al aprendizaje de las ciencias en la escuela. *Revista de Estudios Sociales*, 19, 51-56.
- Universidad Minuto de Dios. (01 de Abril de 2021). *EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE EN PLAN SABER DIGITAL 4.0*. Obtenido de <https://www.uniminuto.edu/noticias/experiencias-de-aprendizaje-en-plan-saber-digital-40>
- Vygotski, L. (1972). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: La Pléyade.
- Yakman, G. (2008). STEAM education: An overview of creating a model of integrative education.

Pupils' Attitudes Towards Technology. Salt Lake City, USA.
Yakman, G. (2010). *Sustainable STEAM: STEM + Arts TEKS Standards Substantiation*. Obtenido de <http://aggie-stem.tamu.edu/>