

CAPÍTULO 1

PRÁCTICAS DE CREACIÓN DE CONOCIMIENTO DESDE LA EXPERIMENTACIÓN CONJUNTA Y LA COOPERACIÓN POR LOS ESTUDIANTES DE COLEGIOS EN EXPLORA

Carlos E. Blanco-Valbuena¹, Biviana Álvarez-Gómez²

¹Ph.D en Economía y Dirección de Empresas por la Universidad de Deusto (País Vasco-San Sebastián). Académico-Investigador, Facultad de Ciencias y Tecnologías, Universidad Santo Tomás de Bogotá. Investigador principal.

²Parque Explora- Líder en gestión de las comunidades. Medellín-Colombia

carlose.co2010@gmail.com, biviana.alvarez@parqueexplora.org

<https://doi.org/10.3926/oms.419-1>

Blanco-Valbuena, C.E., Álvarez-Gómez, B. (2025). Ciencia a la mano: Transferencia y creación de conocimiento en el centro de ciencia Explora. En C.E. Blanco-Valbuena (Ed.). *Prácticas de Creación de conocimiento desde la experimentación, la construcción conjunta y la cooperación por los estudiantes de Colegios en Explora*. Barcelona, España: OmniaScience. 15-57.

1. Introducción

Nonaka et al. (2002) subrayan que las condiciones favorables para la creación de conocimiento dentro de una organización pasan por el método SECI (Socialización – Externalización – Combinación – Internalización), pero la aparición de un “ba” es esencial que represente un espacio físico, virtual o mental dentro del cual se genera, comparte y utiliza el conocimiento.

El proceso de creación de conocimiento es evidente cuando el conocimiento se convierte en el insumo principal, es cimentado por las personas y representa sus creencias acerca de las relaciones causales (Probst, Raub y Romhardt, 2000). Entendemos el conocimiento como el cuerpo de la cognición y la habilidad que los individuos utilizan para resolver los problemas a través de las reglas cotidianas teóricas y prácticas e instrucciones para la acción. El conocimiento se basa en los datos e información, pero a diferencia de estos dos, siempre está ligado a las personas.

Teniendo en cuenta la misión del parque Explora como una organización de naturaleza social, según Pinho et al. (2012), este tipo de organizaciones se enfrentan al reto de crear, mejorar y gestionar nuevos activos de conocimiento y transformarlos en valor social y económico. De acuerdo con Ubeda-García et al. (2013), afirman que esta gestión hace que las personas sean creadoras y poseedoras del conocimiento, con alto potencial y competencias distintivas compartiendo ideas, opiniones y experiencias que contribuyan a desarrollar la base de conocimientos organizacionales (Monavvarian y Khamda, 2010).

El presente artículo intenta vislumbrar cómo se produce la dinámica de la creación de conocimiento en el desarrollo del programa “Ciencia a la Mano” del Parque Explora con el apoyo de diferentes equipos de aliados y los estudiantes de los colegios mencionados anteriormente.

2. Revisión de la literatura

Nonaka y Takeuchi (1995) apoyan la tesis de que el conocimiento tácito es de alto valor para la organización, gracias a que solo existe en las personas y a su habilidad para entender las experiencias de los otros a través de un lenguaje común.

En este sentido, en la teoría de la creación de conocimiento organizacional, se adopta la definición tradicional de conocimiento, que lo considera una creencia verdadera justificada. Concebimos que el conocimiento es un proceso humano dinámico y de justificación de la creencia personal en busca de la verdad. Entonces, la información es un flujo de mensajes y el conocimiento es creado precisamente por ese flujo de información, anclado en las creencias y el compromiso de su poseedor. Esta explicación hace hincapié que el conocimiento está en esencia relacionado con la acción humana.

Como una base fundamental de la teoría de creación de conocimiento organizacional, centramos nuestra atención en la naturaleza activa y subjetiva del conocimiento, la cual es representada por los términos compromiso y creencia, profundamente arraigados en los sistemas de valores de los individuos.

A continuación, abordaremos la teoría de la creación de conocimiento haciendo énfasis en los conceptos de conocimiento tácito y explícito, el modelo SECI y el significado del “Ba” desde los diferentes tipos, mecanismos y estrategias.

2.1. Teoría de la Creación de Conocimiento

Con el fin de poseer una mejor comprensión sobre la teoría de la creación de conocimiento, es esencial que tengamos una mirada más amplia sobre el significado de conocimiento como un activo estratégico de este proceso. Nonaka y Takeuchi (1999), lo consideran una creencia verdadera aceptada visto como un proceso humano dinámico de justificación de la creencia personal en busca de la verdad. En la opinión de Bollinger y Smith (2001, p.9), definen el conocimiento como la comprensión, la conciencia o la familiaridad adquirida a través del estudio, la investigación, la observación o la experiencia a lo largo del tiempo. Es una interpretación individual de la información basada en las experiencias, habilidades y competencias personales. Smith (2001), afirma que el conocimiento es un activo humano muy personal, representa la experiencia y los esfuerzos mancomunados de las redes y las alianzas. Para Alavi y Leidner (2001) y Nonaka (1994), el conocimiento se define como una creencia justificada que aumenta la capacidad de la acción efectiva de una entidad. La creencia se justifica porque se basa en la información, así como en los valores y los entendimientos previos del poseedor, lo que significa que el conocimiento es relacional y específico del contexto. La creencia también debe estar vinculada de alguna manera a una

acción efectiva, de modo que la creación del conocimiento también implique la creación de algo de valor (von Krogh, 1998).

Al referirnos a la *creación de conocimiento*, debemos hacer hincapié en la gestión de conocimiento al considerar que este enfoque suele ocuparse de capturar el “know-how” y el “know-what” de una organización a través de la creación, la recopilación, el almacenamiento, la distribución y la aplicación (Miller, 1999). Significa identificar y aprovechar el conocimiento colectivo de la organización adquirido a través de la experiencia y las competencias. Teniendo en cuenta los hallazgos en los estudios de Alavi y Leidner (2001) y von Krogh, Nonaka y Aben (2001), encontraron que la creación y transferencia de conocimiento son las piedras angulares de la gestión de conocimiento.

Con respecto a los aportes mencionados anteriormente, la teoría de la creación de conocimiento fue propuesta por primera vez por Nonaka (1994) y Nonaka, Reinmoeller y Senoo (1998). Nonaka sustentaba que la capacidad de creación de conocimiento de una organización se refiere a la capacidad de una organización para crear nuevo conocimiento, difundirlo en una organización e incorporarlo en los productos, servicios y sistemas. Sobre esta base, Bloodgood y Salisbury (2001) y Choi y Lee, (2002) señalan la creación de conocimiento (CC) como un proceso perenne de la gestión del conocimiento mediante el cual las personas y los equipos dentro de una empresa y entre las empresas comparten el conocimiento tácito y explícito. Nahapiet y Ghoshal (1998), consideran que la creación de conocimiento se refiere a la capacidad de una organización para intercambiar y combinar los conocimientos con el fin de crear nuevos conocimientos, además desempeñan un papel fundamental en la ventaja competitiva (Grant, 1997; Spender, 1996; Tsoukas y Mylonopoulos, 2004).

La creación de conocimiento puede ser ampliada y explicada desde varios componentes como la dimensión ontológica, la dimensión epistemológica, el modelo SECi, el concepto de “ba” y los diferentes tipos de “ba”.

Al estudiar la creación de conocimiento desde la *dimensión ontológica*, una organización no puede crear conocimiento sin los individuos. La empresa apoya a los individuos creativos o provee los contextos que necesitan para que crean conocimiento. Por lo tanto, la creación de conocimiento organizacional debe ser entendida como un proceso que desarrolla organizacionalmente el conocimiento

creado por los individuos y lo cristaliza como parte de la red de conocimientos de la organización. Este proceso se lleva a cabo en el interior de una creciente comunidad de interacción, la cual atraviesa los niveles y las fronteras intra e interorganizacionales. Autores como Powell (1998); Corno et al. (1999); Michelis (2001); Chua (2002); Tsai (2002); Spencer (2003); Muthusamy y White (2005), han demostrado en los hallazgos la importancia de las relaciones interorganizacionales en el proceso de surgimiento de nuevos conocimientos. Estos autores argumentan que una red de aliados es más efectiva que una organización “solitaria” en el proceso de creación, transferencia y sistematización del conocimiento.

Al valorar la creación de conocimiento desde la *dimensión epistemológica*, abordamos los aportes de Polanyi (1966) en el cual el autor establece las diferencias entre el conocimiento tácito y el explícito, conceptos que describiremos a continuación.

2.2. Conocimiento tácito y explícito

Tanto el conocimiento tácito como el explícito juegan un papel estratégico en el proceso de la creación de conocimiento a través de la red de interacciones. Al referirnos al *conocimiento tácito*, es el conocimiento no articulado que está en la mente de una persona y que a menudo es difícil de describir y transferir. Grayson y O'Dell, (1998), proponen como ejemplos: las lecciones aprendidas, el conocimiento, el juicio, las reglas empíricas y la intuición. Según Sternberg (1997), el conocimiento tácito es altamente personal y subjetivo suele ser informal y puede inferirse de las declaraciones de los demás. En opinión de Polanyi (1966), el conocimiento “explícito” o codificado se refiere a aquel que puede ser transmitido de manera formal, y con un lenguaje metódico para ser compartido; mientras que el conocimiento “tácito” tiene una cualidad propia que lo hace difícil de formalizar y comunicar. Por esta razón, está profundamente ligado a la acción, al compromiso y a la participación en un contexto específico.

Smith (2001) afirma que el conocimiento tácito, es un conocimiento práctico, orientado a la acción o “saber hacer” basado en la práctica, adquirido por la experiencia personal, rara vez expresado abiertamente y a menudo se asemeja a la intuición. No se encuentra en los manuales, libros, bases de datos o archivos. El conocimiento tácito es técnico o cognitivo y éste último se compone de modelos mentales, valores, creencias, percepciones, percepciones y suposiciones. El

conocimiento técnico tácito se demuestra cuando las personas dominan un conjunto específico de conocimientos o utilizan habilidades como las que desarrollan gradualmente los maestros artesanos.

El conocimiento tácito-cognitivo incorpora modelos mentales implícitos y percepciones que están tan arraigadas que se dan por sentadas (Sternberg, 1997). Los modelos cognitivos afectan la forma en que damos sentido a los eventos de nuestro mundo. Las personas utilizan las metáforas, analogías y demostraciones e historias para transmitir su conocimiento tácito a los demás (Stewart, 1997). Los oyentes pueden evaluar el contenido y las acciones de la historia y aplicar el conocimiento tácito útil a sus propios trabajos. Las conversaciones útiles, espontáneas y creativas a menudo ocurren cuando las personas intercambian ideas y aspectos prácticos en un entorno libre y abierto. Zander y Kogut (1995), hacen hincapié en que se puede evaluar la tacitividad del conocimiento midiendo su nivel de codificación, describiendo el nivel de codificación como el grado en que el conocimiento se expresa por escrito en el momento de su transferencia.

Para Smith (2001), el conocimiento tácito es evidente cuando las relaciones son abiertas, amistosas, no estructuradas, basadas en el intercambio de conocimientos abierto y espontáneo. La motivación surge cuando se inspira a los demás a través del liderazgo, la visión y el contacto personal frecuente con las personas. Los conocimientos tácitos se comparten desde el intercambio altruista, la creación de redes, el contacto cara a cara, las videoconferencias, los chats y la narración de historias.

El conocimiento explícito, según Smith (2001), este “saber qué” o conocimiento sistemático se comunica y comparte fácilmente a través de métodos impresos, electrónicos y otros medios formales. El conocimiento explícito es técnico y requiere un nivel de conocimiento o comprensión académica que se obtiene a través de la educación formal. El conocimiento explícito se codifica cuidadosamente, se almacena en una jerarquía de bases de datos y se accede a él con sistemas de recuperación de la información de alta calidad, fiable y rápida.

El conocimiento explícito es evidente a través de los procesos de trabajo desde las tareas organizadas, rutinarias, asume un entorno predecible, lineal, reutiliza el conocimiento codificado y crea objetos de conocimiento. Para la codificación está basado en los hechos, utiliza métodos probados, principalmente el

pensamiento convergente. El resultado de compartir este tipo de conocimiento se basa en extraer los conocimientos de las personas, codificarlos, almacenarlos y reutilizarlos según sea necesario para los clientes. Se comparte por medio del correo electrónico, las discusiones electrónicas y los foros. En la evaluación del conocimiento explícito se tienen en cuenta los logros laborales tangibles, no necesariamente en la creatividad y el intercambio de conocimientos.

Redes de conocimiento

Al referirnos a *las redes* como un mecanismo para compartir el conocimiento tácito, son cruciales cuando existen fuertes vínculos que consienten la interacción cara a cara entre los dos partes involucradas en la transferencia e involucran categorías y esquemas cognitivos compartidos (Daft & Lengel, 1984). Estas categorías cognitivas son las creencias que los individuos tienen sobre el mundo o sus “modelos mentales” (Denzau & North, 1994). Las redes de conocimiento pueden adoptar la forma de una cooperación más o menos laxa con otras organizaciones e individuos. De hecho, se ha demostrado que las redes informales y poco frecuentes entre las organizaciones pueden representar fuentes significativas de nuevos conocimientos (Kreiner & Schultz, 1993).

Lo anterior nos lleva a suponer en opinión de Schulz (2001) que el intercambio y transferencia de conocimiento tácito mejora el resultado de los procesos de aprendizaje al señalar que los flujos de conocimiento en las organizaciones son importantes porque alimentan los procesos de aprendizaje de las subunidades. Perrow (1992) añade que las dimensiones de la *confianza* y la *cooperación* representan posiblemente un papel clave en la transferencia de conocimientos. Human y Provan (1997) destacan que las redes informales son más eficaces cuando están ubicadas geográficamente cerca, operan en un segmento de mercado específico, establecen relaciones horizontales y de cooperación entre sus actores. Como aporte, Marcon y Moinet (2000) afirman que las personas pueden estar vinculadas e involucradas a través de una relación social, que deben estar comprometidas y llevar a cabo acciones que reflejen el intercambio de objetos de valor y significado a través de la interacción. Para Corno et al. (1999), las redes representan el lugar donde los procesos de aprendizaje son evidentes a través de la consolidación del conocimiento.

2.3. El modelo SECI

De acuerdo con la teoría de Nonaka et al. (2000) de la creación de conocimiento (CC) organizacional, éste se crea a través de un diálogo continuo entre el conocimiento tácito y explícito y constituye cuatro patrones de socialización (tácito-tácito), externalización (tácito-explícito), combinación (explícito-explícito) e internalización (explícito-tácito).

El modelo de socialización, externalización, combinación e internalización (SECI) se considera el modelo clave de la gestión de conocimiento (GC), ya que integra diversos procesos como la generación, codificación, transferencia y uso del conocimiento organizacional. Estudios previos han utilizado SECI para medir los procesos de GC (Choi & Lee, 2002; Lee & Choi, 2003). Los cuatro patrones del modelo SECI incluyen la GC, y las dimensiones de este enfoque, como la transferencia de conocimientos, la documentación, la adquisición, la creación y recreación (Seleim & Khalil, 2011; Despres & Chauvel, 2012).

En la teoría de la CC de Nonaka (1995) y Nonaka et al. (2006), la **socialización** se refiere al proceso de convertir el conocimiento tácito en tácito. El conocimiento tácito se comparte a menudo entre las personas a través del contacto social (comunicaciones e interacciones informales), como las discusiones, el intercambio de experiencias precedentes, a través de las observaciones, la práctica, los modelos mentales, las habilidades técnicas y las conversaciones informales abiertas. Este tipo de conocimiento se adquiere de manera informal a través de la experiencia práctica. La **externalización** es el proceso de convertir el conocimiento tácito en explícito. El conocimiento tácito se articula y cristaliza en conocimiento explícito y es compartido por otros miembros de la organización para convertirse en la base de un nuevo conocimiento. La externalización es un proceso esencial de creación de conocimiento en el que el conocimiento tácito se vuelve explícito y adopta la forma de metáforas, analogías, conceptos, hipótesis o modelos. Es aquí donde se observa típicamente en el proceso de creación de conceptos y es generado por el diálogo o la reflexión colectiva. La **combinación** es el proceso que integra el conocimiento explícito de diversas fuentes para generar un conocimiento explícito más sistemático. En este modo, el conocimiento explícito existente se fusiona, categoriza, reclasifica y sintetiza para crear un nuevo conocimiento explícito. Esta forma de conversión de conocimiento implica la combinación de

distintos cuerpos de conocimiento explícito. Los individuos intercambian y combinan conocimiento a través de distintos medios, tales como los documentos, reuniones, conversaciones por teléfono o redes computarizadas de comunicación. La reconfiguración de la información existente que se lleva a cabo clasificando, añadiendo, combinando y categorizando el conocimiento explícito (como en bases de datos- de computadora), puede conducir a nuevo conocimiento. El nuevo conocimiento explícito se difunde por toda la organización. La **internalización/interiorización** se logra a través de la transformación del conocimiento explícito en conocimiento tácito a través de un proceso en el que las ideas abstractas se transforman en concretas y finalmente son absorbidas como un valor integral. Este proceso de aprendizaje es experiencial a través del cual el conocimiento explícito se convierte en parte del conocimiento de un miembro de la organización y, finalmente, se convertirá en un activo de la organización. La interiorización está relacionada con el “aprendiendo-haciendo”. Cuando las experiencias son internalizadas en la base de conocimiento tácito de los individuos a través de la socialización, la exteriorización y la combinación, en la forma de modelos mentales compartidos y know-how técnico, se vuelven activos muy valiosos.

2.4. El concepto de “Ba” y los diferentes tipos

Para Nonaka et al. (2006), el concepto de ba tiene como objetivo unificar el espacio físico (como el espacio físico de una sala de reuniones o lugares de trabajo dispersos), el espacio virtual (como el correo electrónico, intranets, teleconferencias o una comunidad virtual) y el espacio mental (las ideas, las experiencias, los modelos mentales y las emociones compartidas). Según Nonaka (1998), en la teoría del existencialismo, ba es un contexto que alberga significado. Por lo tanto, consideramos que ba es un espacio compartido que sirve de base para la creación de conocimiento. En opinión de Fayard (2003), ba es el intercambio de datos, información, opiniones, colaboración y movilización de conocimiento en torno a un proyecto para hacer frente a las necesidades y medios desconocidos dentro de una organización. Por estos motivos, el ba es fundamentalmente subjetivo, relacional y la participación se origina porque está orientado por el interés común y porque no hay conflictos dentro de las relaciones humanas. En conclusión, el ba se entiende como un lugar donde las interacciones dinámicas entre el conocimiento tácito y el conocimiento explícito y sus modalidades, están condicionadas por las dimensiones de ambos. Lo que

diferencia a ba de cualquier interacción humana ordinaria es el concepto de creación de conocimiento.

La función del ba desde la articulación de las diferentes interacciones consiste en aportar nuevas formas para analizar la naturaleza de un problema o mejorar una situación, por ejemplo, el desarrollar nuevas ideas y artefactos (Bueno et al., 2008). En esta misma línea de pensamiento, Eskildsen et al. (1999) afirman que el ba debe favorecer el talento creativo de los individuos incrementando su grado de participación y esfuerzo para resolver los problemas y situaciones relevantes de la organización.

Al relacionar el proceso SECI con los diferentes tipos de ba, el *ba originador* proporciona un contexto para la *socialización* (Nonaka & Takeuchi, 1995) y un espacio existencial para que los individuos trasciendan sus límites a través de la implicación física y de sus capacidades. En esta etapa, este tipo de ba, incluye un componente tácito cuando las personas comparten cara a cara las emociones, experiencias, sentimientos e imágenes mentales. En estas interacciones se evidencia una relación en donde además es palpable la confianza, la empatía, los valores, la cultura, la cooperación, el compromiso, el lenguaje corporal, lo que facilita la difusión del conocimiento tácito.

Con respecto al *ba dialogante*, ofrece principalmente un contexto para la *externalización a partir de las discusiones grupales* cara a cara, que impulsan la conversión de conocimiento tácito a explícito y la creación de conceptos. Es decir, el conocimiento tácito de los individuos es compartido y articulado a través de los diálogos entre los participantes, y es ahí donde entran en juego las habilidades de la conversación y el uso de un lenguaje común. En este espacio, los individuos se ocupan de los modelos mentales de los demás, y al mismo tiempo analizan los propios, convertidos en términos comunes y articulados como conceptos. Es esencial, seleccionar como participantes en la conversación a individuos que provean en conjunto una mezcla adecuada de conocimiento y capacidades específicos, puesto que el conocimiento se crea mediante las interacciones de iguales. En los hallazgos de Fayard (2003), encontró en un programa de cuidado de la salud, que la empatía proporcionó el clima adecuado para la *externalización* del conocimiento tácito que no se expresaba con palabras ni oraciones.

En relación con el *ba sistemático*, implica la interacción colectiva en ambientes virtuales en los que se difunden trabajos impresos (proyectos, procedimientos, etc.) que permitan conocer los avances logrados en las distintas áreas. Ichijo y Nonaka (2007) aseveran que este tercer tipo de *ba* está definido por las interacciones colectivas y virtuales. En síntesis, el *ba sistemático* se relaciona con la *combinación*, es un espacio virtual de interacción que proviene de la cooperación virtual. En esta interacción, es ideal contar con un ambiente de colaboración y cooperación, tal como lo llevan a cabo las empresas de tecnología de información bajo la modalidad de redes en línea, groupware, documentación y bancos de datos (Nonaka y Teece, 2001).

El *ba ejercido*, permite que el conocimiento socializado, externalizado y sistematizado vuelva a ser interpretado e interiorizado por el sistema cognitivo de los individuos como nuevos conceptos y prácticas de trabajo. Por lo tanto, se puede observar que pueden surgir diferentes *ba* de grupos de trabajo, círculos informales, reuniones temporales, espacios virtuales y otros momentos en los que las relaciones tienen lugar en un tiempo y espacio compartidos.

3. Metodología

En el caso seleccionado para la investigación participaron las siguientes instituciones: El exploratorio del Parque Explora, los colegios Institución Educativa Fe y Alegría - Luis Amigó de la ciudad de Medellín, el área del Acuario y el colectivo de *biohacking* de Exploratorio, el grupo de investigación de ingeniería de tejidos y terapias celulares de la Universidad de Antioquia, liderado por la profesora Dra. Luz Marina Restrepo, y los estudiantes del posgrado de Ciencias básicas biomédicas del Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM).

El objetivo principal del proyecto ha sido promover los procesos de aprendizaje colaborativos y experienciales con los estudiantes de la Institución Educativa Fe y Alegría - Luis Amigó de la ciudad de Medellín, para que los participantes fomenten la construcción conjunta de ideas y proyectos en torno las ciencias básicas, aplicadas y humanas, donde se reconozca la diversidad de los enfoques y las maneras de acercarse al conocimiento.

La importancia de este proyecto radica en haber mantenido durante más tres (3) años consecutivos un relacionamiento activo con la institución educativa, que se

traduce en el desarrollo de un programa construido junto con los maestros y los estudiantes. Este programa ha permitido la madurez de la metodología o modelo aplicable a la escuela. Por otro lado, su enfoque se ha traducido en la apropiación directa y concluyente de las metodologías de trabajo colaborativo vivenciales y experimentales por parte de la comunidad educativa. El fin ha sido y es la dinamización de la enseñanza de las ciencias a través de un proceso articulado al currículo. Cabe mencionar, que la participación de las familias y las comunidades barriales en torno al desarrollo de los proyectos ha sido fundamental.

Como evidencia se cuenta con la participación continua durante más de tres (3) años de 25 estudiantes de una serie de talleres o actividades en tres (3) temas que se traducen en 40 sesiones de formación. Se han desarrollado 14 proyectos liderados por los estudiantes que dan cuenta de sus realidades y la participación de docentes que han apropiado las metodologías y las han replicado con sus estudiantes.

La operacionalización de la investigación se llevó a cabo sobre la base de la sistematización entre los elementos conceptuales, los autores y las variables correspondientes. Esta lógica estructurante permitió una mejor adecuación entre las variables a observar y los subyacentes constructos teóricos, como se puede ver en la Tabla 1.

La evidencia empírica fue recolectada a partir de las entrevistas realizadas a los diferentes actores que estuvieron presentes en todo el proceso del programa. Cada entrevista tuvo una duración aproximada de 45-60 minutos y todas fueron realizadas por los investigadores. Se diseñó un cuestionario que plasmaba las preguntas relacionadas con los diferentes tipos de “ba”, teniendo en cuenta los tipos de interacciones, los mecanismos, las estrategias, las frecuencias y las evidencias. Este cuestionario se elaboró a partir de las variables constantes de investigación de la Tabla I, con el objetivo de presentar una secuencia lógica de las preguntas a los entrevistados. Además de las entrevistas, fueron recolectadas otras evidencias relacionadas con las diferentes etapas del proceso del programa. Las entrevistas fueron grabadas y luego transcritas. Los resultados de las entrevistas y observaciones realizadas por el investigador fueron comparados con los elementos conceptuales.

Tabla 1. Elementos conceptuales, autores y variables

Operalización de las variables de investigación
<p>Creación de Conocimiento: Miller, 1999; Alavi y Leidner (2001) y von Krogh et al. (2001); Nonaka (1994) y Nonaka et al. (1998); Bloodgood y Salisbury (2001) y Choi y Lee, (2002); Nahapiet y Ghoshal (1998).</p> <p>Relaciones interorganizacionales: Powell (1998); Corno et al. (1999); Michelis (2001); Chua (2002) ; Tsai (2002); Spencer (2003); Muthusamy y White (2005).</p> <p>Conocimiento tácito y explícito: Polany (1966); Smith (2001); (Stewart, 1997); Zander y Kogut (1995).</p> <p>SECI: Seleim y Khalil (2011); Despres y Chauvel (2012); Nonaka (1995); Nonaka (2007).</p> <p>“Ba”: Nonaka et al., (2006); Fayard (2003); (Bueno et al., 2008); Eskildsen et al., (1999); Nonaka y Takeuchi (1995); Ichijo y Nonaka (2007); (Nonaka y Teece (2001).</p> <p>Redes de Conocimiento: Sabel, (1991) (confianza); Oliver y Ebers, (1998) (redes interorganizacionales); Marcon y Moinet (2000) (acciones que reflejen el intercambio de objetos de valor y significado); Human y Provan (1997) (ubicación geográfica cerca, operan en un segmento del mercado específico; establecen relaciones horizontales y de cooperación entre sus actores) ; Perrow (1992) (confianza y cooperación). Corno et al (1999), redes para el aprendizaje y consolidación del conocimiento.</p> <p>-Tipos y cantidad de ba originario (interacción cara a cara, reuniones informales, compartir experiencias, puntos de vista, encuentros vía on-line).</p> <p>-Tipos y cantidad de “Ba” dialogante (reuniones formales, toma de decisiones, reuniones de planificación, compartir modelos mentales);</p> <p>-Tipos y cantidad de “Ba” sistemático (reuniones virtuales, uso de plataformas, documentos, gestión compartida);</p> <p>-Tipos y cantidad de ba ejercido (desarrollo de nuevas ideas y artefactos, aplicación de la metodología, acompañamientos, aplicación del conocimiento);</p> <p>-Confianza en el intercambio de información y conocimientos;</p> <p>-Generación de un ambiente de colaboración y cooperación. Ichijo y Nonaka (2007).</p> <p>-Generación de motivación e intercambio de conocimientos, relaciones abiertas, amistosas, no estructuradas, (Smith, 2001).</p> <p>-Generación de confianza</p> <p>-Formación de redes interorganizacionales</p> <p>-Intercambio de objetos de valor y significado.</p> <p>-Ubicación geográfica cercana</p> <p>-Operación en un segmento del mercado similar</p> <p>-Relaciones horizontales</p> <p>-Cooperación entre los miembros.</p> <p>-Transferencia de categorías y esquemas cognitivos compartidos (Daft & Lengel, 1984).</p> <p>-Redes informales (Kreiner & Schultz, 1993)</p> <p>-Aprendizaje y consolidación del conocimiento (Corno et al., 1999).</p>

De acuerdo con las directrices de Yin (1989) y Wacheux (1996), este procedimiento tiene como objetivo lograr una mejor comprensión del fenómeno que se estudia, así como de las implicaciones teóricas de la investigación. Las entrevistas se analizaron primero de forma individual, y posteriormente en su conjunto, en un intento de identificar elementos similares y convergentes que pudieran tener un impacto en las conclusiones de la investigación.

3.1. Caso de Ciencia a la Mano

El Parque Explora, ubicado en la ciudad de Medellín, dispone en sus instalaciones de un taller público de experimentación llamado Exploratorio, donde las personas y las comunidades, entre la itinerancia y la recurrencia, se reúnen para prototipar ideas y desarrollar proyectos. En este lugar los ciudadanos disponen de un espacio para la investigación, la experimentación y la creación colectiva desde diferentes campos del conocimiento. Allí se desarrollan iniciativas a través de varias estrategias como: laboratorio de maderas, Biolab, laboratorio audiovisual, laboratorio de prototipado, una huerta comunitaria y el taller central.

Desde el 2016 el Exploratorio ha acogido las propuestas de los públicos en relación con las necesidades específicas del territorio, articulando y generando oportunidades de aprendizaje que complementan los conocimientos previos de los participantes y aquellos que se promueven por la escuela formal.

En relación con el papel del Exploratorio, una de las estrategias que actualmente viene realizando desde el equipo de gestión con comunidades es el programa “Ciencia a la Mano”. Este programa surge como respuesta a la solicitud de la Institución Educativa Fe y Alegría- Luis Amigó- del barrio Moravia, de realizar un trabajo colaborativo para reactivar el laboratorio de ciencias escolares. Por este motivo, “Ciencia a la Mano” surgió como un concepto que se construyó de forma conjunta en el 2016 entre el equipo del Exploratorio y los estudiantes de los colegios mencionados.

La propuesta de los educadores y los estudiantes era acercarse a la ciencia usando la experimentación, la creación y la fabricación, así como las premisas de “hazlo tú mismo” y “hazlo con otros”, teniendo en cuenta las dinámicas propias del territorio. En este sentido, se concibió a “Ciencia a la Mano” como un espacio de investigación y de aprender haciendo en torno a las ciencias básicas y biológicas.

En este lugar, los participantes se acercan a la experimentación, la construcción conjunta de conocimiento y la cooperación a múltiples niveles para el desarrollo de ideas y proyectos.

El proyecto, tuvo su inicio como un trabajo de construcción colaborativa entre estudiantes, profesores, directivos del colegio y el equipo de gestión social (gestión con comunidades) del Exploratorio. A esta iniciativa se sumaron otros actores del Parque Explora, como el área del Acuario y el colectivo de *biohacking* del Exploratorio, que tiene como labor replicar instrumentos de laboratorio a bajo costo con la idea de conectar la biología y la tecnología. También se unieron el grupo de investigación de ingeniería de tejidos y terapias celulares de la Universidad de Antioquia, liderado por la Dra. Luz Marina Restrepo, y los estudiantes del posgrado de Ciencias básicas biomédicas del Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM).

Durante el año 2016, el Exploratorio y el grupo de investigación de Ingeniería de tejidos y terapias celulares de la Universidad de Antioquia se reunieron en el laboratorio de la institución educativa para estudiar la célula y el ADN con métodos caseros. En las sesiones de 2017 y 2018 se construyeron aparatos de laboratorio de bajo costo como microscopios y filtros de agua.

La mayoría de las sesiones se han desarrollado en la institución educativa Fe y Alegría Luis Amigó y en el Exploratorio. Éstas incluyen el diseño de prácticas replicables en los diferentes grupos del colegio, charlas con los invitados expertos, salidas de campo, visitas a los museos y a los laboratorios de la UdeA y del ITM. Al final de cada año, se ha llevado a cabo una muestra del proyecto en la feria del colegio, con el fin de socializar los productos desarrollados con los docentes, directivos.

Para los años 2021 al 2024, se fomentó una apuesta para ampliar el nivel de cobertura del programa, convocando a uno de los colegios para llevar la estrategia de “Ciencia a la Mano” a otros colegios y extender la apropiación de las ciencias básicas. En este proyecto participaron los jóvenes del Centro Formativo de Antioquia (CEFA).

El programa ha definido varias metas en el aprendizaje de las ciencias como: a) Propiciar espacios de experimentación, de creación en torno a las ciencias básicas, aplicadas y humanas por medio de metodologías como ciencia

ciudadana, “hazlo tú mismo” y “hazlo con otros; b) Articular los contenidos y aprendizajes con el Plan curricular de la Institución Educativa Fe y Alegría - Luis amigó y del Cefa; c) Fomentar la participación de los estudiantes y los profesores en el diseño y construcción de proyectos sencillos articulados al territorio; d) Generar estrategias, instrumentos y/o protocolos de documentación de la experiencia, que consientan la retroalimentación y la réplica en las comunidades que no tienen conectividad digital; e) Promover el intercambio de saberes y experiencias con expertos invitados.

La metodología de trabajo se planteó con la conformación de dos (2) grupos de las instituciones Fe y Alegría Luis Amigo-Moravia- y el Centro Formativo de Antioquia, Cefa con una aproximación de 25 a 20 estudiantes del grado noveno. La duración del proyecto fue de 13 sesiones de trabajo con una periodicidad quincenal de tres (3) horas y una muestra final de los proyectos de investigación realizados. Cabe mencionar, que el proyecto se continuó con el apoyo de los primero estudiantes para llevarlo a otros colegios.

La metodología que se diseñó para este fin está conformada por cuatro (4) componentes: El *primer componente*, consiste en un ciclo de charlas inspiradoras donde expertos investigadores invitados propician espacios para la experimentación y el diálogo entre los estudiantes y profesores alrededor a un tema convocante, que les permite a su vez la reflexión y el desarrollo de ideas o proyectos que respondan a las condiciones de los colegios o el territorio. En los diferentes encuentros asistieron expertos en las áreas científicas, y compartieron con los estudiantes su forma de vidas, su trayectoria académica y laboral, con el objetivo de promover las vocaciones científicas y la curiosidad desde la motivación.

El *segundo componente*, se llevó a cabo con un acercamiento a los conceptos de astronomía, como la carta celeste, los agujeros negros, las constelaciones, la vía Láctea, el Big Bang. Por otro lado, se desarrollaron los talleres sobre los cuerpos rocosos, temblores de otro mundo, el camino del sol, astrología vs astrología, el universo multicolor. Los talleres se encaminaron en temas como: el funcionamiento de las placas tectónicas, bandas del espectro electromagnético, construcción de un espectroscopio y la composición de las constelaciones.

El *tercer componente*, se enmarcó en la ruta la “Vida en el Universo”, para que los estudiantes recorrieran las diferentes salas del Planetario de Medellín. Los

participantes conocieron sobre el Sistema Solar, los planetas y manifestaciones como aduanas, el peso molecular en los planetas, la vida microscópica en otros mundos, entre otros. Cabe mencionar, que es la primera vez que se abordó una actividad como ésta.

En el *cuarto y último componente* se desarrollaron los proyectos de investigación relacionados con la astronomía, en diversos proyectos que se enfocaron en: Libros, Biomas, Gafas 3D, Microscopios, Lámparas, y murales en alusión a las nebulosas.

Para el Parque Explora, la evaluación era una tarea fundamental para tener evidencias en relación con los objetivos misionales. La evaluación también proporcionó los insumos importantes para identificar las fortalezas y las debilidades, para mejorar la efectividad y poder entender la importancia de los componentes del programa, con miras a establecer mejoras, tomar decisiones, generar conocimiento sobre los mecanismos y los efectos de una intervención.

4. Resultados y discusión

En este apartado presentamos los resultados en relación con los hallazgos de los diferentes tipos de “ba”, los mecanismos y las estrategias que los confirman. De igual manera, haremos hincapié en los aportes de los autores que concuerdan y sirven como argumento frente a los resultados.

Ba Originador

Un primer “ba originador”, es evidente cuando los directivos y los profesores de la Institución educativa, se reúnen con el equipo del Exploratorio de Explora y les expresan la necesidad que tienen llevar a cabo un *trabajo colaborativo* para reactivar el Laboratorio de Ciencias Escolares, debido a que se dejó de utilizar por mucho tiempo por los docentes y los estudiantes. Por ese entonces, el Exploratorio tenía también la necesidad de acercarse a los territorios para implementar las metodologías activas que permitieran la apropiación del conocimiento en estos espacios, logrando desde esta intención la articulación con la Institución educativa. Estos hechos nos confirman el argumento de Smith (2001), al afirmar que el conocimiento tácito es evidente cuando las relaciones son abiertas,

amistosas, no estructuradas y basadas en el intercambio de conocimientos desde la voluntad como una constante.

Un segundo “*ba originador*”, se lleva a cabo cuando se iniciaron las *conversaciones cara a cara entre las personas* del Exploratorio, un profesor de la institución educativa y el colectivo llamado Biohacking que trabajaba en esa época en el espacio del Exploratorio. Este colectivo fue clave, debido a que podía desarrollar artefactos caseros como por ejemplo, una centrífuga casera o un microscopio casero. Esta idea gustó mucho con lo que requerían en el laboratorio de la institución educativa para realizar las prácticas.

Un tercer “*ba originador*” surge cuando se *requiere integrar al grupo* de Biohacking del exploratorio y al grupo de la institución educativa, un colectivo externo que fuera experto y que tuviera experiencia en el desarrollo del concepto del laboratorio escolar. Es en este momento, cuando fue invitada la profesora Luz Marina con su equipo de estudiantes de posgrado de la Universidad de Antioquia, para catalogar y caracterizar el espacio del laboratorio escolar.

Un cuarto “*ba originador*”, transcurre entre los equipos del exploratorio en una serie de reuniones y encuentros de *manera continua y regular* donde compartían los equipos de Biohacking como el equipo de Ingeniería de Tejidos, los conocimientos, las experiencias y los recursos desde los quehaceres propios como investigadores. Cada equipo exponía sus metodologías. El equipo de la profesora Luz Marina con una formación más formal, académica y en cambio el grupo de Biohacking con su experticia de cómo “hackear” el territorio, con metodologías informales y desde las metodologías desde el hacer de tipo más casero. Los encuentros se *basaron en cómo iba a ser esa idea* de llegar a ese laboratorio y empezaron a proponer *una serie de metodologías* que permitieran dejar unos productos a la institución educativa para utilizar el laboratorio. Esta dinámica coincide con los aportes de Nonaka y Takeuchi (1995), donde además de compartir el conocimiento tácito en la interacción cara a cara, también se comparten las emociones, las experiencias, la confianza, la empatía, los valores, la cultura y el lenguaje corporal, lo que facilita la difusión de este tipo de conocimiento evidente en las actividades anteriores.

Los *sucesivos encuentros* entre los equipos tuvieron como fin *compartir varias ideas* que apoyaban en alto grado la exploración de metodologías innovadoras. Se trataba

de que las experiencias de las *personas tuvieran un efecto motivador* y también desarrollar un material para que los estudiantes lo utilizaran. Se pensó sobre cómo idear o desarrollar la metodología que tuviera una evaluación continua. En este caso, se pudo observar que compartir los conocimientos tácitos entre los integrantes de los diferentes equipos fue esencial tal como afirma Nonaka (1995) y Nonaka (2007), en la que el contacto social por medio de las discusiones, el intercambio de experiencias precedentes, las habilidades técnicas y las conversaciones informales abiertas hacen evidente la socialización.

El “ba originador” se nutrió desde las *interacciones entre los integrantes de los equipos que siempre mostraron buena disposición y confianza* para los encuentros cara a cara en la manera de “pensar las ideas”. La *empatía estuvo presente* para dar una respuesta a la necesidad que tenían los profesores y los estudiantes del colegio con el fin de aportar un “granito de arena” a la calidad educativa. Los equipos reflexionaron sobre la educación actual y la encontraron muy laxa. Basándose en esta percepción, a los estudiantes se les debía ofrecer unos buenos ambientes de aprendizaje para que aprendieran y apropiaran los conocimientos transferidos. En estas acciones podemos observar que la *interacción de conocimientos tácitos* fue posible a la cercanía, la cooperación y a la formación como investigadores, tal como lo manifiestan Human y Provan (1997).

Ba Dialogante

En relación con este tipo de “ba”, los encuentros entre los equipos fueron más que todo en clave de las *reuniones presenciales*. Estas reuniones estuvieron muy de cara al *reconocimiento y a la contextualización del perfil de los equipos*. Se llevaron a cabo sesiones de ideación o de trabajo en los cuales los equipos se reunieron para intercambiar las ideas y las experiencias sobre las metodologías que poseían. Surgió la pregunta sobre qué *metodologías de enseñanza y aprendizaje de carácter formal se implementarían*, como es el caso del equipo de la Profesora Luz Marina y aquellas de carácter informal por los equipos del Exploratorio y el colectivo Biohacking que en ese entonces habitaba el Exploratorio. Estas evidencias corroboran lo que aseveran Bloodgood y Salisbury (2001) y Choi y Lee, (2002) al referirse a la creación de conocimiento cuando se comparte el conocimiento tácito y explícito.

El objetivo de estos encuentros fue *compartir las prácticas exitosas* que se hacían desde el quehacer de la investigación. Se trataba de compartir esas formas de enseñar que el Exploratorio tenía sobre la ciencia de una manera práctica y efectiva para colaborar en el diseño de “Ciencia a la Mano”. Los equipos escrutaban sobre cuáles metodologías se podrían implementar, qué habilidades o competencias se podrían desarrollar en los estudiantes. De igual manera compartían el material por correo electrónico o Whatsapp.

El resultado de los diálogos de los equipos del Exploratorio, el grupo de Biohacking y el grupo de la Universidad de Antioquia fue intercambiar el “*pool*” de metodologías, la exploración del aprendizaje basado en los proyectos, el aprendizaje colaborativo, el enfoque STEAM y las metodologías ciudadanas que consisten en “hazlo tú mismo” y “hazlo con otros”. Este resultado fue enriquecedor y fructífero para el programa porque se logró un fortalecimiento en la colaboración entre los equipos y se aprovecharon las fortalezas y experiencias de cada grupo para crear una experiencia educativa integral y memorable para los estudiantes. De los resultados, se puede destacar la obtención de la diversificación con énfasis pedagógico dentro del programa, para adaptarlo mejor a la enseñanza. Los equipos de trabajo ostentaban varias metodologías que se utilizaron para obtener los elementos más representativos con el fin de construir y equipar entre todos las metodologías. En este escenario, fueron evidentes las conversaciones únicas, espontáneas y creativas al observar el intercambio de ideas y aspectos prácticos en un entorno libre y abierto, que están en la línea del pensamiento de Zander y Kogut (1995).

Las *decisiones* que se tomaron durante las interacciones de los equipos fueron en primer lugar estratégicas para el programa, basados siempre en la proposición de acercarse a la ciencia por medio de la experimentación, la creación o la fabricación de dispositivos o prototipado, así como las premisas de “hazlo tú mismo” y “hazlo con otros”, que son premisas muy importantes para el exploratorio, debido a que en ese entonces los estudiantes iban a habitar este espacio. El resultado esperado consistía en que los estudiantes desarrollaran y fortalecieran las competencias científicas que les permitiera crear un ambiente adecuado de aprendizaje en clase, sin desconocer el territorio y las realidades donde ellos están inmersos.

En segundo lugar, se tomaron *decisiones estratégicas* referentes a la selección de la metodología, por ejemplo, las metodologías más adecuadas que iban a integrar el

programa, la planificación de las actividades, el establecimiento de los objetivos, la asignación de los roles, las responsabilidades dentro del grupo, la evaluación del programa, la planeación y los cronogramas.

Las *estrategias y la planeación* que desarrollaron los equipos inicialmente apuntaron a trabajar en la consolidación de un modelo para garantizar que respondiera a las necesidades que tenía la institución educativa. Este modelo se pensó en las charlas de los maestros y los estudiantes en los talleres, que con el tiempo fue evolucionando. Se tomó en cuenta la planificación curricular integral de cara a la necesidad de la institución educativa y de los colegios, por ejemplo, para complementar los currículos escolares, fortalecer las competencias científicas y ciudadanas en los estudiantes. Otra estrategia de *planificación relevante* fue la selección de los expertos, los temas, el diseño y la organización de los talleres para que los estudiantes pudieran experimentar y tuvieran unos espacios adecuados como el exploratorio, en algunas aulas de clase y salones de la institución educativa. Se llevó a cabo la planeación de las salidas pedagógicas, el desarrollo de los proyectos escolares con un enfoque territorial aplicado al conocimiento de situaciones reales y por último la organización de la muestra.

Uno de los productos que se obtuvo del “ba dialogante” después de todas las ideaciones y después de elegir las metodologías fue un documento orientador que daba cuenta de la alineación del programa. De igual manera se empezaron a prediseñar unas guías a medida que se tenían las interacciones con los estudiantes. Al mismo tiempo se elaboraron los cronogramas, los documentos orientadores que mejoraban con el tiempo. Desde el punto de vista de Daft y Lengel (1984); Stewart, (1997); Grayson y O'Dell (1998) en esta fase del proceso de creación de conocimiento se desarrollan conceptos que son generados por la reflexión colectiva, el uso de metáforas, las analogías, las lecciones aprendidas, las habilidades de la conversación, los esquemas cognitivos y el uso de un lenguaje común.

Citamos una evidencia del proceso por parte de la líder del proyecto de Explora:

“En el “ba dialogante”, percibí que las interacciones fueron de mucha colaboración, de mucho compartir, hubo una comunicación muy abierta, muy transparente, asegurándonos, que siempre estuviéramos alineados con los objetivos del programa. Hubo un intercambio

regular de información, mucho respeto y mucha flexibilidad, pues, también como a la adaptabilidad porque todos traíamos como ideas y metodologías muy diferentes desde nuestros quehaceres. Entonces, era como abrazar esa metodología que traía el otro, también, o esas estrategias que traía el otro. De cierta manera, fuimos siendo muy flexibles y tratando de adaptarnos a ellos”.

En el “ba dialogante”, se compartieron actitudes tales como la *apertura a la curiosidad* ante nuevas ideas y enfoques. La *empatía, la colaboración, el respeto* por las diferencias y el trabajo conjunto como equipo fueron constantes en consonancia con los hallazgos de (Fayard, 2003). Además, fue perceptible la *adaptabilidad*, como una *actitud de búsqueda a las soluciones*. Siempre se estuvo pensando creativamente para motivar a los estudiantes a que tuvieran amor al programa, con la ética y la responsabilidad de cada uno.

Ba Sistemático

En este tipo de “ba”, los espacios de comunicación electrónica entre los equipos del Exploratorio y el equipo de expertos fueron el *correo electrónico, Google Meet, Zoom* y el *WhatsApp*. Estas herramientas se utilizaron para facilitar la comunicación y la colaboración entre los equipos, permitiendo el intercambio de la información, la coordinación de las reuniones, compartir los documentos y mantener actualizados ciertos aspectos del proceso del programa. Cabe destacar que el correo electrónico y el WhatsApp fueron los más utilizados. Estas interacciones tienen relación con los aportes de Ichijo y Nonaka (2007), al opinar que el “ba sistemático” está determinado por las interacciones colectivas y virtuales.

El *correo electrónico* se utilizó básicamente para la comunicación formal y para compartir los documentos importantes que se desarrollaban durante el programa y las reuniones. El Google Meet o Zoom se utilizaron para las reuniones virtuales y para resolver problemas. En el caso del WhatsApp y el correo electrónico fueron válidos para las comunicaciones más pertinentes de cara a compartir los documentos claves que ayudarían a desarrollar todo el programa de ciencia a la mano. Como observamos, las interacciones concuerdan con los hallazgos de Nonaka y Teece (2001), al corroborar que en el “ba” sistemático es

ideal contar con un ambiente de colaboración y cooperación con el uso de las redes en línea, el *groupware*, documentación y bancos de datos.

Los documentos con conocimiento tácito que se explicitaron y se desarrollaron entre los equipos fueron los planes de trabajo, en los que se detallaban los objetivos del programa, las actividades planificadas, los recursos necesarios y los plazos. Otros documentos evidentes fueron las guías metodológicas, como orientadores que incluyen el enfoque pedagógico, las actividades recomendadas, los protocolos de evaluación con los diferentes criterios, los procedimientos para evaluar el programa y evaluar el impacto en los estudiantes y los maestros. Se compartieron también, los recursos educativos, es decir, aquellos materiales desarrollados para el uso del programa, por parte de los estudiantes o de los profesores. De igual manera, las presentaciones, las guías de las actividades, los videos o instructivos, diversos formatos para la presentación y para plasmar las narrativas, no sólo documentos físicos, y sino también por ejemplo Google Sites.

En cada año del programa, se diseñó un espacio, “una site” para describir qué fue lo que pasó en el programa, compartir los informes del proceso para tener evidencias de los logros alcanzados, los desafíos, las lecciones aprendidas, y todos los documentos que podían contener el conocimiento explícito sobre los diversos aspectos del programa. Uno de los documentos que tuvo mayor impacto y de mayor importancia que se construyó entre los equipos fue el documento orientador, en el que se plasmaron todos los aspectos y visiones, cómo se conformó la estructura y cómo se haría el paso a paso del programa. Los otros documentos de mayor valor corresponden a los de la evaluación.

Al referirnos a las interacciones en las sesiones a través de la plataforma Zoom entre el exploratorio y el equipo de expertos, fue un espacio de encuentro para una variedad de interacciones, no solo las charlas inspiracionales, sino también en las sesiones de taller, en las asesorías de los proyectos, en el desarrollo de la muestra final. En la Pandemia, por ejemplo, se utilizó bastante esta plataforma debido a que no se podrían hacer las reuniones cara a cara con los estudiantes o con los expertos.

En esta etapa del programa, la frecuencia de las interacciones fue semanal para tener ejecutados los productos y los documentos. Se requirió de un esmero constante para avanzar según lo planificado. En un programa donde es necesaria

una ejecución continua, como el de “Ciencia a la Mano”, se esperaba que fuera un proceso constante por lo que las reuniones y las comunicaciones fueron semanales. Los encuentros eran necesarios para no perder el impulso en el programa y para abordar cualquier problema, desafío e inconveniente que surgieran en las fases del programa.

Las actitudes manifiestas por parte de los integrantes de los equipos en este tipo de interacciones fueron la *comunicación fluida, la escucha paciente, la empatía y de mucha paciencia* porque es un programa que no es muy común, donde los del equipo y los asesores hacían hincapié que era la primera vez o que pocas veces participaban de un programa. Básicamente se contó con el apoyo, la empatía de todos los participantes y la necesidad también de ellos de conocer el programa, conocer a los estudiantes y aportar desde sus conocimientos.

Citamos una evidencia del “Ba” sistemático de la líder del programa:

“En el “ba” sistemático se evidencian muchos conocimientos que generalmente las personas no tienen tan presentes en la cotidianidad, pero cuando se explora como en este tipo de elementos como es el caso de este ba, van aflorando una serie de conocimientos que generalmente eran desconocidos por el hecho de estar centrados en el día a día en el desarrollo del programa”.

Ba Ejercicio

Al considerar en el “ba” ejercido, las interacciones de los expertos invitados y los estudiantes con el fin de fomentar los espacios de experimentación y creación por medio de las metodologías como la ciencia ciudadana, “hazlo tú mismo” y “hazlo con otros”, encontramos que los expertos invitados desempeñaron un papel fundamental al llevar a *cabo charlas y talleres sobre los temas de interés*. Este enfoque se fundamentó en una sólida base conceptual en ciencias, compartiendo al mismo tiempo las experiencias personales, los conocimientos tácitos y explícitos, asesorando a los estudiantes en los proyectos para la creación de prototipos como parte esencial y fundamental, tal como lo argumentan Polanyi, (1966), Smith (2001) y Stewart (1997).

En esta fase, se propuso el “hazlo tú mismo y hazlo con otros”, porque esta dinámica les permitía utilizar los materiales para diseñar los prototipos caseros. En la etapa de la pandemia, no era posible interactuar cara a cara, entonces se requería que los estudiantes tuvieran cierto material a la mano para desarrollar con los equipos de los expertos investigadores los contenidos. Con respecto a la metodología “hazlo tú mismo y hazlo con otros”, fue la adecuada porque les consintió a los estudiantes acceder a ciertos conocimientos, a los materiales y a proponer un prototipo que fuera de fácil elaboración desde su entorno y sus posibilidades.

Más allá de la enseñanza académica por los expertos investigadores, también compartieron con los estudiantes la experiencia de vida relacionada con la vocación, inspirándolos, motivándolos y mostrándoles la relevancia de la ciencia en la vida cotidiana. Las acciones de los expertos reflejados en la orientación práctica y la motivación personal contribuyeron al desarrollo integral de los estudiantes y a la apropiación del contenido de las metodologías. Estas evidencias concuerdan con los aportes de Smith (2001) al afirmar que la motivación surge cuando se inspira a los demás a través del liderazgo, la visión y el contacto personal frecuente con las personas.

Debemos resaltar que, las *interacciones entre los expertos y el grupo de los estudiantes* estuvieron basadas en una *combinación de instrucción teórica, orientación y práctica, y mentoría personalizada diseñadas para enriquecer la experiencia del aprendizaje en los estudiantes y fomentar el desarrollo científico y personal*. Los estudiantes se comprometieron en una constante búsqueda de los procesos para promover el respeto por el otro y por las diferentes formas de pensamiento. En esta etapa, se fomentó vivamente el diálogo abierto, la valoración de las opiniones divergentes, reconociendo que la diversidad desde las perspectivas que tenían los estudiantes y que tenían todos los equipos enriquecía el proceso de aprendizaje y promovían una comprensión más amplia del mundo que los rodeaba. La interacción de los expertos investigadores fue muy positiva porque fue cara a cara con los estudiantes, fomentando el relacionamiento para que fuera muy cercano y a la vez de manera tranquila, con el fin de darles confianza y que hicieran las preguntas.

En la *apropiación de conocimiento a través de la metodología*, cuyo enfoque fue para el diseño y desarrollo de los diferentes artefactos, se observó en *primer lugar*, que

una de las formas de internalización fue el relacionamiento que los estudiantes tuvieron de cerca con los proyectos, dado que ellos mismos fueron los que los priorizaron. En *segundo lugar*, se conformaron grupos de trabajo. Estos grupos de trabajo eran de aproximadamente de cinco estudiantes y dentro de ese grupo de trabajo había unos roles específicos como el de líder, el utilero, el que gestionaba el tiempo y el que consolidaba las ideas. Estos roles permitieron una distribución eficiente de las tareas y las responsabilidades dentro de cada equipo. En la conformación del grupo, los estudiantes le ponían el nombre al grupo como parte de su motivación. En *tercer lugar*, luego de conformar el equipo de trabajo y de pensar en qué querían hacer, se les entregaba a los estudiantes una plantilla de proyecto que incluía varios puntos como la pregunta de investigación, los antecedentes, la justificación, los objetivos y los materiales necesarios para desarrollar el proyecto.

Este espacio de experimentación fue propicio para discutir, decidir y desarrollar las ideas de una manera más colaborativa. Al principio hicieron una especie de ideación y luego en la plantilla consolidaron un poco más la idea que tenían para poder desarrollar los proyectos. En esta fase, es donde la orientación de los asesores fue más constante para complementar el proceso de apropiación de la metodología por parte de los estudiantes. Desde los aportes de Nonaka (1994), en este tipo de “ba” fueron evidentes las actividades llevadas a cabo por los equipos para crear un nuevo conocimiento, difundirlo a través de los talleres con el apoyo de las metodologías e incorporándolo a los artefactos desarrollado por los estudiantes.

En relación con los aportes anteriores, los asesores de los equipos desempeñaron un papel crucial al ofrecer la dirección, apoyo y realimentación en todo el proceso de desarrollo de los proyectos. La experiencia y los conocimientos especializados de los asesores les ayudaron a dar una mejor forma a las ideas iniciales de los estudiantes, lo que hizo que lograran los productos finales, por ejemplo, artefactos en astronomía y libros. También se les sugirió a los estudiantes que utilizaran lenguajes alternativos u otros formatos. Necesariamente no tenía que ser la construcción de un dispositivo como tal, podían hacer también o podían utilizar otros formatos, por ejemplo, pintar un muro o hacer una obra de teatro. La idea fue que comunicaran la idea del proyecto. En este sentido, la internalización de las metodologías por los estudiantes y a la vez la aplicación del conocimiento tácito de los expertos fueron

posibles debido a las actividades donde fue evidente el “aprender-haciendo” (Nonaka, 1995; Nonaka, 2007).

En las *interacciones que tuvieron los expertos investigadores con los estudiantes*, se percibió, la actitud de apertura, la receptividad, la buena disposición para escuchar, considerar nuevas ideas y enfoques. Los estudiantes estuvieron muy abiertos a explorar diferentes perspectivas, diferentes enfoques, lo que facilitó el tener un ambiente de aprendizaje muy colaborativo y enriquecedor. También fue evidente la curiosidad y la motivación. Tanto los expertos como los estudiantes manifestaron un alto grado de curiosidad y motivación por el tema en discusión.

Dado que los estudiantes eligieron el tema que los convocababa, esta decisión facilitó la interacción con ellos. La gran mayoría tenían ansiedad por aprender y por participar activamente en las actividades propuestas. Esta motivación fue lo que impulsó el proceso de aprendizaje y que se adaptaran al proceso de “Ciencia a la Mano”.

El respeto mutuo y la colaboración también fueron evidentes. Desde Explora se promovió el respeto entre los expertos invitados y los estudiantes. Se percibió un espíritu de colaboración y de trabajo en equipo donde todos aprendieron a escucharse.

Citamos una anécdota de la líder de “Ciencia a la Mano”:

“Al principio fue difícil porque los estudiantes no se escuchaban entre sí y con el paso del tiempo que se avanzaba en el programa, empezaron a escucharse más y a valorar más las contribuciones de los compañeros. La paciencia y la tolerancia fueron fundamentales. Los estudiantes mostraron tener mucha paciencia y tolerancia durante las discusiones y las actividades”.

Dado que la intención de los aprendizajes de los estudiantes consistió en articular los contenidos con el *plan curricular, las estrategias* que se llevaron a cabo fueron muy diversas y también multidisciplinares. Algunas de estas estrategias se basaron en un análisis cuidadoso del currículo, con la colaboración de los docentes y de otros actores del colegio. El hecho de haber trabajado en los proyectos contextualizados también fue importante porque se requería de una realimentación a los profesores y a los docentes, y obviamente una evaluación

continua para garantizar la calidad y la relevancia del programa. Básicamente con el CEFA y con la institución educativa Fe y Alegría se realizó este análisis exhaustivo del plan curricular propuesto para identificar los objetivos de aprendizaje y los contenidos curriculares relevantes, como, por ejemplo, para el programa de “Ciencia a la Mano”. Seguidamente, se adaptaron los contenidos y los objetivos para que se alinearan a la temática escogida por los estudiantes como fue la astronomía.

Teniendo en cuenta lo acontecido, los contenidos debían estar acordes con los temas presentados, aprendidos y con las actividades planificadas en el programa. En esta fase, la *colaboración interdisciplinaria* fue fundamental porque si bien eligieron los contenidos de astronomía, la idea era que fuera ampliamente interdisciplinaria, no solo que se tuviera en cuenta la astronomía desde una única óptica, sino que también se articulara la biología, la astrobiología y la robótica. ¿La pregunta que surgió en esta fase, es por qué esta idea? Porque se tenían unos equipos como el de Juan Gato y el equipo de la Profesora Luz Marina de la Universidad de Antioquia, que asintieron estas miradas y que consentían darles estas herramientas a los estudiantes para que pudieran crear sin límites.

A través de la evaluación, encontramos evidencias que dan fe de las *competencias científicas humanas que fortalecieron a los estudiantes*. Podemos citar, por ejemplo, el desempeño en los proyectos científicos. Nos referimos a la capacidad de los estudiantes para planificar, ejecutar y presentar los proyectos de manera efectiva, incluyendo la formulación de la pregunta de investigación, el diseño de los experimentos, la recopilación y el análisis de los datos, y la comunicación de los resultados. También podemos mencionar como evidencias la colaboración, el trabajo en equipo y la habilidad de los estudiantes para trabajar de manera colaborativa en los grupos, compartiendo las ideas, resolviendo los problemas y alcanzando los objetivos comunes. Resaltamos que a través del proceso se nutrió el pensamiento crítico para la resolución de problemas, para analizar la información, los patrones, plantear las hipótesis, encontrar las soluciones creativas a problemas científicos y sociales.

Como soporte de la evaluación, *las evidencias con respecto a los intereses que los estudiantes tuvieron por la ciencia a partir de su participación*, se destacan la participación. Es decir, el grado en el que los estudiantes se involucraron activamente en las

actividades propuestas a través del programa “Ciencia a la Mano”, cómo fueron las charlas con los expertos, los talleres prácticos y los proyectos de investigación.

Hacemos hincapié que la manifestación de la curiosidad y la formulación de las preguntas fueron constantes por parte de los estudiantes en las discusiones y las propuestas de nuevos temas o proyectos relacionados con la ciencia. La creatividad y la iniciativa las presenciamos como esas capacidades de los estudiantes de generar ideas originales, diseñar experimentos, proyectos innovadores y de proponer soluciones creativas a los problemas científicos. También observamos el interés constante y la persistencia que tuvieron los estudiantes en el desarrollo del programa “Ciencia a la Mano”.

Además de lo observado anteriormente, el otro interés manifiesto fue la aspiración profesional relacionado con la ciencia, como el deseo de optar por carreras en campos científicos o tecnológicos o de participar en algunas actividades de investigación y desarrollo. También fue evidente la reflexión y valoración o esa capacidad de especular sobre su participación en “Ciencia a la Mano” como una especie de autoevaluación y de valorar esa experiencia y aprendizaje adquiridos reconociendo la importancia de la ciencia en sus vidas y en la sociedad en general.

5. Conclusiones

En este apartado presentamos las conclusiones en relación con los diferentes tipos de “Ba”, los mecanismos que se llevaron a cabo para su evidencia y las diferentes estrategias que se desarrollan en el programa “Ciencia a la Mano”.

1. El “*ba originador*”, fue evidente en las interacciones de los integrantes de los equipos donde se compartieron los conocimientos tácitos, las experiencias precedentes, las habilidades técnicas y las metodologías que habían desarrollado en proyectos anteriores. Estos conocimientos tácitos, se fortalecieron y enriquecieron debido al trabajo colaborativo, a los encuentros informales cercanos, la motivación, la confianza, la disposición y la empatía. Cabe resaltar que fue evidente el alto compromiso en los equipos para interesar e inspirar desde un comienzo a los estudiantes. De acuerdo los hallazgos revalidamos los argumentos de los autores como, Smith (2001), Nonaka y Takeuchi (1995), Nonaka (2007) y Human y Provan (1997).

2. Con respecto al “*Ba dialogante*”, fue manifiesto cuando se llevaron a cabo las reuniones cara a cara para el reconocimiento y la contextualización del saber de los integrantes de los equipos. Las interacciones estuvieron basadas en intercambiar las ideas y las experiencias sobre el cómo se implementarían las metodologías de acuerdo con el perfil de los estudiantes. El objetivo de los encuentros fue compartir las prácticas exitosas, la exploración del aprendizaje basado en los proyectos, el aprendizaje colaborativo, el enfoque STEAM y las metodologías ciudadanas. De esta manera se estaban aprovechando las fortalezas y las experiencias de cada equipo para crear una experiencia educativa integral y memorable para los estudiantes. En esta fase, se tomaron decisiones estratégicas del programa para acercarse a la ciencia por medio de la experimentación; decisiones estratégicas referentes a la selección de la metodología; decisiones en la planeación para trabajar en la consolidación de un modelo que garantizara y respondiera a las necesidades que tenía la institución educativa; decisiones para el diseño de los talleres y decisiones para la planeación de las salidas pedagógicas y el análisis del territorio. El resultado de esta fase fue el redactar un primer documento orientador y el prediseño de las guías. Las interacciones se nutrieron desde el respeto, la empatía, la flexibilidad, la adaptabilidad, la reflexión colectiva por los integrantes de los equipos. Los resultados de esta fase tienen una relación directa con los aportes de autores como Bloodgood y Salisbury (2001); Choi y Lee (2002); Zander y Kogut (1995); Daft y Lengel (1984); Stewart (1997); Grayson y O-Dell (1998) y Fayard (2003).
3. El “*ba sistemático*” fue cierto en el uso del correo electrónico para la comunicación formal y para compartir los documentos importantes. En el caso del Google Meet y el Zoom se usaron para las reuniones virtuales y para resolver los problemas. El WhatsApp y el correo electrónico fueron de utilidad para las comunicaciones pertinentes de compartir los documentos. Como resultado de las interacciones virtuales y formales, se obtuvieron los siguientes documentos: los planes de trabajo y los objetivos del programa, las actividades planificadas, los recursos necesarios y los plazos, las guías metodológicas con el enfoque pedagógico, los recursos educativos, las actividades recomendadas, los protocolos de evaluación y criterios, los procedimientos para evaluar el programa y evaluar el impacto en los estudiantes y los maestros. Las interacciones se nutrieron desde la comunicación fluida, la escucha paciente, la empatía y una alta paciencia.

4. El “*ba ejercido*” se llevó a cabo a través de las interacciones entre los expertos y el grupo de los estudiantes, y estuvieron basadas en una combinación de instrucción teórica, orientación práctica, mentoría personalizada para enriquecer la experiencia del aprendizaje en los estudiantes y fomentar el desarrollo científico y personal. En esta etapa, se fomentó el diálogo constante y la apreciación de las opiniones divergentes. Una primera forma que fomentó la internalización del conocimiento fue el relacionamiento que los estudiantes tuvieron de cerca con los proyectos, dado que ellos mismos fueron los que los priorizaron. Una segunda forma, fue la conformación de grupos de trabajo y la asignación de los diferentes perfiles. Una tercera forma, fue la entrega de una plantilla de proyecto a los estudiantes que incluía varios puntos como la pregunta de investigación, los antecedentes, la justificación, los objetivos y materiales necesarios para desarrollar el proyecto. En esta fase, la orientación de los científicos expertos fue más constante para complementar el proceso de apropiación de la metodología por parte de los estudiantes. Un aspecto para tener en cuenta en la internalización fue el papel que desempeñaron los asesores al ofrecer la dirección, el apoyo y la realimentación en todo el proceso de desarrollo de los proyectos. En las interacciones que tuvieron los expertos y los estudiantes, se percibió, la actitud de apertura, la receptividad, la disposición para escuchar, considerar nuevas ideas y enfoques.

6. Referencias

- Alavi, M., & Leidner, D. (2001). 'Knowledge management and knowledge management systems: conceptual foundations and research issues. *MIS Quarterly*, 25(1), 107-136. <https://doi.org/10.2307/3250961>
- Bloodgood, J. M. & Salisbury, W. D. (2001). Understanding the influence of organizational change strategies on information technology and knowledge management strategies. *Decision Support Systems*, 31(1), 55-69. [https://doi.org/10.1016/S0167-9236\(00\)00119-6](https://doi.org/10.1016/S0167-9236(00)00119-6)
- Bollinger, A. S. & Smith, R. D. (2001). Managing organizational knowledge as a strategic asset. *Journal of Knowledge Management*, 5(1), 8-18. <https://doi.org/10.1108/13673270110384365>
- Bueno, E., Rodríguez, J., & Salmador, M. P. (2008). Knowledge creation as a dynamic capability: implications for innovation management and

- organisational design. *International Journal Management Practice*, 2(1), 72-82. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2008.015989>
- Choi, B. & Lee, H. (2002). Knowledge management strategy and its link to knowledge creation process. *Expert Systems with Applications*, 23(3), 173-187. [https://doi.org/10.1016/S0957-4174\(02\)00038-6](https://doi.org/10.1016/S0957-4174(02)00038-6)
- Chua, A. (2002). The Influence of Social Interaction on Knowledge Creation. *Journal of Intellectual Capital*, 3, 375-392. <https://doi.org/10.1108/14691930210448297>
- Corno, F., Reinmoeller, P., & Nonaka, I. (1999). Knowledge creation within industrial systems. *Journal of Management and Governance*, 3(4), 379-394. <https://doi.org/10.1023/A:1009936712733>
- Daft, R. L., & Lengel, R. H. (1984). Information richness: a new approach to managerial behavior and organizational design. I Staw, B.M. & Cummings, L.L. (Eds). *Research in Organizational Behavior*, 6, JAI Press, Greenwich, CT, 191-223.
- Denzau, A. T., & North, D. (1994). *Shared mental models: ideologies and institutions*. Kyklos, 3-3.1. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6435.1994.tb02246.x>
- Despres, C., & Chauvel, D. (2012). *Knowledge Horizons*. Routledge, Boston, MA. <https://doi.org/10.4324/9780080496016>
- Eskildsen, J. K., Dahlgaard, J. J., & Norgaard, A. (1999). The impact of creativity and learning on business excellence. *Total Quality Management*, 10(4-5), 523-530. <https://doi.org/10.1080/0954412997488>
- Fayard, P. (2003). Strategic communities for knowledge creation: a Western proposal for the Japanese concept of Ba. *Journal of Knowledge Management*, 7(5), 25-31. <https://doi.org/10.1108/13673270310505359>
- Grant, R. M. (1997). The knowledge based view of the firm: Implications for management practice. *Long Range Planning*, 30(3), 450-454. [https://doi.org/10.1016/S0024-6301\(97\)00025-3](https://doi.org/10.1016/S0024-6301(97)00025-3)
- Grayson, C. J., & O'Dell, C. S. (1998). Mining your hidden resources., *Across the Board*, April, 23-28.
- Human, S. E., & Provan, K. G. (1997). An emergent theory of structure and outcomes in small-firm strategic manufacturing network. *Academy of Management Journal*, 40(2), 368-403. <https://doi.org/10.2307/256887>

- Ichijo, K., & Nonaka, I. (2007). *Knowledge Creation and Management. New challenges for managers*. Oxford University Press, New York.
<https://doi.org/10.1093/oso/9780195159622.001.0001>
- Kreiner, K., & Schultz, M. (1993). Informal collaboration in R&D: the formation of networks across organizations. *Organization Studies*, 14(2), 189-209.
<https://doi.org/10.1177/017084069301400202>
- Lee, H., & Choi, B. (2003). Knowledge management enablers, processes, and organizational performance: an integrative view and empirical examination. *Journal of Management Information Systems*, 20(1), 179-228.
<https://doi.org/10.1080/07421222.2003.11045756>
- Marcon, M., & Moinet, N. (2000). *La stratégie-réseau*. Éditions Zéro Heure, Paris.
- Michelis, G. (2001). Cooperation and knowledge creation. In Nonaka, I. & Nishiguchi, T. (Eds). *Knowledge Emergence*. Oxford University Press, New York, NY, 124-44. <https://doi.org/10.1093/oso/9780195130638.003.0008>
- Miller, W. (1999). Building the ultimate resource. *Management Review*, January, 42-45.
- Monavvarian, A., & Khamda, Z. (2010). Towards successful knowledge management: people development approach. *Business Strategy Series*, 11(1), 20-42. <https://doi.org/10.1108/17515631011013096>
- Muthusamy, S., & White, M. (2005). Learning and knowledge transfer in strategic alliances: a social exchange view. *Organization Studies*, 26(3), 415-441.
<https://doi.org/10.1177/0170840605050874>
- Nahapiet, J., & Ghoshal, S. (1998). Social capital, intellectual capital, and the organizational advantage. *Academy of Management Review*, 23(2), 242-266.
<https://doi.org/10.2307/259373>
- Nonaka, I. (1994). A dynamic theory of organizational knowledge creation. *Organization Science*, 5(1), 14-37. <https://doi.org/10.1287/orsc.5.1.14>
- Nonaka, I. (1998). The concept of 'Ba': building a foundation for knowledge creation. *California Management Review*, 40 (3, Spring).
<https://doi.org/10.2307/41165942>
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create The Dynamics of Innovation*. Oxford University Press, Oxford.
<https://doi.org/10.1093/oso/9780195092691.001.0001>
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1999). *La organización creadora de conocimiento: cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación*. México: Oxford.

- Nonaka, I., & Teece (2001). *Managing Industrial Knowledge. Creation, Transfer and Utilization*. Sage Publication, Londres / Thousand Oaks / Nueva Delhi.
<https://doi.org/10.4135/9781446217573>
- Nonaka, I., Reinmoeller, P., & Senoo, D. (1998). The art of knowledge: systems to capitalize on marketknowledge. *European Management Journal*, 16(6), 673-684.
[https://doi.org/10.1016/S0263-2373\(98\)00044-9](https://doi.org/10.1016/S0263-2373(98)00044-9)
- Nonaka, I., Toyama, R., & Konno, N. (2000). SECI, Ba and leadership: a unified model of Dynamic knowledge creation. *Long Range Planning*, 33(1), 5-34.
[https://doi.org/10.1016/S0024-6301\(99\)00115-6](https://doi.org/10.1016/S0024-6301(99)00115-6)
- Nonaka, I., Toyama, R., & Konno, N. (2002). SECI, ba and leadership: a unified model of Dynamic knowledge creation. In Little, S., Quintas, P., & Ray, T. (Eds). *Managing Knowledge an Essential Reader*. Sage, London, 41-67.
<https://doi.org/10.4135/9781446217573.n2>
- Nonaka, I., von Krogh, G., & Voelpel, S. (2006). Organizational knowledge creation theory: evolutionary paths and future advances. *Organization Studies*, 27(8), 179-208. <https://doi.org/10.1177/0170840606066312>
- Perrow, C. (1992). Small-firm networks. In Nohria, N., & Eccles, R. (Eds). *Networks and Organizations: Structure, Form and Action*. Harvard Business School Press, Boston, MA, 445-470.
- Pinho, I., Rego, A., & Pina e Cunha, M. (2012). Improving knowledge management processes: a hybrid positive approach. *Journal of Knowledge Management*, 16(2), 215-242. <https://doi.org/10.1108/13673271211218834>
- Polanyi, M. (1966). *The Tacit Dimension*. Routledge and Kegan Paul, London.
- Powell, W. W. (1998). Learning from collaboration: knowledge and networks in the biotechnology and pharmaceutical industries. *California Management Review*, 40(3), 228-240. <https://doi.org/10.2307/41165952>
- Probst, G., Raub, S., & Romhardt, K. (2000). *Managing knowledge: Building blocks for success*, vol 360. John Wiley & Sons.
- Schulz (2001). The uncertain relevance of newness: organizational learning and Knowledge flows. *Academy of management Journal*, 44(4), 661-681.
<https://doi.org/10.2307/3069409>
- Seleim, A. A. S., & Khalil, O. E. M. (2011). Understanding the knowledge management-intellectual capital relationship: a two-way analysis. *Journal of Intellectual Capital*, 12(4), 586-614.
<https://doi.org/10.1108/1469193111181742>

- Smith, E. A. (2001). The role of tacit and explicit knowledge in the workplace. *Journal of Knowledge Management*, 5(4), 311-321. <https://doi.org/10.1108/13673270110411733>
- Spencer, J. W. (2003). Firms' knowledge-sharing strategies in the global innovation system: empirical evidence from the flat panel display industry. *Strategic Management Journal*, 24(3), 217-33. <https://doi.org/10.1002/smj.290>
- Spender, J.-C. (1996). Making knowledge the basis of a dynamic theory of the firm. *Strategic Management Journal*, 17(special issue, Winter), 45-63. <https://doi.org/10.1002/smj.4250171106>
- Sternberg, R. J. (1991). *Tacit Knowledge Inventory for Managers, The Psychological Corporation*. San Antonio, TX.
- Sternberg, R. J. (1997). *Successful Intelligence*. Penguin Putnam, New York, NY.
- Stewart, T. A. (1997). *Intellectual Capital, Currency/ Doubleday*. New York, NY.
- Tsai, W. (2002). Social structure of 'co-opetition' within a multiunit organization: coordination, competition, and intra-organizational knowledge sharing. *Organization Science*, 13(2), 179-190. <https://doi.org/10.1287/orsc.13.2.179.536>
- Tsoukas, H., & Mylonopoulos, N. (2004). Introduction: Knowledge construction and creation in organizations. *British Journal of Management*, 15(1), 1-8. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8551.2004.t01-2-00402.x>
- Ubeda-García, M., Marco-Lajara, B., Sabater-Sempere, V., & García-Lillo, F. (2013). Does training influence organisational performance?: Analysis of the Spanish hotel sector. *European Journal of Training and Development*, 37(4), 380-413. <https://doi.org/10.1108/03090591311319780>
- Von Krogh, G. (1998). Care in knowledge creation. *California Management Review*, 40(3), 133-153. <https://doi.org/10.2307/41165947>
- Von Krogh, G., Nonaka, I., & Aben, M. (2001). Making the most of your company's knowledge: a strategic framework. *Long Range Planning*, 34(4), 421-439. [https://doi.org/10.1016/S0024-6301\(01\)00059-0](https://doi.org/10.1016/S0024-6301(01)00059-0)
- Wacheux, F. (1996). *Méthodes qualitatives et recherche en gestion*. Economica, Paris.
- Yin, R. K. (1989). *Case Study Research: Design and Methods*. Sage, Newbury Park, CA.
- Zander, U., & Kogut, B. (1995). Knowledge and speed of the transfer and imitation of organizational capabilities: an empirical test., *Organization Science*, 6(1), 76-92. <https://doi.org/10.1287/orsc.6.1.76>

Tabla 2. Tipos de ba identificados en el Programa “Ciencia a la mano”

Encuentros informales entre los diferentes actores
En un <i>primer momento</i> del proceso, se iniciaron conversaciones entre el Exploratorio, la institución educativa y un grupo llamado Biohacking, que habitaba en ese entonces el espacio del Exploratorio y que básicamente trabajaba sobre desarrollos con material casero. Todo lo anterior surgió de una necesidad que tenía la institución educativa de activar el espacio del Laboratorio de Ciencias Naturales de la institución, debido a que este espacio se encontraba abandonado, no lo utilizaban ni los profesores ni los estudiantes.
En un <i>segundo momento</i> , surge cuando se dan reuniones presenciales entre el Exploratorio y el equipo de expertos reuniones donde se les comentaba sobre el proceso, qué era ciencia a la mano, cuáles eran las intenciones que teníamos para trabajar con los colegios. Se les contaba un poco las características del colegio, de los estudiantes y que básicamente escogieron el tema en los que esos invitados eran fuertes y que sí querían aportar con unas charlas o con un taller o básicamente en la asesoría también de esos proyectos.
En un <i>tercer momento</i> , se decidió unir los esfuerzos con personas o colectivos que fueran expertos y que fueran cercanos al concepto de laboratorio escolar. De esta manera, de cara al exploratorio se tuvieron una serie de reuniones y encuentros de manera continua donde los equipos de Biohacking y el equipo de Ingeniería de Tejidos de la Universidad de Antioquia compartían sus conocimientos, las experiencias los recursos desde los quehaceres y las metodologías.
Actualización, apropiación de información y conocimientos a través de tareas.
Los expertos, partían de una charla con los estudiantes, dejaban un material, daban algunas referencias que se podían encontrar en internet como para que los estudiantes fueran buscando sobre el tema que los motivaba o que los convocabía. También desarrollaban pequeños ejercicios o actividades dentro de la charla y a partir de esos ejercicios y actividades dejaban una serie de preguntas o de pequeñas “tareitas” que desde el Exploratorio en la sesión siguiente íbamos fortaleciendo y desarrollando con los estudiantes.
Espacios electrónicos
Correo electrónico y Zoom.

Tabla 3. Encuentros entre los equipos de Universidad de Antioquia y el grupo Biohacking “ba dialogante”

Reuniones Presenciales
<p>Los encuentros de los equipos fueron más que todo en clave de reuniones. Estas reuniones eran muy de cara al reconocimiento y a la contextualización de los equipos. Tuvimos sesiones de ideación o de trabajo en los cuales los equipos nos reunimos para intercambiar ideas, experiencias sobre metodologías, por ejemplo, qué implementábamos, metodologías de enseñanza y de aprendizaje, tanto de carácter formal, traídas más que todo por la Profesora Luz Marina y los actores escolares e informales. También, las que traíamos del equipo del Exploratorio y el colectivo Biohacking que en ese entonces habitaba el Exploratorio.</p>
<p>El objetivo de los encuentros era compartir las prácticas exitosas que hacíamos desde nuestro quehacer. De cierta manera, por ejemplo, compartir esas formas de enseñar que nosotros teníamos de la ciencia de una manera práctica y efectiva como para colaborar en el diseño de lo que iba a ser ciencia a la mano.</p>
Toma de decisiones estratégicas
<p>Se tomaron decisiones estratégicas para el programa, basados siempre en la premisa de acercarse a la ciencia por medio de la experimentación, por medio de la creación o la fabricación. Por ejemplo, de dispositivos o prototipado, así como las premisas de hazlo tú mismo, hazlo con otros, que son premisas muy importantes para el exploratorio.</p>
<p>Dentro de las decisiones encontramos, por ejemplo: la selección de la metodología, cuáles eran las metodologías más adecuadas que iban a integrar el programa: La planificación de actividades, el establecimiento de objetivos, asignación de roles y responsabilidades dentro del grupo, la evaluación el programa, los cronogramas y la planeación.</p>
Desarrollo del Tipo de estrategias y planeación
<p>Inicialmente se le apuntó a trabajar en la consolidación de un modelo para garantizar que este modelo inicial respondiera a las necesidades que tenía la institución educativa. El modelo inicialmente se pensó en las charlas de los maestros y en los talleres, que con el tiempo fue evolucionando.</p>
<p>Un tipo de estrategia fue la planificación curricular integral. Esta planificación la pensamos de cara a la necesidad de la institución educativa y de los colegios. Se trataba de complementar los currículos escolares que manejaban. Uno de los objetivos de ciencia a la mano era este, cómo articularnos efectivamente con ese interés que tenía la institución educativa de fortalecer las competencias científicas y ciudadanas en los estudiantes.</p>
<p>Otra estrategia se enmarcó en la planificación para la selección de los expertos y los temas. Fue relevante el diseño y la organización de los talleres para que los estudiantes pudiesen experimentar y tuvieran pues un espacio de experimentación adecuado como el exploratorio y algunas aulas de clase de la institución educativa.</p>
<p>Se tuvieron planificaciones, por ejemplo, de las salidas pedagógicas, el desarrollo de los proyectos escolares con un enfoque territorial aplicado al conocimiento de situaciones reales.</p>

Por último, la planificación de la muestra, donde se presentaron los artefactos que desarrollaron los estudiantes.

Productos como resultado del “ba dialogante”

En primer resultado fue un documento orientador que daba cuenta de la conformación del programa. O sea como después de todas las ideaciones, después de escoger las metodologías, se hizo un documento orientador que daba cuenta de todo lo realizado hasta este momento.

Un segundo resultado, fue evidente cuando se empezaban a diseñar guías de trabajo. A medida que íbamos ejecutando con los estudiantes, se iba elaborando pues también guías de trabajo. Había unas guías prediseñadas en los talleres, por ejemplo, el cambio climático.

Un tercer resultado, fueron los cronogramas, documentos orientadores y guías de trabajo que se dejaban en la institución educativa.

7. Anexos

Tabla 4. Encuentros entre los equipos “ba sistemático”

<p>Espacios de comunicación electrónica</p> <p>Los espacios utilizados fueron el correo electrónico, Google Meet, Zoom, WhatsApp. Estas herramientas fueron utilizadas para facilitar mucho la comunicación y la colaboración entre los equipos, permitiendo intercambiar información, coordinar reuniones, compartir documentos, mantener actualizados ciertos aspectos del proceso del programa. El correo electrónico y el WhatsApp fueron los más utilizados.</p> <p>El correo electrónico se utilizó básicamente para una comunicación formal y para compartir los documentos más importantes que se iban desarrollando de cara al programa y de cara a las reuniones que teníamos.</p> <p>El Google Meet o Zoom se utilizaron para reuniones virtuales o para resolver problemas. El WhatsApp y el correo electrónico se utilizaron para las comunicaciones más pertinentes de cara a compartir los documentos claves que nos ayudarían a desarrollar todo el programa de ciencia a la mano.</p>
<p>Documentos desarrollados y compartidos entre los equipos</p> <p>Planes de trabajo, que detallan los objetivos del programa, las actividades planificadas, los recursos necesarios y los plazos.</p> <p>Otros documentos fueron las guías metodológicas o documentos que incluyen el enfoque pedagógico, las actividades recomendadas, los protocolos de evaluación que básicamente contenían todos los criterios y procedimientos para evaluar el programa, evaluar el impacto a nivel de estudiantes y del equipo del Exploratorio.</p> <p>Se compartieron también, los recursos educativos, que son los materiales desarrollados para el uso del programa, por parte de los estudiantes y los profesores, como las presentaciones, guías de actividades, videos e instructivos.</p> <p>De igual manera se compartieron los formatos para la presentación, para plasmar las narrativas, no sólo de los documentos físicos, sino también por ejemplo Google Sites. Cada año se llevó a cabo un espacio, un site para describir qué fue lo que pasó en el programa, los informes del proceso para tener evidencias de los logros alcanzados, los desafíos, las lecciones aprendidas, y todos los documentos que contenían conocimiento explícito sobre los diversos aspectos del programa.</p>
<p>Tipos de interacciones en la Plataforma Zoom</p> <p>Zoom nos proporcionó un espacio de encuentro para una variedad de interacciones, no solo en las charlas inspiracionales, sino también en las sesiones de taller, en las asesorías de los proyectos, en el desarrollo de la muestra final. Entonces, en pandemia, por ejemplo, se utilizó mucho esta plataforma Zoom debido a que no podíamos hacer las reuniones cara a cara pues con los estudiantes o con los expertos.</p>

Tabla 5. Encuentros entre los expertos y los estudiantes para la apropiación de conocimientos “ba ejercido”

Espacios de interacción entre expertos y estudiantes para el aprendizaje de la ciencia y el diseño de artefactos
Los expertos invitados, desempeñaron un papel fundamental al realizar las charlas y los talleres sobre los temas de interés de los estudiantes brindando una sólida base conceptual en ciencias, compartiendo la experiencia, los conocimientos. Asesoraron a los estudiantes en los proyectos, donde la creación de prototipos era una parte esencial y fundamental. Es aquí, donde entra la metodología DIG, o hazlo tú mismo, hazlo con otros, porque nos permitía acceder a prototipos caseros y a que tuvieran los materiales a la mano.
Los asesores también compartieron la experiencia de vida relacionada con la vocación, con la inspiración, demostrándoles a los estudiantes la relevancia de la ciencia en la vida cotidiana. La instrucción teórica y práctica por la profesora Luz Marina y Juan Gato también fueron claves, La motivación personal contribuyó mucho al desarrollo integral de los estudiantes y en la apropiación de las metodologías.
Las interacciones entre el grupo de estudiantes y los expertos fueron una combinación de instrucción teórica, orientación práctica, y mentoría personalizada. Todas las estrategias estuvieron diseñadas para enriquecer la experiencia de aprendizaje en los estudiantes y fomentar ese desarrollo científico y personal.
Actitudes que fueron evidentes en el proceso de aprendizaje entre los expertos y los estudiantes
En las interacciones iniciales de apropiación de los conocimientos fueron evidentes las actitudes de apertura y receptividad. Por ejemplo, tanto los expertos como los estudiantes mostraron mucha disposición para escuchar, para considerar las nuevas ideas y los enfoques.
Los estudiantes estuvieron muy abiertos a explorar diferentes perspectivas, diferentes enfoques, lo que facilitó un ambiente de aprendizaje muy colaborativo e enriquecedor. También, fue evidente la curiosidad y la motivación. Tanto los expertos como los estudiantes demostraron un alto grado de curiosidad y motivación por el tema en discusión.
Los estudiantes estaban ansiosos por aprender. La gran mayoría participó activamente en las actividades propuestas. Esta acción fue lo que impulsó el proceso de aprendizaje y para que los estudiantes se fueran adecuando muy bien al proceso de ciencia a la mano.
El respeto mutuo y la colaboración también fue muy importante. Promovíamos mucho como el respeto entre los invitados expertos y los estudiantes. Hubo pues mucho espíritu de colaboración y de trabajo en equipo donde todos aprendieron a escucharse.

Estrategias y espacios para la apropiación de las metodologías

Primero, se conformaron grupos de trabajo. Estos grupos de trabajo estuvieron conformados por cinco estudiantes y dentro de este grupo de trabajo había unos roles específicos como el del líder, el utilero, el que gestionaba el tiempo y el que consolidaba las ideas. Estos roles permitieron la distribución eficiente de las tareas y las responsabilidades dentro de cada equipo. Cada grupo se identificó.

Segundo, una vez conformado el equipo de los estudiantes se les entregó una plantilla de proyecto que incluía aspectos como la pregunta de investigación, los antecedentes, la justificación, los objetivos, materiales necesarios por ejemplo para desarrollar tu proyecto. Este espacio les permitió a los estudiantes discutir, decidir y desarrollar las ideas de una manera más colaborativa. Al principio hicieron una especie de ideación y luego en la plantilla consolidaron un poquito más la idea que tenían para poder desarrollar los proyectos. Y ya aquí es donde entra por ejemplo fuertemente la orientación de los asesores que fue fundamental para complementar el proceso de apropiación de esa metodología por parte de los estudiantes.

Tercero, los asesores prácticamente desempeñaron un papel crucial al brindar dirección, apoyo y retroalimentación a lo largo de todo el proceso de desarrollo de los proyectos. Entonces, la experiencia y los conocimientos especializados de los asesores fue dándoles una mejor forma a esas ideas iniciales de los estudiantes y eso permitió que sacaran los productos como el bioma, el libro, idiomas, gafas 3D, microscopios, lámparas etc. Además, porque le decíamos a los estudiantes que utilizaran lenguajes alternativos u otros formatos. No necesariamente tenía que ser la construcción de un dispositivo como tal, podían hacer también o podían utilizar otros formatos, por ejemplo, pintar un muro, hacer una obra de teatro. La idea era que comunicaran ellos la idea que tenían del proyecto.

Competencias científicas y humanas que los estudiantes fortalecieron

El desempeño de proyectos científicos, la capacidad de los estudiantes para planificar, ejecutar y presentar los proyectos de manera efectiva, incluyendo la formulación de la pregunta de investigación, el diseño de los experimentos, la recopilación y el análisis de datos y la comunicación. También se puede incluir como evidencia la colaboración, el trabajo en equipo, la habilidad para trabajar de manera colaborativa en grupos, compartiendo las ideas, resolviendo los problemas y alcanzando los objetivos comunes.

El pensamiento crítico y la resolución de problemas como esas capacidades de los estudiantes para analizar la información, los patrones, plantear las hipótesis, encontrar las soluciones creativas a problemas científicos y sociales.

Intereses evidentes que tienen los estudiantes por la ciencia a partir de su participación en el programa ciencia a la mano

Un *primer indicador del interés* por la ciencia es la participación activa, por ejemplo, el grado en el que los estudiantes se involucran y participan activamente de las actividades propuestas por ciencia a la mano, como las charlas con los expertos, los talleres prácticos, los proyectos de investigación.

Un *segundo indicador del interés* por la ciencia es la curiosidad y el hacer preguntas. La manifestación de la curiosidad de los estudiantes expresada a través de las preguntas y discusiones propuestas de nuevos temas o proyectos relacionados con la ciencia. La creatividad y la iniciativa como las capacidades para generar las ideas originales, diseñar los experimentos, los proyectos innovadores y de proponer soluciones creativas a problemas científicos.

Un *tercer indicador del interés* por la ciencia de cara a los estudiantes están las aspiraciones profesionales relacionadas con la ciencia como el deseo de seguir carreras en campos científicos o tecnológicos o de participar en algunas actividades de investigación y desarrollo. También se demostró en la ciencia a la mano la reflexión pues y valoración o esa capacidad pues profe como de los estudiantes para reflexionar sobre su participación en ciencia a la mano. Fue una especie de autoevaluación de ellos y de valorar la experiencia y aprendizaje adquiridos y de cierta manera reconocer la importancia de la ciencia en sus vidas y en la sociedad en general.

Instrumentos y protocolos de documentación de la experiencia que permiten la retroalimentación y la réplica en las comunidades sin conexión digital

Se llevó a cabo una caracterización sociodemográfica de los estudiantes. Se realizó la caracterización detallada, donde se evaluaron los recursos, las condiciones socioeconómicas, el acceso a los dispositivos electrónicos de cada uno, la conectividad a internet y otras necesidades básicas que pudieran tener.

También se realizó una evaluación de los recursos de la institución educativa, donde se examinaron por ejemplo los recursos disponibles con los que contaba la institución, incluyendo la disponibilidad de los equipos tecnológicos, el acceso a internet y otros recursos necesarios para la enseñanza del aprendizaje en línea.

En el hecho de que los estudiantes no tuvieran acceso a internet, se optó por la distribución de material físico que se dejó en el colegio y que los estudiantes fueran a reclamarlo y a desarrollarlo. Generalmente siempre planeábamos sesiones de conexión para que los estudiantes o fueran al colegio o fueran buscando por ejemplo en la casa de otros compañeritos.

Adicionalmente, se hizo una campaña de donar celulares que se pudieran conectar a Whatsapp y a internet: Se logró recoger algunos celulares y distribuirlos entre los estudiantes que no tenían esa disponibilidad.

Estrategias para articular los contenidos de aprendizajes de ciencia a la mano con el plan curricular de la institución educativa fe y alegría y Luis Amigo y del CEFA

Algunas de estas estrategias se basaron mucho en un análisis cuidadoso del currículo, con la colaboración interdisciplinaria de todos, especialmente de los docentes y de otros actores pues del colegio.

Se trabajó sobre la base de los proyectos contextualizados. En este caso, requeríamos mucha retroalimentación de los profesores y los docentes y obviamente el hacer una evaluación continua para garantizar la calidad y la relevancia del programa.

Con el CEFA y con la institución educativa fe y alegría se realizó el anterior análisis de manera exhaustiva con el plan curricular que proponían para identificar básicamente los objetivos de aprendizaje, los contenidos curriculares que son relevantes para el programa de ciencia a la mano. Seguidamente, se adaptaron los contenidos y los objetivos para que se alinearan a la temática elegida por parte de los estudiantes. Por ejemplo, si habían escogido astronomía, entonces que el currículo y los objetivos se correlacionaran con el plan curricular que proponía la institución educativa y basado en los contenidos que Explora había propuesto.

Para lograr el objetivo, la colaboración interdisciplinaria fue fundamental porque si bien escogían contenidos de astronomía, la idea era que fuera muy interdisciplinaria, o sea que no se mirara la astronomía desde la astronomía, sino que también se introdujera la biología, entonces surgía la astrobiología, o todo el tema de robótica, entonces hacer como un dispositivo astronómico que tuviera una parte fuertemente en robótica. ¿Por qué de este enfoque? Porque se tuvo un equipo conformado por el de Juan Gato, el de la profesora Luz Marinade y el de la Universidad de Antioquia, que permitieron esas miradas y darles las herramientas a los estudiantes para que pudieran crear y tuvieran una creatividad sin límites también.