

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Semilleros de investigación.

Estudio de problemáticas relacionadas con las tecnologías para la inclusión social e implementación de tecnologías emergentes.

Irma Johanna Chala Madrigal

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Facultad de Ciencias y Educación

Maestría en Educación en Tecnología

Bogotá, D. C.

Semilleros de investigación.

Estudio de problemáticas relacionadas con las tecnologías para la inclusión social e implementación de tecnologías emergentes.

Irma Johanna Chala Madrigal

Trabajo de Grado para optar por el título de

Magister en Educación en Tecnología

Modalidad: Profundización

Director

Dr. Juan Carlos Moreno Ortiz

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Facultad de Ciencias y Educación

Maestría en Educación en Tecnología

Bogotá, D. C.

2021

ARTÍCULO 23, RESOLUCIÓN #13 DE 1946 “La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vean en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”

Dedicatoria

A mi hija...por la distancia que generan los procesos investigativos en relación con la familia, y como muestra de la dedicación y esfuerzo que todas las mujeres debemos hacer para abordar un mundo en donde es necesario intervenir, buscando las posibilidades de ser, estar y habitar de manera propositiva. ¡Ánimo Juanita, el camino debe ser constante y estamos llamados a transformar el entorno!

Agradecimientos

A mi familia por siempre ver en mí un ejemplo de esfuerzo, dedicación y sacrificio. A mis amigos que me comparten su conocimiento y me ayudan a ser mejor persona, a los docentes de la maestría, en especial a mi asesor Juan Carlos Moreno Ortiz, por orientarme en los procesos de investigación, a los docentes líderes de los semilleros escolares de investigación que mostraron toda su disposición, conocimiento y apoyo en mi proceso de profundización. Y a la vida, por permitirme aprender cada día.

INFORMACIÓN GENERAL	
Tipo de documento	Trabajo de Grado
Acceso al documento	Universidad Distrital Francisco José de Caldas – RIUD-
Título del documento	Semilleros de investigación. Estudio de problemáticas relacionadas con las tecnologías para la inclusión social e implementación de tecnologías emergentes.
Autor(es)	Irma Johanna Chala Madrigal
Director	Juan Carlos Moreno Ortiz
Publicación	Digital
Unidad Patrocinante	Maestría en Educación en Tecnología
Palabras Claves	Semillero de investigación, Tecnologías para la inclusión Social (Tecnologías Apropiadas, Alternativas y Sociales), Tecnologías Emergentes.

DESCRIPCIÓN
La educación en tecnología permite a los estudiantes y docentes nuevas oportunidades de avanzar en procesos disruptivos de la educación tradicional, ya que permite la posibilidad de trabajar en la lectura de contexto, aproximando a los estudiantes a problemas locales donde pueden intervenir y participar de manera activa en la construcción del sentido social en la escuela. Este trabajo surge de la necesidad de hacer un estudio de otros escenarios de aprendizaje donde se trascienda del aula de clase con los estudiantes, para promover desde el contexto académico una formación investigativa en la educación básica y media, analizando los semilleros escolares de investigación que trabajan con aproximaciones a las Tecnologías para la Inclusión Social e implementación de Tecnologías Emergentes para la solución de situaciones problema, atendiendo a la pregunta de investigación: ¿Cómo los semilleros de investigación en la escuela han contribuido a la formación investigativa en tecnologías para la inclusión social e implementación de tecnologías emergentes?

A nivel metodológico se propone un proceso cualitativo de estudio de caso múltiple, donde se seleccionan tres semilleros escolares de investigación, se hace revisión documental de la información sistematizada y se acompañan con entrevistas semiestructuradas a los docentes que lideran estos espacios, para establecer unos hallazgos e interpretaciones de la información a partir de unas matrices de análisis que cuentan con categorías principales, subsidiarias y emergentes, y se generan unos resultados a partir de la revisión de los hallazgos con la fundamentación teórica.

Se identifican tendencias investigativas, problemáticas de estudio en términos de Tecnologías para la Inclusión social y los movimientos alternativos de innovación base, las metodologías que orientan las fases del proceso investigativo en los semilleros y las Tecnologías Emergentes que se encuentran en auge en la educación básica y media de estas comunidades de aprendizaje.

FUENTES

Para fundamentar la implementación de la propuesta de profundización se utilizó como fuentes bases de datos científicas, revistas académicas indexadas y trabajos de grado del repositorio de universidades públicas y privadas; de igual manera, se revisaron documentos electrónicos de bases de datos como la Biblioteca Digital de la Universidad Distrital FJC, Scielo, Dialnet, Springer, Scholar Google, Redalyc, entre otros. Se definió buscar documentos publicados en el intervalo del año 2002 al año 2019. Sin embargo, los documentos sobre tecnologías emergentes y semilleros de investigación datan del año 2014 al 2019 para mantener una visión actual de la incorporación de estas experiencias académicas e investigativas en el contexto educativo (ver sección de referencias).

CONTENIDOS

El proceso de profundización del presente trabajo consta de una primera parte de introducción donde se describe el problema, la pregunta problema y los objetivos: general y específicos. Y se alimenta de cinco capítulos, los cuales enuncian a continuación:

En el primer capítulo se presentan los antecedentes que se proponen a partir de la búsqueda de información relacionada con los conceptos relevantes del proceso de profundización: semilleros de investigación, tecnologías para la inclusión social y tecnologías emergentes.

En el segundo capítulo se aborda el marco teórico que sustenta la investigación con la descripción de los conceptos fundantes y sus respectivos subconceptos que se encuentran inmersos en la problemática de profundización.

En el tercer capítulo se presenta la metodología del proceso de profundización de enfoque cualitativo, el método de estudio de caso múltiple de carácter descriptivo-exploratorio, dando a conocer la población, muestra e instrumentos a implementar.

El cuarto capítulo de hallazgos e interpretaciones de la información, da a conocer el proceso de construcción de los tres semilleros escolares de investigación, el estudio de las problemáticas propuestas en los semilleros y las contribuciones que generan en la formación investigativa.

En el quinto capítulo se muestra y analiza los resultados, observando en detalle cada una de las variables y su relación.

Se presentan las conclusiones teniendo en cuenta los objetivos: general y específicos del proyecto de profundización.

Por último, se presenta los referentes que sustentan el proceso de profundización en cada uno de los capítulo capítulos, así como los anexos: consentimiento informado, formato de entrevista

semiestructurada, transcripción de las entrevistas y matrices de referencia que dan cuenta del proceso metodológico.

METODOLOGÍA

La metodología presenta un enfoque cualitativo, donde se describe la población, muestra, y los criterios de inclusión y exclusión. También se determina el método de estudio de caso múltiple, en el cual, se describen los instrumentos: entrevista semiestructurada y matrices de análisis. El estudio de caso, siendo de carácter descriptivo-exploratorio, consta los siguientes momentos:

-Revisión de la información documental sistematizada de los semilleros de investigación.

-Aplicación y digitalización de entrevistas semiestructuradas a los docentes líderes de los semilleros escolares de investigación.

-Diligenciamiento de las matrices de análisis por cada semillero de acuerdo a las categorías principales, subsidiarias y emergentes.

-Establecimiento de hallazgos e interpretaciones de la información documental y entrevistas.

-Resultados: comparativo de los hallazgos e interpretaciones con la fundamentación teórica.

CONCLUSIONES

Se presentan de acuerdo a los objetivos del presente trabajo, donde se resalta la naturaleza de los semilleros escolares de investigación, que permiten el aprendizaje en red entre iguales. Se presenta como un escenario de reconocimiento, de intervención con la comunidad y de formulación

como proyecto de vida.

Las contribuciones están dadas desde las acepciones de la investigación formativa, donde son espacios que se caracterizan por la formación en y para la investigación a través de los proyectos que generan en el escenario del movimiento de innovación base de la tecnología apropiada, y en la investigación-acción principalmente en la línea de discapacidad, con problemáticas de estudio que inciden en el trabajo en comunidad y en red con universidades y otros semilleros, siendo parte del movimiento de innovación base de la Tecnología Social.

Los recursos mediáticos para la materialización de las propuestas están dados a partir de las tecnologías emergentes como la placa Arduino y la Impresora 3D.

Elaborado por:	Irma Johanna Chala Madrigal
Revisado por:	Juan Carlos Moreno Ortiz

Fecha de elaboración del Resumen:	10	01	2021

PÁGINA DE ACEPTACIÓN

_____

_____

_____

_____

_____

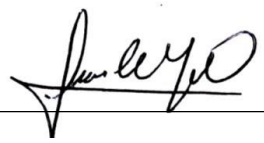
FIRMA DEL JURADO

_____

FIRMA DEL JURADO

_____

FIRMA DEL DIRECTOR



BOGOTÁ D. C., enero de 2021

Resumen

En la búsqueda de otros escenarios de aprendizaje donde se fortalezcan aspectos de lectura e intervención en el contexto propios de la educación en tecnología, se encontraron los semilleros de investigación en la escuela, principalmente los que promueven en su formación el estudio de problemáticas sociales/ambientales. El propósito de la presente investigación es reconocer las contribuciones que han realizado estas comunidades de aprendizaje en el periodo comprendido entre el 2014 al 2019, para la formación investigativa en tecnologías para la inclusión social e implementación de tecnologías emergentes; resaltando la caracterización de las prácticas educativas para fomentar la formación investigativa e identificación de las tendencias investigativas que inciden en la solución de problemáticas relacionadas con los movimientos alternativos de innovación base: Tecnologías Apropiadas, Tecnologías Alternativas y Tecnologías Sociales. El desarrollo metodológico de este trabajo se llevó a cabo con un enfoque cualitativo por medio del estudio de caso múltiple, haciendo revisión documental, entrevistas semiestructuradas a los docentes líderes de los semilleros, interpretación de los hallazgos y proyección de resultados. Con base en ello, se encontró que las contribuciones se suscitan en la investigación formativa: formación en y para la investigación e investigación para la transformación en la acción o práctica. Las cuales, se materializan a través del estudio de las problemáticas donde interviene la comunidad y promueven una mejor calidad de vida a personas con diferentes capacidades. Los participantes de los semilleros escolares de investigación adquieren habilidades cognitivas y socioemocionales, y se encaminan en un proyecto de vida.

Palabras clave: Semillero de investigación, Tecnologías de Inclusión Social (TIS) (tecnologías apropiadas, alternativas y sociales), Tecnologías Emergentes (TE)

Abstract

In the research for other learning scenarios where aspects of reading and intervention are strengthened in the context of technology education, the research seeds were found in the school, mainly those that promote the study of socio-environmental problems in their training. The purpose of this investigation is to recognize the contributions that these learning communities have made for the period 2014 to 2019, for research training in technologies for social inclusion and implementation of emerging technologies; highlighting the characterization of educational practices to promote research training and identification of research trends that affect the solution of problems related to alternative movements of principle innovation: Appropriate Technologies, Alternative Technologies and Social Technologies. The methodological development of this paper was carried out with a qualitative approach through a multiple case study, making a documentary review, semi-structured interviews with the leading teachers of the research seeds, interpretation of the findings and projection of results. Based on the previous statements, it was found that contributions arise in formative research: training in and for research and research for transformation into action or practice. Which are materialized through the study of problems where the community takes part and promotes better quality of life to people with different capacities. The participants of the school research seed acquire cognitive and socio-emotional skills, and those are on their way to a life project.

Keywords: Research Seed, Social Inclusion Technologies (SIT) (appropriate, alternative and social technologies), Emerging Technologies (ET).

Contenido

Resumen 12
Abstract 13
Introducción 18
Pregunta principal 21
Objetivo general 22
Objetivos específicos 22
Capítulo 1. Antecedentes 23
Capítulo 2. Marco Teórico 32
2.1. Semilleros de investigación 32
2.1.1. La investigación 34
2.1.2. La formación investigativa 36
2.1.3. La investigación formativa 36
2.1.4. Semilleros escolares de investigación 37
2.2. Las tecnologías para la inclusión social 39
2.2.1. El movimiento de tecnología apropiada 43
2.2.2. El movimiento de tecnología alternativa 45
2.2.3. El movimiento de tecnología social 46
2.2.4. El componente de tecnología y sociedad en la educación en tecnología 49
2.3. Una mirada al concepto de tecnologías emergentes en la educación 50
Capítulo 3. Metodología 54
3.1. Población y muestra 55
3.1.1. Criterios de inclusión y exclusión de muestra 55
3.2. Método 56
3.3. Instrumentos 58
3.3.1. Entrevista semiestructurada 58
3.3.2. Matrices de análisis 59
Capítulo 4. Hallazgos e interpretaciones de la información 62
4.1. Del proceso de construcción del semillero de investigación escolar 64
4.1.1. Semillero de investigación escolar “Inclueteceoh” del Colegio Enrique Olaya Herrera 65

4.1.2. Semillero de investigación escolar “TRV Research Group” del IED Tomás Rueda Vargas 67

4.1.3. Semillero de investigación escolar “Robótica e impresión 3D (ReI3D)” de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central 68

4.3. De las contribuciones que genera en la formación investigativa. 81

Capítulo 5. Resultados 86

5.1. Formación investigativa e investigación formativa en la educación básica y media. 86

5.2. Lectura de contexto-Situaciones Problema-Tecnologías para la inclusión Social 93

5.3. Dispositivos programables (Arduino) e impresora 3D como Tecnologías Emergentes (TE) en la educación básica y media. 97

6. Conclusiones 102

Referencias 106

Anexos 113

Anexo 1. Formato de entrevista semiestructurada 113

Anexo 2. Formato de consentimiento informado 115

Anexo 3. Transcripción de entrevistas. 117

Anexo 4. Matrices de análisis. 151

Lista de tablas

Tabla 1 Tensiones entre visiones e implementación de movimientos de base 48

Tabla 2 Matriz de análisis 63

Tabla 3 Información sobre los semilleros de investigación. 64

Tabla 4 Relación entre las fases de las metodologías de investigación orientadas en los SEI 90

Tabla 5 Problemáticas de estudio trabajadas en los SEI 94

Tabla 6 Proyectos desarrollados con las Tecnologías Emergentes: Arduino e impresora 3D..... 99

Tabla 7 Otros recursos con los que cuentan los espacios de trabajo de los SEI 100

Lista de Figuras

Figura 1 Relación entre TIS, los movimientos base y las problemáticas de estudio los SEI 71

Figura 2 Prototipo para interactuar con el computador para personas con discapacidad motora severa 80

Figura 3 Fases de implementación de los proyectos del semillero Incluteceoh 87

Figura 4 Relación del semillero Robótica e Impresión 3D con la educación en Tecnología y el movimiento Maker..... 90

Introducción

Esta investigación surge del análisis del proceso llevado en la práctica pedagógica, como docente y jefe del área de Tecnología e informática en el colegio Agustiniano Norte, desde el año 2015, donde se venían realizando procesos superficiales enfocado en la enseñanza de contenidos principalmente en la línea de programación y el dibujo técnico. No se tenía un reconocimiento de las orientaciones de educación en tecnología que se proponen en la guía 30, que es un documento que data desde el 2008, y se realizaban actividades sueltas para validar un proceso que no tenía la secuencialidad de un proyecto.

Por lo tanto, con el equipo de docentes se empezaron a revisar específicamente las fases de las técnicas didácticas, que en ese entonces era el AOP Aprendizaje orientado a Proyectos y el ABP Aprendizaje Basado en Problemas. Se establecieron las competencias de aprendizaje, se le dio prioridad a los componentes de Naturaleza y evolución de la tecnología, Apropiación y uso de la tecnología, Solución de problemas con tecnología y Tecnología y sociedad, y se empezó a hablar del problema, de la importancia de enseñar a los estudiantes a leer contexto y proponer situaciones problema, donde aplicarán lo que se les enseñaba en la clase.

Sin embargo, los docentes presentaban dificultad en llevar a los estudiantes al reconocimiento de un problema y en sus actividades didácticas proponía un escenario ya establecido para que los estudiantes lo ejecutaran. Como jefe del departamento inicie un proceso de capacitaciones con los docentes frente al método de proyectos y las fases del proceso tecnológico, en especial la que atendía al diseño. Se creó material didáctico, páginas web por grado para los estudiantes, se empezó a mostrar los proyectos a la comunidad educativa a través del Día de las Ciencias, hasta que con nuestra I Olimpiada de Diseño Tecnológico en el 2018, donde

participaron diferentes instituciones en la solución de diferentes problemas para visualizar el alcance de nuestros estudiantes, se hizo un compartir de saberes con los docentes de las diferentes instituciones sobre las experiencias significativas que surgían del área, resaltando los semillero de investigación escolar Incluteceoh del colegio Enrique Olaya Herrera, que trabajaba sus propuestas en términos de la inclusión social, lo cual, generó en el departamento la curiosidad de revisar otros espacios para que nuestros estudiantes participaran de forma autónoma en el desarrollo de proyectos que tuvieran un impacto social.

Al dar cuenta de los avances del área en la institución, se logró que la parte administrativa del colegio invirtiera en la compra de dos impresoras 3D, trece prototipos robóticos (diez mBot, dos Ranger y un Ultimate), dos placas de Arduino para la sección de bachillerato y placas Makey Makey para la sección de primaria, herramientas manuales para los talleres y cambio de software para las aulas de informática, lo cual implicó la construcción de una nueva malla curricular donde se determinaron líneas de trabajo que llevarían a los estudiantes de grado undécimo a desarrollos más específicos y avanzados en términos de modelado 3d, mecatrónica, domótica y robótica escolar.

En el 2019, se inició con la participación del área en el Proyecto Transversal de Tiempo Libre, por medio del Taller de Robótica, se abrió uno para primaria con estudiantes de 3° a 5°, y otro para bachillerato con estudiantes de 6° a 8°. Estos escenarios tuvieron una buena acogida por los estudiantes, se dialogaba con ellos frente a lo que les gustaría desarrollar, se jugaba, se hacían mini retos con los participantes, y sobre todo había un compartir de saberes totalmente abierto, donde de manera autónoma se notaba un interés y motivación particular.

Adicional a esto, participé como asistente en el Congreso Internacional de Investigación en Diseño en la Universidad Nacional de Colombia[1], donde tuve la oportunidad de evidenciar a través de las diferentes ponencias que los proyectos que desarrollaban con los estudiantes en las diferentes universidades y países, compartían nuestra preocupación por el deseo de transcender desde el entorno académico con los estudiantes. Adicional a esto en el Workshop de "Retóricas del diseño social" dirigido por la doctora María del Valle Ledesma, se trabajó con el referente del diseño como disciplina científica a través de sus innovaciones disruptivas, partiendo de la premisa de que todo "diseño es social".

Esa idea, con la visualización de todos los proyectos y la experiencia significativa que nos compartió la docente líder de semillero Incueteceoh, me llevó a pensar en la necesidad de proponer otros escenarios en la institución:

i. para hacer estudio con los estudiantes de las diferentes problemáticas de tipo social y ambiental (porque al lado del colegio queda el humedal Córdoba) que se pueden intervenir desde los procesos de pensamiento que se potencian el área de tecnología e informática;

ii. para fortalecer la formación en investigación desde el espacio académico;

iii. implementar los recursos dados por la institución y llegar a la construcción de un espacio de trabajo similar a un Fab Lab o a un Makerspace.

En la búsqueda de estos escenarios, se encuentran los diferentes grupos focales que se potencian de manera extraescolar en diferentes instituciones educativas, como los centros de interés, los talleres de tiempo libre y los semilleros de investigación. Estos últimos, al tener un

[1] Realizado en Bogotá, el 20, 21 y 22 de marzo del año 2019.

carácter específico en la formación investigativa, se convirtió en el objeto de estudio de esta propuesta, con el fin de profundizar en la incidencia de la tecnología en la solución de problemas de tipo social y ambiental.

Inicialmente, este trabajo se proyectó en la sistematización de los procesos que surgieran de la creación del semillero escolar de investigación, desde el área de Tecnología e informática en la institución educativa para los estudiantes de los grados de 9° a 11°. Con el fin de hacer una intervención en el humedal Córdoba atendiendo a la problemática ambiental de formación en el cuidado y conservación de estos ecosistemas, haciendo uso de realidad aumentada en la codificación arbórea. Sin embargo, debido a la situación de pandemia que vivimos en el mes de marzo del año 2020, no fue posible implementar la propuesta. En el colegio se le dio prioridad al trabajo de las áreas/asignaturas del plan de estudios en la modalidad de aprendizaje remoto en casa. Por lo tanto, este proceso de profundización pasó a ser parte de un estudio de caso múltiple, indagando frente a las contribuciones que genera la formación investigativa en la educación básica y media, a través de los semilleros de investigación, específicamente los que trabajan con Tecnologías para la inclusión social e implementan Tecnologías Emergentes.

Donde se puntualizan los siguientes aspectos que son relevantes para reconocer el proceso de profundización.

Pregunta principal

¿Cómo los semilleros de investigación en la educación básica y media han contribuido a la formación investigativa en tecnologías para la inclusión social e implementación de tecnologías emergentes?

Objetivo general

Reconocer las contribuciones que han realizado los semilleros de investigación en la educación básica y media para la formación investigativa en tecnologías para la inclusión social e implementación de tecnologías emergentes.

Objetivos específicos

1. Identificar las tendencias investigativas que promuevan el estudio de tecnologías para la inclusión social haciendo uso de tecnologías emergentes.
2. Caracterizar las prácticas educativas que fomenten la formación investigativa a través de la creación de semilleros de investigación en la escuela.
3. Revisar los procesos metodológicos, de desarrollo y resultados obtenidos a través de los semilleros de investigación en la escuela.

A partir de estos elementos, se especifican los conceptos relevantes que dan cuenta de los semilleros de investigación, de las tecnologías para la inclusión social y de las tecnologías emergentes en el contexto educativo. Se crea la base de datos con las fuentes principales y las fuentes secundarias para establecer los antecedentes y la fundamentación teórica en torno a las practicas sistematizadas de los semilleros de investigación en la educación básica y media. Se establece las exclusiones de la muestra para seleccionar los casos a estudiar y se proponen unas matrices de análisis para confrontar la información documentada con la información obtenida en la trascripción de las entrevistas semiestructuradas. De esta forma, se encuentran organizados cada uno de los siguientes capítulos: antecedentes, marco teórico, metodología, hallazgos e interpretaciones y resultados, para finalmente establecer las conclusiones que responden a los objetivos presentados.

Capítulo 1. Antecedentes

El reconocimiento de cómo los semilleros de investigación (SdeI) en la escuela han contribuido a la formación investigativa en tecnologías de inclusión social e implementación de tecnologías emergentes, se encuentra enmarcado en la sistematización de innovaciones o experiencias. El propósito de este estudio es hacer un seguimiento a estas comunidades de aprendizaje en el periodo comprendido entre el 2014 al 2019, en términos de la caracterización de estas prácticas educativas, y la manera en la que fomenta la formación investigativa y la identificación de las tendencias investigativas que inciden en la solución de problemáticas de inclusión social haciendo uso de la tecnología en algunos colegios de Bogotá. Esto permitirá analizar la incidencia de la tecnología en la solución de problemáticas propuestas en los SdeI en la escuela se pondrán a estudio las prácticas sistematizadas que permitan revisar la metodología, el desarrollo y los resultados presentados.

Partiendo de la pregunta: *¿cómo los semilleros de investigación en la escuela han contribuido a la formación investigativa en tecnologías para la inclusión social y la implementación de tecnologías emergentes?* se establecieron tres conceptos relevantes: *i) Semilleros de investigación, ii) Tecnologías para la inclusión social, iii) Tecnologías emergentes.* En la búsqueda de los antecedentes y de la literatura se tuvo en cuenta: 1) Los artículos que referenciaran el autor principal del objeto de profundización; 2) La relación del objeto de profundización en el contexto académico, principalmente en el escolar; 3) La revisión de diferentes prácticas pedagógicas o experiencias escolares sistematizadas en relación al objeto de profundización; 4) Las palabras claves de la investigación en relación al objeto de profundización.

Para fundamentar la implementación de la propuesta de profundización se utilizó como fuentes bases de datos científicas, revistas académicas indexadas y trabajos de grado del repositorio de universidades públicas y privadas. De igual manera, se revisaron documentos electrónicos de bases de datos como la Biblioteca Digital de la Universidad Distrital FJC, Scielo, Dialnet, Springer, Scholar Google y Redalyc. Se definió buscar documentos publicados en el intervalo entre el año 2002 al año 2019. Sin embargo, los documentos sobre tecnologías emergentes y semilleros de investigación datan del año 2014 al 2019 para mantener una visión actual de la incorporación de estas experiencias académicas e investigativas en el contexto educativo.

En este capítulo se abordan los antecedentes en términos de los semilleros de investigación, destacando parte de sus orígenes en la educación en Colombia, referenciando experiencias de los estudios que se han presentado relevantes para este proceso de profundización, como la génesis de los semilleros, la construcción de subjetividades en la educación básica y media a través de los semilleros escolares, la intervención de Colciencias con el programa Ondas y lo documentado en la información de algunos de los semilleros de investigación en la escuela, que se toman como referente para el estudio de caso múltiple. Respecto a las tecnologías para la inclusión social y las tecnologías emergentes en el contexto educativo, se tomarán como referentes teóricos en el siguiente capítulo.

Los orígenes de los semilleros de investigación en Latinoamérica datan de los años 90, donde se aborda en la Cumbre de las Américas, conformada por 34 países participantes, el tema social de la pobreza y la discriminación. Para destacar que “la educación es la base para el desarrollo social y cultural sostenible, el crecimiento económico y la estabilidad democrática en

coherencia con lo cual se comprometen a implementar acciones a fin de alcanzar metas de calidad y oportunidades de acceso la educación." (Gallardo, 2014, p, 40).

Entonces los semilleros de investigación surgen como respuesta del encuentro y se establecen como formas organizativas, sustentados por las experiencias precedentes como los grupos de investigación en la educación superior (Ossa, 2005). Estos se constituyeron en un movimiento social emergente de características indefinidas en los marcos institucionales, pero diversos en formas de organización y en campos de exploración.

Precisando en la investigación doctoral de Gallardo (2014) titulada: *Sentidos y perspectivas sobre semilleros de investigación colombianos, hacia la lectura de una experiencia latinoamericana,* se precisan dos de las preguntas propuestas por este texto que son importantes para esta investigación: ¿Qué papel desempeñan las redes de Semilleros de Investigación en el desarrollo de investigación formativa? Y ¿qué perspectivas, proyectan los semilleristas, desde coyunturas y potencialidades para los Semilleros de Investigación en Colombia y América Latina? En el primer cuestionamiento, el SdeI permite la visibilización del estudiante como investigador, la validez y legitimidad de su voz, en torno a una lucha por el reconocimiento. En el segundo se resalta, la visión de estas comunidades de aprendizaje, como un constructo estudiantil de procedencia histórica, con el fin de potenciar la práctica de la investigación para el relevo generacional.

El instituto Colombiano para el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas-Colciencias, desde 1998, inició un "inventario de los grupos y centros de investigación en el país, con el objetivo de conformar el escalafón científico nacional, acompañado de una política de Ciencia y Tecnología" (Molineros, 2009, p. 60). La cual, asume la investigación desde la

agrupación de los investigadores, la conformación de los sistemas de investigación y su incursión en diferentes escenarios del contexto nacional y regional. Debido al déficit de doctores investigadores en Colombia que planteó el estudio de la IESALC (2008), como Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias replantea su política, donde se potencian las habilidades de pensamiento científicas y tecnológicas para los diferentes grupos de investigación, en busca del incremento de procesos productivos y sostenibles en el país. (Colciencias, 2009).

Sin embargo, estos esfuerzos no han sido suficientes para fortalecer los procesos de investigación en el país, debido a que se ha venido formando investigadores para resolver objetivos específicos, pero no para darle sostenibilidad en el tiempo. Y la responsabilidad se les ha delegado a las universidades, las cuales, intentan seguir unas políticas gubernamentales que año tras año van cambiando. La máxima capacidad investigativa de los estudiantes, alcanza hasta el doctorado, sin antes pasar por unas etapas académicas que retardan sus posibilidades de investigar y producir como lo manifiesta Chaparro (2008). A nivel general, en Colombia se presenta un déficit en la Políticas de Estado para la formación de capital semilla autosuficiente y eficaz en el desarrollo de la ciencia y la tecnología, aunque se intentan brindar unos estímulos a las universidades, continúan las dificultades en términos de cobertura, sostenibilidad, insumos y ubicación en el tiempo de los pocos investigadores que logran sobresalir en este campo científico.

Ahora bien, para retomar las necesidades de esta profundización, que pretende reconocer las posibilidades de investigación en la educación básica y media, Colciencias crea, en el año 2001, el Programa Ondas como estrategia para promover en niños y niñas, adolescentes y jóvenes, el interés por la investigación y el desarrollo de actitudes y habilidades que les permitan insertarse

de manera activa en una cultura de la ciencia, la tecnología y la innovación. (Colciencias, 2018). Se presenta como punto de partida en el camino de la investigación, exploración, descubrimiento, aprendizaje, brindando posibilidades para quienes decidan orientar su proyecto de vida en torno a la investigación. En la actualidad el programa ha acogido a varias instituciones, sin embargo, se ha evidenciado que, en algunas de ellas, la falta acompañamiento y sostenibilidad de las propuestas.

Un referente importante para iniciar la disertación frente a los estudios aproximados en términos del objeto de profundización, se encuentra en la investigación de Cárdenas (2018) sobre *Semilleros de Investigación: Apuestas por la investigación en la escuela y la constitución de subjetividades políticas*. En este, se expone la importancia de analizar cómo se constituyen subjetividades políticas en paralelo a los semilleros de investigación en la escuela, presentando la formación en investigación, como "un tejido que supone el despliegue de interés, expectativas y lecturas sobre el contexto, tanto de estudiantes como de profesores" (Cárdenas, 2018, p.5). Este texto permite "indagar acerca de los antecedentes, historia, dinámica y metodología de los semilleros de investigación en la escuela; analizar los procesos de constitución de la subjetividad política de los sujetos pertenecientes a los semilleros de investigación; y resaltar el rol del maestro como investigador y sujeto político en la escuela" (Cárdenas, 2018, p. 17). La metodología se precisa en un enfoque cualitativo y cuantitativo para indagar el sentido, significado y práctica que los participantes, docentes y estudiantes que hacen parte de los semilleros.

En la propuesta de profundización es necesario ahondar en las experiencias que han permitido la construcción de semilleros de investigación en instituciones de educación básica y media que incidan en el contexto de lo tecnológico, estas se presentan a continuación:

- El semillero ReI3D de la Escuela Técnica Instituto Técnico Central, se encuentra sustentado en la tesis de maestría de Sanabria (2018), titulada: *Análisis de relaciones del movimiento Maker con la educación en tecnología. Una mirada al semillero "Robótica e Impresión 3D" de la ETITC*, donde se propone una investigación sobre relaciones de espacios de trabajo y metodologías de enseñanza entre la comunidad Maker y la educación en tecnología presentes en el semillero de investigación "Robótica e Impresión 3D"; el cuál, está dirigido a complementar la formación de estudiantes de grado octavo a grado once de las especialidades de diseño, procesos industriales, mecatrónica y sistemas, que conforman la oferta de bachillerato técnico industrial que ofrece el centro educativo. En la implementación y resultados de esta experiencia de investigación, frente a cómo inciden las tecnologías emergentes en el contexto educativo, se puede resaltar a nivel metodológico que se busca encontrar las relaciones del grupo social semillero Robótica e Impresión 3D, con el movimiento Maker y los Fab Lab, destacando la recopilación de información (triangulación entre el sujeto y la información), el análisis de la información, la redacción del informe (diario de campo) y la difusión. Se trabajó con 12 estudiantes (4 mujeres y 8 hombres) de las especialidades de mecatrónica, procesos industriales, sistemas y diseño de la Escuela Tecnológica, Instituto Técnico Central ETITC. Entre las construcciones descritas en el trabajo del semillero, está la fabricación de la impresora prusa i3, el robot domótico Roberto, y un Dron. Este último permite abordar una problemática relacionada con tecnologías de inclusión ambiental, ya que el objetivo de su desarrollo radica en que este artefacto advierte sobre la posibilidad de incendios forestales.

-En el colegio Tomás Rueda Vargas, ubicado en la localidad de San Cristóbal, de la ciudad de Bogotá, funciona el SEI TRV Research Group, desde el año 2014. Este semillero trabaja en cinco líneas seleccionadas de acuerdo a los intereses de los estudiantes: energías sustentables,

frente a la escasez de energía económica, limpia y amigable con el medio ambiente; robótica escolar y competencia, cuyo objetivo es desarrollar habilidades para solución de problemas en competencia; tecnología para la discapacidad, con el fin de diseñar e implementar ayudas en la movilidad, comunicación y aprendizaje que permitan mejorar la calidad de vida; tecnología para el campo, generando soluciones que permitan automatizar procesos industriales en el campo; e imagen, TIC y creatividad, fomentando el pensamiento crítico frente a la concepción de la imagen, lo visual y su papel como medio de comunicación cultural y social. (Torres & Merchán, 2018). Esta investigación como innovación educativa, utiliza la metodología de investigación formativa aplicada, la cual requiere de conocimientos ya establecidos para contextualizar el aprendizaje. Además, se desarrolló bajo un modelo de intervención pedagógica centrado en tres momentos: exploración-caracterización, donde los estudiantes identifican un problema, lo delimitan, formulan un proyecto y consultan información; estructuración–experimentación, donde elaboran una hipótesis, diseñan y modelan; y resolución-transferencia, donde desarrollan prototipos fácticos y se presentan resultados. Este proyecto cuenta con el apoyo del grupo Episteme de la Universidad Pedagógica Nacional, quienes brindan asesoría para el desarrollo de los proyectos.

Los autores hacen énfasis en que los SEI son ambientes educativos de preparación temprana para la investigación, en los cuales aprendices y maestros se convocan para estudiar, reflexionar y compartir conocimiento, derivando múltiples resultados. Actualmente el semillero atiende estudiantes del grado sexto al grado undécimo, trabajando dos horas semanales por grado, de acuerdo al plan de estudios en jornada única, además asesora exalumnos que hacen parte del semillero, debido a que continuaron experiencias de pregrado de acuerdo a las líneas de investigación de su experiencia escolar. Este es el primer colegio distrital que establece el Laboratorio de Investigación y Desarrollo (LID) contando con varias herramientas tecnológicas

de producción digital: scanner 3D, impresoras 3D y un CNC, así como tablets y software especializado suministrado por comunidades *free source*.

-Otro de los SdeI de carácter escolar que hace parte de los antecedentes y estudio de caso en la investigación propuesta, es el Semillero Incluteceoh del colegio Enrique Olaya Herrera, el cual surge a partir de la experiencia de la docente que lidera el semillero, desde su proceso de pregrado, donde aplica la enseñanza de lenguaje de señas a estudiantes con dificultad auditiva. En la institución educativa se encuentra con estudiantes que presentan algún tipo de discapacidad. Para el año 2015, consolida el semillero con estudiantes de grado décimo y undécimo, con el fin de estudiar las problemáticas institucionales, y desarrollar habilidades de investigación formativa, movilizando el interés por indagar, descubrir, crear e innovar a partir del uso de recursos tecnológicos. En la sistematización de la propuesta se despliega la metodología para el desarrollo de los proyectos, la descripción de las fases de implementación, los logros de los estudiantes en relación al semillero, partiendo del diagnóstico inicial para identificar las necesidades en cuanto a la discapacidad en la institución, los requerimientos técnicos y tecnológicos para asumir este diagnóstico, la evaluación de los productos generados, el apoyo de los miembros de la comunidad educativa integrada por docentes, padres de familia, estudiantes y directivos (Bernal, et al, 2018).

De esta forma, se destaca de este apartado una comprensión del estado de los semilleros de investigación que surgen a finales de los 90 en la educación, donde se delega a las universidades la responsabilidad de la formación en el campo científico. A partir del 2001, en el contexto escolar, el concepto de investigación está ligado a la curiosidad y la capacidad de explorar el medio a través de la actividad corporal y el uso de los sentidos, como lo plantea el Programa Ondas de Colciencias que nace para brindar estos escenarios de aprendizaje en la educación básica y media. En la actualidad se encuentran varios semilleros de investigación funcionando en diferentes instituciones

educativas, principalmente del sector público con apoyo del IDEP, Instituto para la Investigación educativa y el Desarrollo Pedagógico. De ellas se destacan los tres semilleros que atienden al objeto de profundización de este trabajo.

Capítulo 2. Marco Teórico

En este capítulo se realiza la fundamentación teórica de los conceptos relevantes, de acuerdo con los objetos del presente trabajo. En el capítulo se reconocen las características que subyacen en los semilleros de investigación, según diferentes autores.

Específicamente, se estudian los aspectos fundamentales de las Tecnologías para la inclusión social (TIS) y su relación con los movimientos alternativos de innovación base: Tecnología Apropiada, Tecnología Alternativa y Tecnología Social, para hacer un reconocimiento de las problemáticas de estudio abordadas en los semilleros de investigación. También se analiza los referentes de la implementación de los recursos mediáticos que incorporan los semilleros como tecnologías emergentes en la educación básica para la construcción de conocimiento tecnológico.

2.1. Semilleros de investigación

Luis Fernando Molineros Gallón pertenece a la Red Nodal de Semilleros de Investigación, es el editor del documento titulado, *Orígenes y dinámica de los semilleros de investigación en Colombia*, del año 2009. Participó en la construcción de los textos: *¿Cómo Conformar un Semillero de Investigación?* y *Epistemología de los Semilleros de Investigación y la Cultura en red de la redCoLSI: Una Visión Compartida desde la Experiencia de uno de sus actores*. En el primer escrito, determina que la conformación de los SdeI no debe ser impuesta o determinada por un proyecto de investigación, sino establecida por el planteamiento de una Temática de Interés común a sus integrantes, recogiendo la particularidad de los mismos. El segundo, es un compendio de los aspectos del movimiento de semilleros de Investigación que nació en Colombia en búsqueda de la formación integral para la ciencia, es decir, la formación para la transformación. El autor se

destaca por la investigación en la conformación y estudio del impacto de los SdeI en Colombia a través de instituciones de educación superior. Es un referente para las practicas sistematizadas que inciden en su conformación, brindando elementos conceptuales para su organización y desarrollo.

Molineros (2009), sustenta que los SdeI son:

> Comunidades de aprendizaje y enseñanza de estudiantes, que se han caracterizado por su origen espontáneo, naturaleza autónoma y dinámica diversa. Sus principios básicos comunes están enfocados a promover una formación académica más investigativa e integral, concebida a través del desarrollo de tres ejes fundamentales para la formación científica: Formación Investigativa, Investigación Formativa y el Trabajo en Colectividad de Red, contribuyendo a proyectar una educación participativa. (p.120)

Los SdeI en términos de comunidades de aprendizaje para la formación investigativa mediante la investigación formativa para el trabajo colectivo; son trabajados desde la relevancia de la experiencia colectiva, donde permiten hacer de la investigación un estilo de vida, motivadora, proactiva y sensible a los problemas del contexto colombiano (Molineros, 2009). También como fundamento de una estrategia extracurricular para el fomento de la investigación (Saavedra, et ál, 2015). En la investigación sobre apuestas de la investigación en la escuela se menciona el SdeI como un elemento de carácter innovador y transformativo (Cárdenas, 2018). En los tres documentos se menciona la importancia de la investigación formativa, la formación investigativa y el trabajo en red de los SdeI, determinando en su conceptualización, la importancia de la investigación como un estilo de vida de carácter innovador.

En los semilleros de investigación se privilegia la pregunta, promoviendo la Formación Investigativa, Investigación Formativa y el Trabajo en Colectividad de Red (Molinero, 2009). Los SdeI son la mejor estrategia para dar inicio a una vida ligada al conocimiento, para construir una cultura que prepare, genere hábitos investigativos en los estudiantes y brinden identidad con la

universidad o grupo de investigación al que pertenecen (Bolívar, 2013). Los SdeI se caracterizan por "propiciar espacios agradables para sus participantes, de seguridad y solidaridad, en los cuales se generan preguntas orientadas al desarrollo de competencias en investigación; a través de la formulación de objetivos, temas y metas, por lo cual asumen una responsabilidad social y pertenencia en la labor investigativa" (Molina, et ál, 2012, como se citó en Saavedra, et ál, 2015, p, 216). En síntesis, los SdeI son comunidades de aprendizaje que funcionan como estrategia de participación en la construcción de conocimiento para la formación investigativa.

Para trabajar en la conformación de los SdeI, se hace necesario establecer su relación con la concepción de la investigación, la formación en investigación y la investigación formativa. La investigación es considerada como un proceso sistemático que se establece mediante estrategias metodológicas que permiten abordar problemáticas para la generación de conocimiento (Molineros, 2009). La formación en investigación hace alusión al ser investigativo, es decir, centra su atención en la motivación, el despertar de la curiosidad y el interés por la investigación (Cárdenas, 2018). Por su parte. la investigación formativa es la semilla para llegar a la investigación en sentido estricto, presentándose como un laboratorio de experiencias investigativas (Bolívar, 2013). Presentado un esbozo de estos tres subconceptos, se abre el panorama de cada uno de ellos, para abordarlos más adelante en relación con los hallazgos de esta investigación.

2.1.1. La investigación

"La investigación es considerada como un proceso sistemático que se establece mediante estrategias metodológicas que permiten abordar hechos/necesidades/problemáticas de impacto científico o tecnológico que se manifiestan en la generación de conocimiento nuevo e innovador, capaz de impactar en la transformación de una comunidad científica, que propende por la

conservación y perpetuación humana" (Molineros, 2009, p. 121). Sin embargo, un valor agregado a esta definición se la da Barthes (1993), p. 224:

> La investigación es un proceso que va más allá de seguir unas reglas, unas teorías e incluso de la producción de conocimiento. Implica, entre otras muchas facetas, la generación del sentido social y, en este caso, del que le otorgan el semillero, la escuela y la misma política pública. El rumbo de la investigación, como tal, es un devenir de la interacción entre los sujetos, las ideas y su entorno.

De esta forma, Torres y Merchán (2018) citan a Monroy (2015), para describir que desde el aspecto legal en Colombia se posicionó "la investigación como el medio para incrementar la capacidad del país en identificar, producir, difundir, usar e integrar el conocimiento científico y tecnológico con el propósito de mejorar la competitividad y contribuir a la transformación productiva del país" (p, 47). De esta forma llega a los semilleros de investigación en primera instancia en la educación superior y luego a través de programas para jóvenes investigadores como el Programa Ondas de Colciencias.

En este último, se reconoce la investigación, no solo como un proceso sistemático o de tejido social, sino como una estrategia de aprendizaje, donde lo que se busca es propiciar y fortalecer una cultura de investigación en el quehacer del maestro en sus espacios de aprendizaje, permitiendo trascender en el currículo a una cultura de exploración y descubrimiento. La investigación como estrategia de aprendizaje implica:

- Comprender que las preguntas de investigación se vuelven permanentes y surgen del interés, las iniciativas y las inquietudes de los actores educativos.
- Asumir que la investigación debe producir diversos beneficios a los niños (as) y jóvenes: unos, en relación con la construcción de un conocimiento [y espíritu] científico

y, por tanto, con los adelantos de CT+I; otros, con el desarrollo de habilidades y capacidades de indagación de los sujetos.
- Potenciar, desde muy temprana edad, las capacidades cognitivas, comunicativas y sociales en los niños (as) y los jóvenes, con las cuales podrían explorar el mundo académico que se les presenta, hacia la búsqueda de un sentido para su vida.
- Construir experiencias significativas para los niños (as) y los jóvenes, a través de estrategias pedagógicas que los vinculen (Colciencias, 2001, p. 30).

2.1.2. La formación investigativa

La formación en investigación hace alusión al ser investigativo, es decir, centra su atención en la motivación, el despertar de la curiosidad y el interés por la investigación (Cárdenas, 2018). Siendo el primer momento del proceso que germina en los semilleros de investigación, y está directamente relacionado con el "fortalecimiento del sujeto antes que el desarrollo de la actividad investigativa, donde el trabajo en equipo, el liderazgo, el proyecto de vida, la gestión del conocimiento, la elaboración de ensayos críticos reflexivos, el debate teórico, entre otros; fundamenta el desarrollo de dicho ser, desde lo ético, lo político lo social y lo científico, la acción fundamentada en un reconocimiento como sujeto ciudadano". (Molineros, 2009, p, 122).

2.1.3. La investigación formativa

La investigación formativa es la relación que se construye entre el objeto de estudio, el sujeto (ser) y el contexto. Se estudia al objeto para la generación de conocimiento interior y exterior, a través de la interpretación y comprensión de la realidad.

Restrepo (2004) resalta la investigación formativa como un asunto pedagógico, destacando el problema de la relación docencia-investigación en términos de estrategias de enseñanza, como el aprendizaje por descubrimiento o construcción centrado en el estudiante. El profesor plantea situaciones problemáticas buscando activar los procesos cognitivos, no desde la enseñanza, si no

a partir de la indagación, revisión de situaciones similares, de literatura relacionada, recolección de datos, organización e interpretación de los mismos para enunciar posibles soluciones. El objetivo de esta estrategia es desarrollar habilidades de flexibilidad, adaptabilidad e interdisciplinariedad o manejo de problemas desde distintos puntos de vista, y sobre todo, la transferencia de aprendizaje, es decir que lo aprendido potencie futuras conexiones.

De este documento también es importante resaltar las acepciones de la investigación formativa, que están dadas a partir de tres escenarios de desarrollo. El primero, se da en la *investigación exploratoria*, es cuando el estudiante trata de dar forma a una investigación concreta, que normalmente es planteada por el docente y le sirve como colaborador en la búsqueda de antecedentes. La segunda, es la *formación en y para la investigación*, donde el estudiante desarrolla diferentes actividades que no hacen necesariamente parte de un proyecto de investigación, su intención es familiarizarse con los procesos, aprendiendo la lógica de las actividades propias de la investigación científica, implementando estrategias de aula como el ABP, el estudio de casos, el método de proyectos, entre otros. La tercera es la *investigación para la trasformación en la acción o práctica*, hace referencia a la práctica de la investigación-acción, para la solución de problemas en contexto, es la investigación realizada para aplicar hallazgos sobre la marcha.

2.1.4. Semilleros escolares de investigación

Surgen en la educación básica y media a partir de la iniciativa de un grupo de docentes que leen en el contexto la necesidad de aproximar a los estudiantes a una realidad que requiere de una mayor intervención, con el ánimo, como lo afirman Torres y Merchán (2018), de renovar la función

social en el reconocimiento del ser humano y sus formas de ser, las nuevas formas de constitución y transformación de las sociedades y la cultura.

En su libro, también destaca las características de un semillero escolar de investigación, que de forma sucinta se nombran a continuación:

- Está conformado de manera voluntaria por estudiantes cuya intencionalidad es aprender a investigar sobre un campo del saber particular, desde la perspectiva teórica y/o práctica.
- Es orientado por uno o varios docentes que se comprometen, enseñan y dan cuenta de dicho estado de la cuestión y preparan a los estudiantes en relación con la investigación, las problemáticas del campo del saber, sus avances teóricos y sus prácticas más relevantes, empleando diversas estrategias que hacen evidentes las relaciones entre teoría y experiencia.
- Se reúne con una determinada intensidad semanal para profundizar sobre el campo con el fin de generan productos que reflejan sus avances y el dominio de este; tales productos pueden ser asistencia a talleres, conferencias; elaboración de narrativas, ponencias o artículos; fabricación de artefactos, formulación y ejecución de proyectos de investigación aplicada, trabajos de grado, cursillos, entre otros.
- Asumen responsabilidades en la promoción, generación y formación de nuevos integrantes. (p. 51).

Torres y Merchán (2018) resaltan que para que el semillero escolar de investigación tenga éxito debe:

- Tener reconocimiento institucional, lo que le brinda acceso a infraestructura, destinación de recursos, espacios y tiempos de trabajo, así como apoyo financiero para la realización de actividades de investigación, producción y divulgación.
- Participar en escenarios de intercambio y divulgación del conocimiento, sean estos ambientes de circulación del conocimiento práctico como competencias, concursos, juegos, festivales, o de circulación del conocimiento académico como seminarios, encuentros, congresos, muestras de poster, entre otros.
- Percibirse, de entrada, los incentivos personales, sociales y académicos, esto es la utilidad práctica de su trabajo en la generación de estatus, impacto real en la sociedad, la cultura y en la producción de saber y sus productos. (p.52)

Los logros que se obtienen de la participación de los semilleros también están diferenciados en tres aspectos: personales, sociales y académicos, por lo tanto, se deben definir logros para cada uno. La importancia de la sistematización de las problemáticas de carácter local permitirá ir

formando a los estudiantes en la investigación para la apropiación comprensiva o significativa del conocimiento, en especial el de orden tecnológico. Para el estudio de problemáticas de carácter social/ambiental que promuevan la contextualización del conocimiento de orden tecnológico, se requiere la conformación de un SdeI como laboratorio de experiencias de aprendizaje. Debido a que estos permiten movilizar los intereses y motivaciones de los estudiantes para la construcción del conocimiento. Se presenta como una estrategia para encaminar a los estudiantes al sentido estricto de la investigación formativa, potenciando la formación investigativa y el trabajo en red en comunidades de aprendizaje. Por lo tanto, los SdeI son necesarios desde la educación escolar para contextualizar el aprendizaje, movilizar los intereses y un acercamiento estructurado hacia la investigación.

En la construcción conceptual de los SdeI también se habla de prácticas complejas que se acercan exclusivamente a la construcción de conocimiento científico, por ello se hace necesario intervenir en el estudio de la incidencia del conocimiento tecnológico atendiendo a la innovación para el trabajo con situaciones problema de carácter local. La investigación formativa es la que diferencia un semillero de investigación, de un grupo de investigación, porque permite que el estudiante lleve de principio a fin la propuesta de investigación, explotando sus habilidades y competencias para encontrarse con una comunidad de aprendizaje.

2.2. Las tecnologías para la inclusión social

El objeto de estudio del presente trabajo subyace en los semilleros de investigación que emergen en la educación básica y media, principalmente con el objetivo de ver su evolución a partir del sentido social de la educación en tecnología; que busca preparar a las jóvenes generaciones para su futura participación productiva en la sociedad en que nacieron (Andrade,

1994), y que se materializa por medio de las competencias y componentes del área de tecnología e informática, en las diferentes instituciones educativas. Ahora bien, en la naturaleza de la enseñanza de esta área, se trata de incursionar a los estudiantes en el desarrollo de las tecnologías para la inclusión social, que han trascendido lejos del contexto educativo. Para la fundamentación de este trabajo se hacen necesario reconocerlas y relacionarlas con las prácticas y tendencias educativas que se plantean en los semilleros de investigación.

A continuación, se presenta uno de los autores más representativos del estudio de las tecnologías para la inclusión social:

Hernán Thomas, es el director del instituto de estudios sobre la Ciencia y la Tecnología (IESCT-UNQ), Coordinador del Área de Estudios Sociales de la Tecnología y la Innovación, Doctor en Política Científica y Tecnológica (UNICAMP), licenciado en Historia (UNLu), profesor en literatura, castellano e historia (Instituto Argentino de Enseñanza Superior). Sus temas de investigación se fundamentan en estudios Socio-históricos de la Tecnología, Economía de la Innovación, Política Científica y Tecnológica, y Tecnologías para la Inclusión Social.

Thomas (2015), define las Tecnologías para la Inclusión Social como:

> Una forma de diseñar, desarrollar, implementar y gestionar tecnología orientada a resolver problemas sociales y ambientales. A su vez, este tipo de tecnologías generan –o al menos intentan dar soporte material a- dinámicas políticas y económicas de inclusión social y de desarrollo sustentable. (p. 25)

El estudio de las TIS emerge en la institucionalización de políticas públicas, de la inclusión para los menos favorecidos y el diseño social. En el estudio de desarrollo tecnológico para la agricultura familiar, se adhiere al concepto de las TIS, los sistemas tecnológicos y la importancia de la innovación en la solución de problemas para satisfacer los objetivos del proyecto (Chierchie, 2017). En el documento de Diseño de política y desarrollo sustentable, las TIS se trabajan desde

los sistemas tecnológicos sociales que permiten la generación de productos, procesos y organizaciones, enfocado a problemas de pobreza e inclusión social (Juárez, 2018). En una aproximación a la dimensión social del diseño, las TIS se enmarcan en el diseño encaminado a estimular el bienestar ambiental y social con el fin de considerar el beneficio para muchos y no para pocos (Saavedra, 2017). Hacer estudio de la inclusión y las políticas públicas para que las TIS favorezcan a población vulnerable permite entender la tecnología desde una visión humana y cercana a procesos de innovación y desarrollo sostenible.

Las tecnologías para la inclusión social (TIS) son todas las formas de intervenir en la solución de problemas de orden social y ambiental. Estas permiten un acercamiento a las necesidades locales que impliquen el desarrollo sostenible de una comunidad. Las TIS no solo están disponibles para resolver un problema puntual, sino porque consiguen insertarse como causas eficientes en la concepción de procesos de cambio tecnológico y social. Las TIS pueden o no generar fracasos y resultados no deseados, dependiendo de cómo se diseñan y el análisis de su impacto después de la implementación. Por lo tanto, las TIS permiten un acercamiento al estudio, análisis y resolución de problemas locales donde se requiere de una participación activa del colectivo.

Para brindar una mayor comprensión de las TIS en el contexto educativo, es necesario establecer la relación que tiene con lo que se entiende por tecnología y su abordaje desde la educación en tecnología. La tecnología es una actividad dirigida a la producción de algo nuevo y no al descubrimiento de algo existente, inmersa en la innovación proveniente de la creatividad (Cupani, 2006). La tecnología y sociedad, es uno de los cuatro componentes de la educación en tecnología y trata tres aspectos: 1) Las actitudes de los estudiantes hacia la tecnología, en términos de sensibilización social y ambiental; 2) La valoración social que el estudiante hace de la

tecnología para reconocer el potencial de los recursos; y 3) La participación social que involucra temas como la ética y responsabilidad social, entre otras (MEN, 2008). Las TIS se apoyan de los procesos de producción de la tecnología, favoreciendo las actitudes, valoración y participación social de los individuos, para promover una cultura del cuidado del medio ambiente y de sociedades pacíficas.

Las TIS se proyectan como las formas que permiten un acercamiento al estudio, desarrollo y consolidación de soluciones para resolver problemáticas sociales/ambientales. Se pueden dinamizar desde el diseño social, atendiendo a necesidades de carácter local, que en un inicio se espera trabajar con una lectura de contexto. Las implementaciones de las TIS en el trabajo con los SdeI son fundamentales para acercar a los estudiantes a otras intervenciones que promuevan la humanización del aprendizaje.

En la transposición de las TIS al contexto educativo es importante incorporar el estudio de los movimientos de innovación de base. Según Fressoli, et al. (2015), estos permiten "intervenir y cuestionar tecnologías y practicas existentes, plantear nuevos problemas a las comunidades científicas y tecnológicas y establecer nuevas prioridades para el desarrollo, con el fin de considerar experiencias relevantes de desarrollo tecnológico y cambio social." (p, 19). Como lo explican los autores, la innovación base surge como reacción a las injusticias sociales y problemas ambientales presentes en la sociedad, constituyendo espacios potencialmente ricos para el aprendizaje social. Sin embargo, también dan a conocer que este movimiento de innovación base presenta dificultades a la hora de impulsar nuevas formas de innovación para la inclusión social y futuros sostenibles.

Dentro de los movimientos de innovación base, enunciados por Fressoli, et al. (2015), están: el movimiento de tecnología apropiada para los países en desarrollo (1960 a principios de 1980), el movimiento de tecnología alternativa en algunos países desarrollados (1970 a 1980), y el movimiento de tecnologías sociales en américa del sur (comienzos del 2000). Los dilemas que persisten en la innovación para la inclusión social y futuros sustentables, están inmersos en resolver problemas locales específicos, construir soluciones adecuadas y utilizar recursos basados en proyectos limitados para alcanzar los objetivos sociales.

2.2.1. El movimiento de tecnología apropiada

En el movimiento de Tecnología Apropiada, se redefine el concepto de tecnología como un instrumento para el desarrollo, y las características comunes están sustentadas desde el bajo costo de capital, la utilización de materiales locales, la creación de empleo, de proyectos a pequeña escala que podían ser entendidos, controlados y mantenidos por la comunidad (sin un alto nivel de educación). Suponen algunas formas de uso colectivo y colaboración, evitando patentes y derechos de propiedad. El principio básico es ayudar a la gente a mejorar la situación en la que se encuentran inmersos a través de la provisión de tecnologías adecuadas a sus contextos, sin caer en el problema alta tecnología/alto capital/alto desempleo, como sostenía Schumacher (1973, como se citó en Fressoli, et al. 2015).

El diseño y producción de artefactos que se estipularon para resolver en este movimiento las problemáticas en el sector rural, sobre todo, se precisaron estrategias para desarrollar tecnologías apropiadas, tales como: el mejoramiento de tecnologías tradicionales, introduciendo pequeños cambios, renunciando a la alta tecnología, por la inversión de capital que demandaba y la simplificación de las máquinas y sistemas de apoyo para alcanzar a la demanda local, así como

el diseño de nuevas tecnologías que se adaptaran a las circunstancias (Willoughby, 1990, como se citó en Fressoli, et al. 2015).

Las tecnologías apropiadas tuvieron su momento de auge. En 1983 habían adquirido estatus de política pública y apoyo de una red global de instituciones que practicaban innovación para inclusión social (Jecquier, 1982, como se citó en Fressoli, et al. 2015). Sin embargo, los programas de financiación fueron gradualmente finalizados, el principal problema era que los innovadores trabajan puntualmente en satisfacer problemas orientados a soluciones puntuales (a baja escala, baja inversión de capital y diseño sencillo) y no para un posible desarrollo sostenible. Finalmente, se comprobó que los procesos de innovación dependen de la financiación estatal y de agencias internacionales de desarrollo. Además, se evidenció la dificultad de producción, distribución y consumo de las propias tecnologías.

Aunque en varios países se quitaron la etiqueta de tecnologías apropiadas, siguieron trabajando a menor escala en sus territorios. Esto es lo que en gran medida busca la educación en tecnología en las instituciones de educación básica y media, haciendo a los estudiantes participes activos de la transformación del entorno, con ayuda de la lectura del contexto para dar solución a problemas locales de carácter social/ambiental; donde la intervención migre de las aulas de clase y las diferentes comunidades académicas como los semilleros de investigación en la escuela, a un escenario real y próximo. De ahí la importancia de fortalecer la investigación formativa a través del estudio de problemáticas de inclusión social para incidir en el diseño y la construcción de artefactos a escala, de bajo costo, minimizando el uso de tecnologías de punta para que sea asequible a los usuarios.

2.2.2. El movimiento de tecnología alternativa

Surgió en el mismo momento que el movimiento de tecnologías apropiadas, pero se estableció en países industrializados, buscando cambios radicales en la sustentabilidad y soluciones a problemas ambientales de los países desarrollados, en la construcción de sociedades ecológicas posindustriales (Hollick, 1982, como se citó en Fressoli, et al. 2015). Los activistas demandaban la transformación de sistemas tecnológicos amigables con el medio ambiente. Se plantearon como tecnologías eficientes en el uso de recursos, duraderas, no desechables, participativas, no tecnocrácticas, basadas en las necesidades y no en el beneficio; y con ciclos de producción cíclica y no serial (Clarke, 1973, como se citó en Fressoli, et al. 2015). Se visualizó a través de estas tecnologías formas de producción menos destructivas y de consumo masivo, como las ofrecidas por las grandes corporaciones.

Implementar los supuestos que proponía la tecnología alternativa, representaba también la necesidad de una transformación radical en la sociedad. Por lo tanto, algunos proyectos se incorporaron nuevamente en la zona rural, con técnicas de agricultura orgánica, sistemas de calefacción solar, energía eólica, sistemas de reciclaje, vivienda de bajo impacto ambiental, entre otras. Esperando que tuvieran una mayor acogida y generaran un movimiento más amplio con el fin de presionar políticamente.

Uno de los proyectos de tecnología alternativa fue el de la calefacción solar en Austria, en la década de los 90, puesto que más de 100.000 hogares austriacos producen agua caliente a partir de la energía solar existente. De igual forma, las turbinas eólicas en Dinamarca, practicando un vivir más ecológico. Frente a las redes que se formaron alrededor de estos proyectos, como la Red de tecnología Alternativa y Evaluación Tecnológica NATTA de 1979, continúan produciendo boletines informativos hasta el día de hoy. Surgieron algunos grupos ambientalistas y algunos

activistas se unieron a los sindicatos, quienes se vieron frustrados porque no veían avance en sus propuestas en términos de la escasa provisión de soluciones prácticas concretas. Finalmente, en la década de los 80´s, algunas iniciativas lograron sobrevivir a la hostilidad política y la indiferencia comercial.

2.2.3. El movimiento de tecnología social

Según Fressoli, et al. 2015, este movimiento "se originó en Brasil a inicios del nuevo milenio y logró expandirse hacia otros países de América Latina" (p. 34). Pretendía revisar los enfoques de las concepciones anteriores, visualizando cómo esto puede cambiar la forma de aproximarse a los problemas, construir soluciones tecnológicas y movilizar a la comunidad. La Red de Tecnología Social (RTS) del año 2005 al 2012 en Brasil, llegó a reunir más de 800 instituciones que enfrentaban problemas de innovación de base en la actualidad. Ayudando a gestionar fondos para áreas como agroecología, reciclado de materiales, saneamiento de aguas y apoyo para emprendedores sociales. De allí que la "Tecnología Social comprendiera productos, técnicas y/o metodologías replicables desarrolladas en interacción con la comunidad y que deben representar soluciones efectivas en términos de transformación social" (Fressoli, et al. 2015, p. 37).

El propósito de las redes era gestionar proyectos particulares que la comunidad pudiera darles continuidad a través de las capacidades adquiridas y luego trasladaran la iniciativa a otros proyectos en la localidad. Se promovían aprendizajes para trabajar con los vecinos, con investigadores de universidades, con otras organizaciones, con proveedores de tecnologías, entre otros, que hicieran parte del proceso para el fortalecimiento de redes. "Cada proyecto necesitaba de procesos socio-técnico creativo para adaptarse a los contextos locales y así construir capacidades de innovación" (Fressoli, et al. 2015, p. 38). La re-aplicación de estos procesos en

otros proyectos locales no significaba solo la trasferencia de conocimiento y materiales, implicaba el trabajo colaborativo para la inclusión y la promoción de conocimiento local.

En los tres movimientos la relación con los artefactos es indispensable para reconocer el alcance y el impacto de los proyectos desarrollados. Un proyecto representativo de las TS es el denominado "Un millón de cisternas" que fue desarrollado por un albañil con el apoyo de investigadores de la universidad. El cual, buscaba la recolección de agua lluvia para el consumo humano en el nordeste brasileño, (zona caracterizada por ser tropical muy seca). El principio de funcionamiento de este artefacto, se aplicó para el proyecto "Una tierra, dos aguas" con el fin de recolectar agua de lluvia, esta vez para la producción en granjas. Tuvieron el apoyo de la RTS y del Ministerio de Desarrollo Social en Brasil para generar más de 500 mil cisternas del 2003 al 2007.

En Argentina, el programa social "Pro-Huerta" representa uno de los proyectos con mayor éxito, debido a la implementación de una tecnología apropiada, que permitía impulsar la autoproducción de alimentos junto con la provisión de semillas, herramientas de jardín y pequeños animales de granja. Cubriendo aproximadamente a 3 millones de personas. En 2003 el Ministerio Nacional de Desarrollo Social ha incorporado este plan al Programa Nacional de Seguridad Alimentaria, convirtiéndose en una política nacional.

Aún se encuentra en debate el enfoque que se le debe dar a las TS. Las instituciones de I+D sobresaltan la importancia de concentrarse en el desarrollo del artefacto "correcto" para resolver el problema social, estudiando nuevos materiales para la vivienda social o mejorar saneamiento de aguas. Otros grupos de la Universidad de Córdoba proponen vincular técnicos, científicos, autoridades locales y cooperativas sociales, así como ONGs y a los beneficiarios. Sin embargo, se destaca que una de las tareas centrales de las TE es generar una red local de actores sociales que

definan juntos el problema a atender, hagan estudio de los materiales, diseño, construcción y producción, para que no solo se provea el artefacto, sino se impulse el aprendizaje en red, alentando al emprendimiento social y porque no, a la formación de mercados locales.

Tecnología apropiada, tecnología alternativa y tecnología social son movimientos con elementos similares, pero en el tiempo, desarrollo y ejecución por medios de artefactos y las redes, tuvieron un alcance diferenciado. En la Tabla 1, se sintetizan estos aspectos:

Tabla 1

Tensiones entre visiones e implementación de movimientos de base.

	Visiones	Artefactos desarrollados	Redes generadas
Tecnologías apropiadas	Mejora de las comunidades rurales carenciadas a través de tecnologías específicas.	Artefactos baratos – *low tech* y tecnologías maduras/ Escaso uso de innovación y conocimiento local.	Redes financiadas por el Estado u organismos internacionales/ Escasa relación con universidades y movimientos políticos locales.
Tecnologías alternativas	Cambio hacia sociedades ecológicas y futuros sostenibles.	Artefactos y procesos ecológicamente responsables (energía solar y eólica)/ Tecnologías hágalo-usted mismo y pequeños ajustes.	Redes de *practitioners* y experimentación-vínculos con ambientalismo/ Intentos de vincularse con los gobiernos locales y sindicatos/ Escasa y problemática traducción de tecnologías para uso comercial.
Tecnologías sociales	Transformación social y empoderamiento de actores locales mediante la re-aplicación de co-construcción de tecnologías.	Artefactos *low tech* y sistemas tecnológicos para re-aplicación a gran escala/ Permitir las perspectivas y modificaciones de los usuarios.	Movimientos sociales, ONGs y agencias de financiamiento estatal/ Escaso involucramiento de laboratorios públicos de I+D marginales/En su mayoría por fuera del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

Fuente: Adaptado de *De las Tecnologías Apropiadas a las Tecnologías Sociales: Algunos dilemas persistentes de los movimientos de innovación de base para la construcción de futuros socialmente justos* (p. 46), por J, Fressoli, et al. 2015.

2.2.4. El componente de tecnología y sociedad en la educación en tecnología

La tecnología debe brindar herramientas para modificar, innovar y mejorar procesos, productos y servicios. Se incorpora en un contexto social involucrando las actitudes de los estudiantes en términos de sensibilización, curiosidad, cooperación, trabajo en equipo y apertura intelectual, entre otros. Se apoya del diseño como una actividad altamente cognitiva, que requiere procesos de pensamiento de interpretación y configuración de soluciones para abordar la lectura de contexto. Las TIS generan un diálogo por medio de una alternativa de solución, inmediata y puntual para combatir la pobreza en sociedades periféricas e intervenciones estructurales y sustentables a los problemas de desarrollo.

Para poner en diálogo la relación antes suscitada frente a la tecnología y los movimientos de innovación base, en el contexto educativo, se hace imperativo reconocer los componentes que brinda la Guía 30 donde se encuentran las orientaciones para la educación en tecnología, planteadas por el MEN (2008). Propone cuatro componentes importantes que dan cuenta de la naturaleza y evolución de la tecnología, su apropiación y uso, la solución de problemas con tecnología, y el que atañe a este estudio; el componente de tecnología y sociedad. El cual, propone fortalecer en el contexto educativo, tres aspectos importantes: 1) Las actitudes de los estudiantes hacia la tecnología, en términos de sensibilización social y ambiental; 2) La valoración social que el estudiante hace de la tecnología para reconocer el potencial de los recursos; y 3) La participación social que involucra temas como la ética y la responsabilidad social, entre otras.

Las TIS se apoyan de los procesos de producción de la tecnología, favoreciendo las actitudes, valoración y participación social de los individuos, para promover una cultura del cuidado del medio ambiente y de sociedades pacíficas. Aunque en varios países se omitió la etiqueta de tecnologías apropiadas, siguieron trabajando a menor escala en sus territorios.

2.3. Una mirada al concepto de tecnologías emergentes en la educación

La importancia de las tecnologías emergentes TE en este estudio, radican en la revisión de aquellos recursos que brindan la posibilidad de materializar las alternativas de solución que son producto del análisis de las propuestas de los semilleros de investigación en la escuela por parte de los estudiantes. A partir del reconocimiento de las TE implementadas en los diferentes proyectos que surgen en estas comunidades de aprendizaje, se puede revisar su impacto en el proceso educativo, en términos de la formación investigativa y la investigación formativa, principalmente en el contexto de la educación básica y media. Por ello, se hace necesario presentar algunos aspectos frente a lo que se entiende por TE, su incorporación en la educación, destacando las que se encuentran en auge en la actualidad y su influencia en los procesos de aprendizaje.

En el contexto educativo se han resaltado los procesos de innovación en términos de las nuevas tecnologías de la información, directamente relacionadas con términos como la web 2.0. 3.0. 4.0, para hacer alusión a los recursos de la tecnología educativa. Sin embargo, en este trabajo se pone en diálogo las TE, primero desde su concepto genérico y luego desde su implementación en el contexto educativo.

> El término TE alude a nuevas tecnologías con potencial de demostrarse como tecnologías disruptivas. Constituyen innovaciones en desarrollo que en un futuro cambiarían la forma de vivir y de producir brindando mayor facilidad a la hora de realizar tareas, o haciéndolas más seguras. Incluyen tecnologías discontinuas derivadas de innovaciones, así como tecnologías más evolucionadas formadas de la convergencia de ramas de investigación

> antes separadas. Hablar de tecnologías emergentes implica utilizar tecnología para dar soluciones actuales y reales. (Concari, 2014, p. 495)

A continuación, se presenta el autor que ha presentado el estudio de las TE:

Mohanad Halaweh, es Doctor en Sistemas de Información, Universidad De Montfor, actualmente trabaja en la universidad Al Falah en Dubai. Es un educador experimentado que ha enseñado en numerosas universidades en los Emiratos Árabes Unidos, Kuwait y Reino Unido. Él es un activo investigador y ha publicado más de 30 artículos en revistas internacionales clasificadas y conferencias (todas aparecen en el ranking SCOPUS y / o ABDC). Participó en varias conferencias internacionales en campos de Sistemas de Información (SI) como ICIS, PACIS y ACIS; conferencias de primer nivel en investigación de SI (clasificadas A según la calificación de ERA).

Halaweh (2013), afirma que “la tecnología puede ser una expectativa estándar en el mundo comercial o de negocios, sin dejar de ser considerada como "emergente" en la educación” (p. 109). Es decir, la tecnología puede considerarse emergente en el contexto educativo, así se haya aplicado en otro contexto y esto se debe a sus características disruptivas para solucionar problemas actuales y cercanos a la realidad. En un concepto, un poco más preciso de acuerdo al proceso de implementación, las TE son todas aquellas “herramientas, conceptos, innovaciones y avances utilizados en diversos contextos al servicio de diversos propósitos relacionados con la educación” (Adel y Castañeda, 2012, p. 16). Desde estas dos perspectivas se puede identificar el potencial que presentan las TE para apoyar procesos metodológicos y didácticos en los diferentes espacios académicos, resaltando que toda incursión de estas mediaciones en el aula de clase promueve una renovación constante.

Frente a cómo migran las TE en el contexto educativo, Concari (2014) expone que surge por la demanda de las organizaciones modernas, donde se requieren personas con habilidades en la resolución de problemas, la toma de decisiones, la capacidad de incorporarse en el trabajo colaborativo y la adaptación flexible a los cambios rápidos que se producen en la sociedad del conocimiento. De esta forma, la educación apoyada en tecnologías permite renovar contenidos y métodos de enseñanza para desarrollar estas habilidades. También nombra algunos ejemplos de lo que podrían ser TE, destacando los nanofármacos, los teléfonos inteligentes, los cables cuánticos, las baterías fotosintéticas, la Web 3.0, la impresión 3D, los sensores remotos, las pantallas flexibles, entre otros.

Uno de los aspectos importantes del artículo de Concari (2014) radica en postular que la tecnología puede limitar, potenciar o banalizar la propuesta pedagógica, si no se cuenta con una adecuada formación a los docentes, para que desarrollen la capacidad de evaluación y selección de los recursos pertinentes. Centrando su estudio en las tendencias clave y retos críticos del uso, algunos TE con mayor impacto en la educación superior en el intervalo del 2011 al 2017, son: Libros electrónicos, realidad aumentada, interfaces gestuales, tecnologías móviles, aprendizaje basado en juego, herramientas analíticas de aprendizaje, internet de las cosas, cursos masivos abiertos en línea o MOOC, juegos de gamificación, impresión 3D y tecnología portátil.

Destacando en el espacio de discusión: el M-learning, donde se promueve el aprendizaje móvil con ayuda de algunos dispositivos con alguna forma de conectividad inalámbrica. La realidad aumentada que permite integrar imágenes e información particular generada por una computadora a la realidad normal, percibida a través de visores especiales. Códigos QR, que son matrices de puntos similares a un código de barras para almacenar información, para ser leídos a través de una aplicación que puede ser incorporada a los dispositivos móviles. Juegos serios, que

son diseñados a través de situaciones simuladas con un propósito específico en la educación, la exploración científica, la defensa civil, entre otros. Laboratorios remotos, que constan de una serie de dispositivos para ser operados a distancia con ayuda de internet. Simulaciones computacionales, son programas informáticos que permiten modelar el funcionamiento y comportamiento de un sistema.

En síntesis, las TE no son necesariamente nuevas, no tienen una vida limitada o fija, emergen cuando se aplican en un contexto particular favoreciendo diferentes procesos de innovación, lo cual permite, que tengan un impacto positivo en la educación. El estudio de las TE permiten fundamentar uno de los objetivos específicos de esta investigación, donde se pretende identificar las tendencias investigativas que promuevan el estudio de tecnologías de inclusión social en términos de tecnologías apropiadas o alternativas para dar solución a las situaciones problema analizadas en los semilleros de investigación escolar.

Capítulo 3. Metodología

Partiendo del objetivo del presente documento que busca reconocer las contribuciones que han realizado los semilleros de investigación en la educación básica y media para la formación investigativa en tecnologías para la inclusión social e implementación de tecnologías emergentes, se precisa de un enfoque cualitativo desde el cual se indague por las características de las prácticas educativas que han fomentado la formación investigativa en la escuela, se identifiquen las tendencias investigativas que inciden en la solución a problemáticas de inclusión social haciendo uso de tecnologías emergentes y se analicen los procesos metodológicos, de desarrollo y resultados obtenidos a través de los semilleros de investigación en la escuela.

De esta forma, la metodología de este proceso de profundización, entendida como la manera de estudiar y pensar la realidad social, se lleva a cabo por medio de la investigación cualitativa, que se orienta a analizar casos concretos en su particularidad temporal y local. Flick (2004), describe las tendencias de la modernidad en este tipo de investigación: la vuelta a lo oral en términos de narraciones y comunicación, la vuelta a lo particular que se manifiesta en la formulación de teorías y en la realización de estudios empíricos, la vuelta a lo local frente al estudio de los sistemas de conocimiento, las prácticas y experiencias, y la vuelta a lo oportuno de acuerdo a la necesidad de poner problemas que deben estudiarse y las soluciones que se desarrollarán en su contexto temporal o histórico. Lo cual implica un estudio de estas tendencias, con el fin de determinar las posibles categorías y variables que permitan su operacionalización en relación a la información encontrada al implementar los instrumentos de validación en los casos establecidos de acuerdo al objeto de profundización, siendo este el insumo para el diseño metodológico.

Es necesario precisar que el enfoque cualitativo es recomendable cuando el tema del estudio ha sido poco explorado o no se ha hecho investigación al respecto en ningún grupo social específico (Marshall, 2011 y Preissle, 2008, como se citó en Sampieri, et al. 2014), y este proceso cualitativo inicia con la idea de investigación, que para fines de este trabajo, propone revisar la sistematización de experiencias sobre los semilleros de investigación en la educación básica y media que hagan uso de tecnologías emergentes para resolver problemas sociales o ambientales.

3.1. Población y muestra

Dentro de la propuesta de investigación se pretende trabajar con una muestra homogénea, dónde las unidades que se van a seleccionar poseen un mismo perfil o características, o bien comparten rasgos similares, con el propósito de centrarse en el tema por investigar o resaltar situaciones, procesos o episodios en un grupo social (Sampieri, *et ál*, 2014). En este orden de ideas, la población que hace parte de la muestra son los docentes que lideran y acompañan en instituciones de educación básica y media las experiencias de los semilleros de investigación, tales como: TRV Research Group, semillero Escolar de Investigación del IED Tomás Rueda Vargas (Bogotá), semillero de investigación "Robótica e Impresión 3D" de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central ETITC (Bogotá) y el semillero Incluteceoh "Tecnología e inclusión" del Colegio Enrique Olaya Herrera (Bogotá).

3.1.1. Criterios de inclusión y exclusión de muestra

a. Criterios de inclusión

Docentes y estudiantes de educación básica y media que participen en semilleros de investigación de carácter escolar, donde se fomente la formación investigativa principalmente con el área de conocimiento de tecnología e informática.

b. Criterios de exclusión

-Docentes y estudiantes de educación básica primaria, secundaria y media que pertenezcan a semilleros de investigación que no implementen tecnologías emergentes para el estudio y apropiación en la formación investigativa.

-Otras comunidades de aprendizaje que no se representen como semilleros de investigación, tales como grupos focales, centros de interés o talleres de tiempo libre.

-Semilleros de investigación que se establezcan desde el área de tecnología e informática solo para participar en competencias en la línea de robótica escolar o que hagan parte de proyectos que no formulen criterios de investigación de manera sustentable y continua.

3.2. Método

En la construcción del conjunto de procedimientos y técnicas para recolectar y analizar datos en la propuesta de profundización, se encontró que el estudio de caso presenta varias características que permitirán encaminar el rumbo de la investigación, describiendo en términos de Martínez (2006), la cual expone en su disertación, que:

> Las investigaciones realizadas a través del método de estudio de caso pueden ser: descriptivas, si lo que se pretende es identificar y describir los distintos factores que ejercen influencia en el fenómeno estudiado, y exploratorias, si a través de las mismas se pretende conseguir un acercamiento entre las teorías inscritas en el marco teórico y la realidad objeto de estudio (p. 171)

Aunado a este referente, surge la clasificación que propone Yin (1994) con los estudios de caso múltiple, donde se toman varias muestras que deben seguir una repetición, no una lógica de muestreo y el investigador debe escoger cada caso cuidadosamente. Afirmando que, los casos deben servir de una manera similar a los experimentos múltiples, con resultados similares (una

repetición literal) o los resultados contrastantes (una repetición teórica) pronosticados explícitamente al comienzo de la investigación.

Es así que, el estudio caso múltiple en los que se encuentran los diferentes semilleros de investigación en instituciones educativas de básica y media, que se relaciona en la descripción de la población y muestra, requiere de una fase descriptiva y una fase exploratoria, por medio de la técnica de análisis documental y de entrevistas.

El análisis documental es conocido como la transformación o conversión de la información documental, donde el documento es un soporte material que sirve de amparo al conocimiento (Sánchez y Vega, 2003). En consecuencia, se entiende que el rastreo de la información sistematizada de las diferentes prácticas educativas seleccionadas, permitirá fortalecer la fase descriptiva del diseño metodológico.

Las entrevistas, como herramientas para recolectar datos cualitativos, se emplean cuando el problema de estudio no se puede observar o es muy difícil hacerlo por ética o complejidad (Sampieri, et al, 2014). Por ejemplo, en la situación de cuarentena por pandemia a nivel mundial; siendo así, esta técnica un complemento frente a la fase de exploración del estudio de casos de carácter múltiple. Las entrevistas, según el mismo autor, cuenta con varias características importantes:

- El principio y el final de la entrevista no se predeterminan ni se definen con claridad, incluso las entrevistas pueden efectuarse en varias etapas. Es flexible.
- Las preguntas y el orden en que se hacen se adecuan a los participantes.
- La entrevista cualitativa es en buena medida anecdótica y tiene un carácter más amistoso.
- El entrevistador comparte con el entrevistado el ritmo y la dirección de la entrevista.
- El contexto social es considerado y resulta fundamental para la interpretación de significados.
- El entrevistador ajusta su comunicación a las normas y lenguaje del entrevistado.

- Las preguntas son abiertas y neutrales, ya que pretenden obtener perspectivas, experiencias y opiniones detalladas de los participantes en su propio lenguaje. (p. 404).

3.3. Instrumentos

Dentro de los instrumentos de investigación Munarriz (1992), expone que el propio investigador es el instrumento, que parte del supuesto de múltiples realidades y de la interacción entre investigador-investigados que influyen y se modifican mutuamente, insistiendo en la necesidad de un diseño abierto, no estructurado, que se va desarrollando a medida que evoluciona la investigación. Sin embargo, el registro que se proyecta aplicar para el estudio de caso está enmarcado a través de la entrevista semiestructurada, la cuál será el insumo para el otro instrumento que son las matrices de análisis.

3.3.1. Entrevista semiestructurada

Conforme al trabajo de Sampieri, et ál, (2014), se referencia a este tipo de entrevista como una guía de asuntos o preguntas donde el entrevistador tiene la libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener mayor información. Presentándose como el registro para validar por medio de preguntas generales y estructurales; primero, del proceso de construcción del semillero de investigación escolar; segundo, del estudio de las problemáticas propuestas en el semillero de investigación escolar; tercero, las contribuciones que generan los semilleros de investigación en la escuela en la formación investigativa. (Ver anexo N° 1°).

De conformidad con la Resolución No. 8430 de 1993, los participantes de la presente investigación deben conocer los objetivos, modalidad de participación, riesgos y beneficios de la misma y, en consecuencia, asentir, a través de un documento escrito como el consentimiento informado, donde dan a conocer su participación o no en el estudio. (Ver anexo N° 2)

3.3.2. Matrices de análisis

Otro de los instrumentos propuestos para apoyar el trabajo descriptivo y explicativo del estudio de caso múltiple, se dispone en la elaboración de una matriz de análisis donde se organicen las categorías principales, las categorías subsidiarias y las categorías emergentes, de los resultados que arrojen las entrevistas para cualificar de manera argumentativa lo encontrado. Permitiendo así, el análisis de los resultados en paralelo a la documentación y la caracterización de las diferentes experiencias.

El análisis de datos cualitativos es un proceso definido por las categorías establecidas para encontrar relaciones en la información, entendiendo las categorías como la forma de clasificar, conceptuar o codificar un término o expresión de forma clara, que no se preste para confusiones a los fines de determinada investigación, donde serán ubicados/clasificados cada uno de los elementos sujetos a estudio (Romero, 2005). “En el momento en el que el investigador empieza a agrupar conceptos, también inicia el proceso de establecer posibles relaciones entre conceptos sobre el mismo fenómeno” (Straus y Corbin, 2002, p, 15).

Las categorías al ser conceptos derivados de los datos, se proponen dentro de las principales, los conceptos relevantes de la investigación: semilleros de investigación, tecnologías para la inclusión social y tecnologías emergentes, las categorías subsidiarias, surgen de la fundamentación teórica y su relación con los conceptos relevantes, y las categorías emergentes, se plantean a partir de las relaciones encontradas con las principales y las subsidiarias. Es así que la categoría principal de los semilleros de investigación, cuenta con tres categorías subsidiarias propias de la fundamentación teórica: formación investigativa, investigación formativa, y los semilleros escolares de investigación. A su vez, la categoría subsidiaria: Formación investigativa, está relacionada con la categoría emergente de las contribuciones a la educación tradicional; la

investigación formativa, con las metodologías, y los semilleros escolares de investigación con la generación de conocimiento (ver Tabla 2).

De esta forma, el proceso metodológico se da a partir de cinco momentos secuenciales para dar cuenta de los objetivos del proceso de profundización:

i. Revisión documental de la información sistematizada: en relación a los semilleros escolares de investigación, donde se toman elementos que permitan evidenciar las características del semillero, las tendencias investigativas y los procesos desarrollados con los estudiantes participantes de los mismos.
ii. Aplicación y transcripción de entrevistas semiestructuradas: las cuales se desarrollaron con los tres docentes líderes de los semilleros, para complementar la información documentada, con descripciones más precisas a las necesidades del estudio de caso. (Ver anexo 3).
iii. Categorización de la información en las matrices de análisis: se clasificó la información documental y la información de las entrevistas, teniendo en cuenta los parámetros establecidos en las categorías principales, las categorías subsidiarias y las categorías emergentes. (Ver anexo 4).
iv. Descripción de hallazgos e interpretaciones: se realizan desde tres apartados: del proceso de construcción de cada uno de los semilleros de investigación escolar; del estudio de las problemáticas propuestas en el semillero de investigación escolar (SEI); y de las contribuciones que genera en la formación investigativa.
v. Formulación de resultados: se realizan contrastando aspectos relevantes de la fundamentación teórica con los hallazgos e interpretaciones para dar cuenta de la formación investigativa e investigación formativa en la educación básica y media;

la lectura de contexto-Situaciones Problema-Tecnologías para la inclusión Social; y los dispositivos programables (Arduino) e impresora 3D como Tecnologías Emergentes (TE) en la educación básica y media.

A continuación, en el capítulo cuatro: Hallazgos e interpretaciones de la información, y en el capítulo cinco: Resultados, se evidencia el desarrollo de la propuesta metodológica, con los apartados descritos, buscando reconocer la información relevante que dé cuenta de los propósitos de esta investigación.

Capítulo 4. Hallazgos e interpretaciones de la información

En la búsqueda de las experiencias de los semilleros de investigación establecidos en las diferentes instituciones de educación básica y media, que se llevó a cabo entre los meses de agosto y noviembre del año 2020, se encontraron 19 propuestas sistematizadas a través de la publicación titulada *Semilleros Escolares de Investigación. Memorias de un Proceso*, gestionado por las Secretaria de Educación del Distrito (SED) y el Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico (IDEP) en diferentes categorías como: género, astronomía, robótica, TIC, medio ambiente y matemáticas. De las cuales, por el objeto de estudio de esta propuesta, se tomaron solo dos de ellas: *Motivaciones para el reconocimiento del ser humano, la esperanza y la reconfiguración del saber escolar: Semillero escolar de investigación TRV Research Group*, y la perteneciente a la categoría TIC: *Tecnología e inclusión: cómo desarrollar soluciones para la comunidad escolar con discapacidad: Semillero Incluteceoh*. La tercera que hace parte del estudio de caso múltiple, corresponde a la tesis de grado de la Maestría en Educación en Tecnología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, titulada *Análisis de relaciones del movimiento Maker con la educación en tecnología, una mirada al semillero "Robótica e Impresión 3D" de la ETITC.*

Luego de haber revisado la parte documental que se encontraba sistematizada de los tres semilleros de investigación: libros, artículos y tesis, se procedió a establecer el contacto con los docentes que lideran los semilleros de investigación. En el caso, del semillero "Robótica e Impresión 3D" de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, el docente que realizó la investigación en la tesis de la maestría, no es el mismo que lidera la construcción y hace el acompañamiento actual al semillero de investigación escolar, lo que generó dificultades en el

establecimiento del contacto. Finalmente, se realizó el encuentro sincrónico a través de la aplicación Zoom, con los tres docentes para la aplicación del instrumento: entrevista semiestructurada y el envío previo por medio de correo electrónico del consentimiento informado, en este último se especificaba el objetivo de la entrevista y la necesidad de la grabación.

Al tener la información para apoyar lo encontrado a nivel documental, se procedió a la digitalización de cada una de las entrevistas, organizando los aspectos relevantes con ayuda de la siguiente matriz de análisis, donde los objetivos de la investigación, se presentaron como las entradas del proceso para generar las categorías principales a través de los conceptos relevantes presentados al inicio, las categorías subsidiarias y la proyección de las categorías emergentes, en términos de las preguntas establecidas en las entrevistas realizadas:

Tabla 2

Matriz de análisis

Categoría principal	Categoría subsidiaria	Categorías emergentes
Semilleros de investigación	Formación investigativa Investigación formativa Semilleros escolares de investigación	Contribuciones a la educación tradicional. Metodologías. Generación de conocimiento.
Tecnologías para la inclusión social	Tecnologías apropiadas (análisis de contexto y adaptar en contexto, artefactos). Tecnologías alternativas (aproximación al cuidado del medio ambiente). Tecnologías sociales (trabajo en red, las soluciones vienen en dialogo con la comunidad, o con el grupo, las problemáticas son establecidas o vienen del reconocimiento de la comunidad)	Problemáticas de estudio: sociales/ambientales
Tecnologías emergentes	Modelado 3D. Dispositivos programables.	Solución de problemas: Resultados/prototipos

Fuente: elaboración propia

Nota: En la tabla se establecen las categorías principales, subsidiarias y emergentes para realizar los hallazgos e interpretaciones de la información documentada y entrevistas del estudio de caso múltiple.

4.1. Del proceso de construcción del semillero de investigación escolar

Para dar inicio al análisis de los elementos encontrados en cada uno de los semilleros escolares de investigación, se presenta en la tabla 3, información relacionada con los docentes que lideran el proceso de creación y acompañamiento de estos espacios.

Tabla 3

Información sobre los semilleros de investigación.

Nombre del semillero	Docente a cargo	Edad	Formación académica	Institución Educativa	Años de experiencia docente/años en el semillero	Localidad
"Incluteceoh"	Docente 1: Sindey Carolina Bernal Villamarín	35 años	Licenciada en Diseño Tecnológico, Universidad Pedagógica Nacional. Magister de Tecnologías de la información aplicadas a la educación. Doctora en Formación inclusiva.	Colegio Enrique Olaya Herrera	10/5	Rafael Uribe Uribe
"TRV Research Group"	Docente 2: Julián Darío Torres Sánchez	37 años	Licenciado en Electrónica, Universidad Pedagógica Nacional. Magister de Tecnologías de la información aplicadas a la educación.	Colegio técnico Tomás Rueda Vargas	14/6	San Cristóbal

			Integrante de Episteme, Grupo de investigación en Cognición y Educación de la UPN ICT Training en Corea del sur.			
"Robótica e Impresión 3D ReI3D"	Docente 3: Nelson León Castillo	56 años	Docencia en Mecánica Industrial del Instituto Técnico Central.	Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central ETITC	29/7	Los Mártires

Fuente: elaboración propia.

Nota: esta tabla presenta información de reconocimiento de los semilleros escolares de investigación seleccionados para el estudio de caso múltiple.

Los orígenes de los semilleros escolares de investigación se suscitan a partir de las motivaciones personales de los docentes que orientan el área de Tecnología e informática en las tres instituciones educativas partiendo de las experiencias particulares que cada uno de ellos. Esta información se sustrae de la información sistematizada de los semilleros y se complementa con las entrevistas semiestructuradas, y se expone en este apartado, ya que no se encuentran explicitas en la recolección de información que pretende obtener de la matriz de análisis.

4.1.1. Semillero de investigación escolar "Inclueteceoh" del Colegio Enrique Olaya Herrera

Bernal, *et al*, (2019), da a conocer que la idea de crear semilleros de investigación surgió a partir de la experiencia de la docente líder del semillero en la Universidad Pedagógica Nacional cuando era monitora de investigación y de su participación como joven investigadora de Colciencias, trabajando con proyectos relacionados con la discapacidad, especialmente con la

pérdida auditiva. Al llegar al colegio Enrique Olaya Herrera en el 2015, identificó a 45 estudiantes con alguna discapacidad, para vincularlos a procesos de inclusión institucional. De tal forma, que se consolida la propuesta del semillero de investigación con estudiantes de grado 10°, con el fin de identificar necesidades institucionales y proponer maneras de disminuir el impacto de dichas dificultades, no solo para beneficiar a este grupo de estudiantes y a los docentes a cargo, sino para sembrar en los investigadores en formación el interés por indagar, descubrir, crear e innovar maneras de disminuir el impacto de dichas dificultades.

Para complementar la información desde la entrevista, la docente que lidera el semillero de investigación desde sus inicios refuerza la propuesta, manifestando:

> Mi semillero de investigación escolar, pues lleva ya oficial desde el 2015 que es el de Incluteceoh, la idea ha surgido desde hace muchos años atrás, desde que hice la licenciatura, pues yo era monitora de investigación en algunos proyectos, en quinto semestre me dieron la oportunidad de vincularme en grupo investigación de la universidad, como monitora, y eso fue lo que me dio a mí como mayor interés, fue esa la oportunidad de conocer y trabajar en proyectos, a escribir a hacer artículos, a hacer nuestro CVLAC, a reunirme con profes investigadores y además que fue muy chévere porque el grupo investigación se llama Sinapsis, y la línea que se trabajaba en ese enfoque era "Ayudas aumentativas" y era para crear recursos tecnológicos, precisamente personas con discapacidad, y lo que se haya hecho básicamente o el trabajo fuertemente en las prótesis para amputación, se había hecho un dispositivo para personas con baja visión para poderse ubicar en el espacio. Entonces yo pude trabajar como monitor en esos espacios ya mí me gustó mucho. (Docente 1, 9 de noviembre de 2020, encuentro sincrónico, p.7).

El colegio Enrique Olaya Herrera, se encuentra ubicado en la localidad Rafael Uribe Uribe, cuenta con dos jornadas escolares: mañana y tarde, y se atiende a una población de estudiantes pertenecientes a los estratos sociales 1 y 2. El semillero pertenece a la línea de "Diseño Tecnológico", se lleva a cabo en contra jornada en la media superior para los grados de 10° y 11° y el encuentro se programa dos veces por semana de 7:00 a 11:00 a.m. Para el proceso de inscripción, los estudiantes desde el grado 9°, seleccionan la modalidad a la que quieren pertenecer,

para esto los docentes hacen unos talleres de sensibilización con el fin de que conozcan de qué se trata cada una de las modalidades. Los estudiantes que terminan el proceso en grado undécimo con el semillero, se les hace la certificación con créditos para continuar con el pregrado de la Licenciatura en Diseño Tecnológico en la Universidad Pedagógica Nacional, por medio de un convenio que gestionaron a nivel interinstitucional. Por lo tanto, en el semillero se trabajan ejes conceptuales relacionados con fundamentos de tecnología 1 y 2; circuitos 1 y 2, y la parte del componente de tecnología y sociedad. Los docentes en el semillero tienen toda la libertad de ajustar temáticas y potenciar actividades dependiendo de las propuestas que surjan por parte del estudio de las problemáticas planteadas por los estudiantes.

4.1.2. Semillero de investigación escolar "TRV Research Group" del IED Tomás Rueda Vargas

El semillero escolar de investigación TRV Research Group nace en febrero del 2014 al interior del área de tecnología e informática en la especialidad de electricidad, con estudiantes de grado décimo y undécimo inicialmente, como respuesta a las preguntas centrales que la institución "se hace en relación con la escuela como esperanza de vida y de función social, y bajo la necesidad de reestructurar y actualizar los dominios temáticos se replantea el proyecto formativo centrándolo en la investigación aplicada."(Torres y Merchán, 2018, p, 21).

El docente que lidera el semillero manifiesta en la entrevista, que cuando llegó al colegio, ya había pasado por generar grupos de interés en la institución donde estaba antes, y por este trabajo ganó una mención honorifica por parte de la Secretaria de Educación Distrital, que le permitió movilizarse al IED Tomás Rueda Vargas, donde se estaba construyendo la propuesta de investigación con el programa Ondas de COLCIENCIAS, y a la vez empieza a asumir una materia que se articulaba con el SENA "Proyecto Formativo" que tiene una estructura muy similar al

desarrollo de un trabajo de grado, donde hay una identificación de un problema y unos objetivos. El docente reestructura esto como un pretexto para desarrollar habilidades de pensamiento, pero el pretexto tiene que ser atractivo y es lo que encuentra en la robótica escolar y en la enseñanza de la educación en tecnología:

> …finalmente el semillero de investigación surge de la necesidad de subsanar todas las falencias que tenía el proyecto Ondas, de darle estructura al proyecto formativo, de darle continuidad, sustentabilidad a todo el proyecto de tecnología e informática, que se llevaba de la robótica escolar y sobre todo a buscar estrategias que nos permitieran aterrizar habilidades de pensamiento en todas las áreas de estudio. Nace el semillero y comienza a generar resultados, sobre todo en dos aspectos importantes: es que cuando nosotros iniciamos no hacía parte del currículo, y los niños asistían en contra jornada, y pues la audiencia fue inmensa, comenzamos con décimo y once, después incluimos a noveno, asistían también sin ningún tipo de nota, eso también nos obligó a manejar la impresión 3D, el escáner 3D, el diseño asistido por computador, programación en Arduino, que en ese tiempo era costoso, y ahí se dispara el semillero de investigación, como semillero de investigación (Docente 2, 30 de octubre de 2020, encuentro sincrónico, p. 3).

El colegio Técnico Tomás Rueda Vargas se encuentra ubicado en la localidad de San Cristóbal, atiende a una población de estudiantes de estratos 1 y 2. En la actualidad, gracias al impacto del semillero durante sus dos primeros años, la institución lo asumió como una estrategia para la consolidación de la jornada única y su curricularización. De esta forma, las demás áreas de conocimiento se invitaron a conformar semilleros, con el fin de ampliar los escenarios de aprendizaje y ampliar el espectro de intereses de los estudiantes desde grado sexto a undécimo.

4.1.3. Semillero de investigación escolar "Robótica e impresión 3D (ReI3D)" de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central

En la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, desde la relación documental, Sanabria (2018), manifiesta que la creación del semillero surge de la necesidad de construir comunidades *Maker* de tipo académico, donde se necesitan sistemas educativos adecuados que

permitan el desarrollo de grupos dispuestos a realizar interacciones con los saberes tecnológicos, cuya finalidad es trabajar el conocimiento técnico y tecnológico relacionado con la creatividad, la invención y la innovación, potenciando las capacidades del "hazlo tú mismo" para diferentes contextos educativos. Sin embargo, el docente 3, quien lidera el semillero escolar de investigación, da a conocer en la entrevista, que el semillero surge también, por su interés en la construcción de una impresora 3D, donde invierten dinero junto con un amigo para comprar las partes y al ver que pudieron armarla, quieren trabajar con los estudiantes en otro escenario diferente al aula de clase:

> Nosotros hicimos una inversión personal, cada uno puso un millón de pesos, compramos a un desarrollador, exalumno, por cierto, le compramos un desarrollo que él estaba haciendo, de una máquina de impresión 3D…entonces nosotros inscribimos el semillero y armamos una impresora 3D, seguimos en Internet el paso a paso para armar esta impresora, en ese camino conocimos a los que se llaman *Makers*, donde enseñaban a hacer cosas, le enseñaba, haga usted sus herramientas, haga usted sus utensilios, todo lo que usted necesite, usted lo puede hacer y aquí le vamos a explicar cómo, y luego apareció una revista que se llamaba "Hágalo usted mismo" en esa revista como que trata de aterrizar esa cultura *Maker*, que ese es el espíritu, haga usted mismo sus propias máquinas, haga usted mismo sus propias herramientas, y trabaje con el código abierto, es decir, nada de patentes, comparta la información… y en bachillerato el 12 de noviembre del año 2014, creamos con unos estudiantes, a los cuales motive y les mostré las bondades de la primera impresora 3D, y ellos las vieron trabajando, y vieron las tres que habíamos armado después, y se motivaron, creo que eran seis estudiantes de grado décimo y undécimo con los que empezamos e iniciamos a hacer una campaña de recolección de basura electrónica. (Docente 3, 4 de noviembre de 2020, encuentro sincrónico, p. 3).

El semillero escolar ReI3D, actualmente está conformado por estudiantes de las cuatro especialidades que ofrece la institución educativa: mecatrónica, procesos industriales, sistemas y diseño, apoyado por docentes y *Makers*. Sanabria (2018) expone que la idea de proponer un semillero de características *Maker* surge precisamente en el grupo de investigación GIRA al conocer sobre los *Makers* y en la red *Meetup* de la cual hace parte el grupo "modelado y prototipado 3D", esta red social permite que personas que tienen gustos y afinidades similares en términos de saberes tecnológicos, compartan y aumenten sus conocimientos en temas particulares.

La intención de proponer espacios de influencia *Maker* al interior del actual sistema educativo particularmente en la institución educativa Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, surge de la necesidad de construir una propuesta disruptiva en relación con las formas de adquirir saberes y destrezas de tipo técnico y tecnológico. Dentro de sus características destaca que:

> La edad de los estudiantes pertenecientes al semillero oscila entre 14 y 17 años y el nivel económico se encuentra entre los estratos 1 y 4. Los estudiantes pertenecientes a la institución se desplazan desde diferentes sectores de la ciudad, e incluso algunos de ellos quienes asisten desde fuera de Bogotá. La jornada que maneja el colegio es única (6:30 am a 2:30 pm) y el horario del semillero es en la tarde (de 3:00 pm a 5:00 pm), uno o dos días en la semana, previo acuerdo, sin interrumpir sus actividades académicas. En principio el semillero Robótica e Impresión 3D se conformó con 12 estudiantes, en su mayoría de la especialidad de mecatrónica, tres de grado undécimo y dos de grado décimo, hicieron parte también, dos estudiantes de Diseño, tres de procesos industriales y dos de sistemas (Sanabria, 2018, p. 45).

Para que un estudiante ingrese al semillero de Robótica e Impresión 3D en el ETITC debe estar como mínimo en grado octavo, después de concluir dos años de etapa exploratoria frente a los saberes técnicos y momento de su formación media en la cual se ha decidido por seguir una de las especialidades técnicas industriales ofrecidas por la institución, asistir es una decisión propia, convalidada por sus padres o acudientes. Los docentes que orientan el semillero se encargan de facilitarle las herramientas y los espacios para que se involucren fácil y rápidamente en el mundo *Maker*.

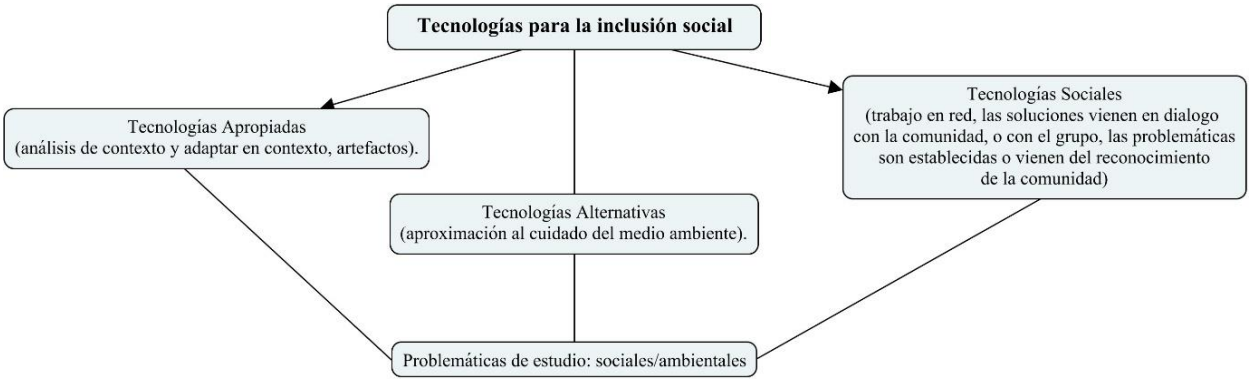
4.2. Del estudio de las problemáticas propuestas en el semillero de investigación escolar (SEI)

Uno de los intereses de la información obtenida en los documentos y en las entrevistas es identificar las tendencias investigativas que promuevan el estudio de tecnologías para la inclusión social haciendo uso de tecnologías emergentes, lo cual, se sustrae del estudio de las problemáticas propuestas en los tres semilleros escolares de investigación, a través de las matrices de análisis que contemplan la revisión entre las tecnologías para la inclusión social, su relación con los

movimientos base que son las tecnologías apropiadas, las tecnologías alternativas y las tecnologías sociales, haciendo una revisión de las problemáticas de estudio de carácter social/ambiental que se desarrollaron en cada uno de los casos (ver figura 1):

Figura 1

Relación entre TIS, los movimientos base y las problemáticas de estudio los SEI



Fuente: elaboración propia

Las problemáticas de estudio que se promueven en términos de tecnologías apropiadas, donde se promueva la construcción de artefactos baratos –*low tech* y tecnologías maduras/ Escaso uso de innovación y conocimiento local, se describen a continuación en cada uno de los semilleros:

En el SEI TRV Research Group, el estudio de problemáticas con tecnologías apropiadas, parte de la línea de robótica escolar, que es donde inician los estudiantes de grado sexto, cuando aprenden a operar los diferentes prototipos como medio de acercamiento al reconocimiento de su función y funcionamiento, en palabras del docente que lidera el semillero:

> …hay unos robots que nosotros ya tenemos fabricados con módulos y lo primero que los ponemos hacer es a jugar, y luego gradualmente les vamos quitando piezas, entonces si él quiere jugar debe agregarle las piezas, o debe solucionar el problema del robot para que le funcione, y luego, cuando ellos ya aprenden a manejar más o menos la parte superficial de estos objetos teleoperados, pues ya comienzan a mirar cómo con este robot lo aplico a este problema que aplique, hay unos robots que bailan, otros que barren, que tienden la cama,

> bueno. Entonces cuando, por ejemplo, el de tender la cama, ellos dicen "voy a ponerle un motor", entonces ya comienzan a asociar, a hacer una correlación entre los mecanismos, todos los elementos que componen ese robot con el que empezó a jugar, con las posibles soluciones a ese problema que se planteó; y pues es trascender, cuando tú ya sabes manejar los robots, entra al diseño y la mecánica y lo convierte en una solución tangible a problemas del contexto, y lo que hacemos nosotros es justamente identificar cuál es el interés de los estudiantes, cuáles son esas líneas que atiende la mayor cantidad de problemáticas, y que estén muy orientadas al desarrollo sustentable (Docente 2, 30 de octubre de 2020, encuentro sincrónico, p.7).

Desde la información documentada, los estudiantes dan a conocer las problemáticas de estudio en términos de prototipos, en estos proyectos no hace parte la intervención de la comunidad para su desarrollo y comprobación, se presentaban como escenarios de estudio y adaptación:

> Inicie con la idea de hacer un sistema que ayudara a los campesinos con sus tareas diarias, entonces hice un robot que caminara y siguiera a la persona mediante el uso de wifi, así solucionaría que el campesino no cargara peso en la espalda y lo colocara en el robot. (Torres y Merchán, 2018, p. 62).

En el SEI ReI3D, de la información documental: "Los proyectos que se han propuesto surgen principalmente a partir de necesidades evidenciadas en su contexto, pero también se han trabajado proyectos que pretenden replicar artefactos creados en otras partes del mundo, aunque en esencia estos también pueden ser adaptados a su entorno." (Sanabria, 2018, p. 96)

> Impresora prusa i3: objetivo: construir una impresora 3D funcional basada en el proyecto internacional RepRap. Resultados: el equipo de trabajo del semillero ha conseguido con mucho esfuerzo un resultado positivo en relación con este proyecto, después de la construcción de esta impresora que ha funcionado de manera correcta, han construido cinco impresoras más, algunas de ellas para la institución y otras para uso personal.
>
> Robot domótico Rob-erto. Objetivo: construir un robot de tipo jardinero y mayordomo que ayude a labores domésticas en un hogar. Resultados: el proyecto tuvo muchos altibajos, después de realizar varios prototipos se consiguió una funcionalidad del 60% del dispositivo, sin embargo, esto ha sido suficiente para participar y ser galardonado en diferentes eventos de robótica de instituciones educativas de la ciudad de Bogotá. (Sanabria, 2018, p. 100)

Las problemáticas de estudio que atienden al movimiento base de tecnologías alternativas, donde se busca evidenciar la creación de artefactos y procesos ecológicamente responsables (energía solar y eólica) / Tecnologías hágalo-usted mismo y presenten pequeños ajustes.

En el SEI TRV Research Group, desde la información documental se encontró la propuesta de la línea de trabajo "Energías renovables y sostenibilidad", la cual:

> …estudia y comprende la generación de la energía fósil y los combustibles de carbono y sus efectos contaminantes en la atmósfera y la vida de las ESPECIES con el fin de reemplazarlos por alternativas saludables y cero contaminantes, ya sea desde la perspectiva de los combustibles verdes o desde la obtención de sistemas de producción y movilidad que remplazan las energías contaminantes por alternativas tecnológicas sostenibles que promuevan, por un lado, la autonomía económica de las comunidades-naciones, y por el otro, el desarrollo de las personas y el equilibrio ético entre desarrollo tecnológico y protección del medio ambiente. El eje temático alimentación y supervivencia persigue el estudio, reflexión y concientización de los estudiantes en relación con la protección del campo, la producción de alimentos saludables y las fuentes hídricas, su recuperación y explotación responsable. Se trata de desarrollar tecnologías que permitan la descontaminación del agua, la reutilización de esta, la recuperación de la tierra y la producción alternativa de alimentos, distribución y consumo saludable. (Torres y Merchán, 2018, p. 55).

En el diálogo de la entrevista, se profundiza en algunos proyectos que surgen del resultado de esta línea:

> Tenemos otro proyecto que es generar electricidad, a través del movimiento de las articulaciones, ese si está en la Distrital y ha sido presentado varias veces, la niña ahorita está a punto de graduarse, el proyecto se llama "Producción de energía a partir del movimiento.
>
> Nosotros tenemos un proyecto nuevo, y es el de producir nuestro propio material de impresión, a partir de pet de botellas, tapas, y el residuo que queda de las impresiones 3D, volverlo a reutilizar.
>
> Tenemos un proyecto de investigación ya del contexto químico frente a material, textura, elasticidad, ya hemos podido crear material, no hemos podido imprimir en pet, en el plástico de las botellas no hemos podido imprimir, pero si hemos podido sacar material de tapas de gaseosa, hemos sacado metros, rollos de material, y si bien lo utilizamos para imprimir, lo utilizamos para hacer otro tipo de cosas.

> Frente a lo ambiental, tienes que conocer el "*Maker Space*", todas las sillas, la mayoría de las sillas, son canecas recicladas, tenemos una silla que es una llanta de tractor, porque parte de "Proyectos Formativos", tienen dos componentes, una ambiental y otra por la escasez de recursos, y digamos que nuestra población hay un problema económico. Ellos tienen problemas de recursos, entonces aparte de reutilizar material, era una opción para hacer este tipo de proyectos. (Docente 2, 30 de octubre de 2020, encuentro sincrónico, p. 11).

Dentro de lo escrito por los estudiantes se encuentran las siguientes problemáticas que dan cuenta de la preocupación por el cuidado de recursos no renovables, la detención de incendios forestales y la producción de alimentos orgánicos.

> ...diseñé un carro que purificara el agua, pues poco a poco es evidente que el agua potable es menos para tanta gente, y pensé que la robótica sería buena para solucionar este inconveniente. (Torres y Merchán, 2018, p. 71).
>
> Me inscribí a las líneas "Tecnología para el campo" y "Robótica escolar". Allí participé en el diseño de un robot que apagaba el fuego. Con él se pretendía mitigar los incendios forestales y prever que estos se extiendan causando daños irreparables para las personas, la fauna y la flora de las regiones. También hicimos un invernadero con el fin de poder cultivar distintos tipos de comida en climas no óptimos para la siembra; se tenía control de temperatura, humedad y riego para que este creciera en adecuadas condiciones. Además, se buscaba tener una plantación propia en casa, así reduciendo los costos de los productos comestibles y obteniendo productos 100% orgánicos. (Torres y Merchán, 2018, p. 73)

En los SEI Incluteceoh del colegio Enrique Olaya Herrera y ReI3D de la Escuela Tecnológica Técnico Central, algunas de las problemáticas de estudio relacionadas con tecnologías alternativas, se encuentran direccionadas en la recolección de basura electrónica y el estudio de materiales para las diferentes construcciones:

> Por otra parte, dado que algunos proyectos requieren material físico, se han recolectado los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos para reutilizarlos; así, la comunidad educativa del Enrique Olaya Herrera se ha movilizado a favor del cuidado del medio ambiente para el adecuado uso de dichos recursos. (Bernal, et al, 2019, p, 123).

De las entrevistas la docente líder del SEI Inclueteceoh, manifiesta:

> Y pues la parte ambiental, nosotros trabajamos todo el diseño de los materiales que se usan para su construcción, efectivamente que sean amigables con el medio ambiente, que no contaminen, que efectivamente se puedan reutilizar. (Docente 1, 9 de noviembre de 2020, encuentro sincrónico, p. 4).

Y el docente líder del SEI ReI3D, expone:

> "…el tema del reciclado fue interesante porque veíamos como una impresora se dio de baja, por un resortico, por un tornillito, porque se descalibró, de cien partes, una se descalibró en una impresora y por eso sencillamente la daban de baja, entonces esa experiencia del reciclado también nos dio, como reciclar basura electrónica no es fácil, toca ya procesos muy específicos, para poder sacar el oro, para poder el cobre, para poder separar todos los componentes metálicos que puedan haber dentro de una impresora. Hicimos una campaña interesante a nivel institucional, en la cual, los muchachos, hoy en día, por ejemplo, existe en la institución una canasta para reciclar y recoger esa basura electrónica, que tiene un desarrollo tecnológico bien importante pero que como basura también es un contaminante muy alto, no, por los plásticos tan específicos que se usan en ella. A raíz de este trasegar del semillero surgió hablando de la basura electrónica, encontramos como el tema de la campaña esa que arranco en Australia de "Basura Cero", entonces creamos una campaña "Basura Cero EEITC" y la idea de esta campaña era revisar que basura estamos produciendo y cómo reducirla y una vez producida cómo la podemos reciclar.
>
> Se está caminando el cómo reciclar los empaques de tetrapak, que tiene cuatro materiales bien interesantes que los hemos triturado y mezclado con yeso y con cemento para hacer una propuesta ecológica de hacer cielo raso para hacer adoquines. Los cielo rasos lo echamos a un 15% a un 20% y podemos hacer una mezcla, con una cualidad bien interesante, que el diseño es personalizado, porque nosotros lo hacemos utilizando el láser, para hacer una plantilla por ejemplo el logotipo de una empresa, nos apoyamos en el termo formado para darle un cubrimiento plástico y evitar que se vaya a pegar y se vaya a destruir, y sacar un cielo raso que tendría un componente ecológico bien interesante y podría vender esta idea a las comunidades para generar una idea en el negocio de los cielo rasos, sobre paredes y fachadas de un material que va a durar mucho tiempo, aunque falta hacerle unos estudios para mirar cuanto tiempo es que va a durar. Y hacer producción a escala, no en impresión 3D que es una producción personalizada, y eso es lo que le da un alto valor agregado, haciendo adoquines. Para enseñarle a la gente que se puede hacer con el reciclado, que el reciclado es plata no es basura. Entonces ese es el trabajo que tenemos a futuro y llevarlo a la impresión 3D ¿Cómo puedo yo hacer una impresora 3D para trabajar con plástico reciclado? Y hacer mobiliario para parques y hacer mobiliario para fachadas, ese es el reto que estamos proyectando para este futuro cercano. (Docente 3, 4 de noviembre de 2020, encuentro sincrónico, p. 9).

En el SEI ReI3D se estudió una problemática interesante a partir de la situación real que estaban viviendo en el colegio, en relación a los incendios forestales que se estaban presentando en los cerros de Bogotá, por ese entonces. Donde se desarrolló un dron que se describe a continuación:

> Dron. Objetivo: un artefacto que advierta sobre la posibilidad de incendios forestales. Resultados: este dispositivo ha tenido gran acogida por los participantes del semillero, sin embargo, se ha debido solicitar mucha ayuda externa y los elementos a trabajar tienen costo elevado, los integrantes del semillero han participado de manera irregular, el trabajo se ha manejado más a responsabilidad de nivel docentes y *Makers* externos. (Sanabria, 2018, p. 101.)

Frente a la situación de la experiencia se complementa la información con la entrevista que brinda el docente líder del semillero, donde expresa cómo se da la situación problema y proceso para que los estudiantes atendieran a su desarrollo:

> Cuando surge este concurso de la "Detención temprana de conatos de incendio en los cerros de Bogotá" porque se presentaron unos incendios, de los cuales un día en el Técnico tuvimos que evacuar a los muchachos a las once de la mañana, porque la cantidad de humo que había en la institución era bastante alta. Entonces fruto de esos incendios forestales de los cerros de Bogotá, la Universidad Distrital saca ese concurso con la Aero civil...entonces surgió este proyecto de hacer una patrulla robot, en la cual, nosotros planteábamos en el estudio, porque era una propuesta muy teórica. Era plantear una patrulla de drones, considerando que el dron tiene una autonomía de vuelo de 20 minutos, era ubicar según el mapa de los cerros de Bogotá, una serie de sensores de temperatura, que dispararan una señal, de incremento de la temperatura, para mandar unos drones de inspección que se pudieran ir relevando para tener cobertura de los cerros de Bogotá, o de dónde se necesitara, pero esa coordinación entre los sensores, la patrulla de drones, y el cuerpo de bomberos, era el meollo de la propuesta que se hizo, y que pues fue reconocida en este evento, y hubo otra serie de propuestas también interesantes, de tener drones en ciertas partes claves de los bosques para tener una reacción inmediata y co ayudar el trabajo de los bomberos o de los grupos de rescate de la Defensa Civil para atender estas situaciones. (Docente 3, 4 de noviembre de 2020, encuentro sincrónico, p.5).

En términos de tecnologías sociales, que reúnen las tecnologías apropiadas y alternativas, pero con la característica de que en el estudio de las problemáticas y en su desarrollo, se presenta

la intervención de la comunidad y se privilegia el empoderamiento de actores locales mediante la re-aplicación de co-construcción de tecnologías. Se llegan a artefactos *low tech* y sistemas tecnológicos para re-aplicación a gran escala, permitiendo las perspectivas y modificaciones de los usuarios.

Los SEI Incluteceoh y TRV Research Group, son los que más se acercan al estudio de problemáticas y desarrollo de proyectos en los que se trabaja con la comunidad y que se realiza intervención de acuerdo a sus necesidades, la línea que ambos semilleros fortalece es la de discapacidad. En el SEI Incluteceoh se logró despertar el interés y motivar a los estudiantes de grados décimo y undécimo para apoyar a personas con discapacidad a través de la integración de la tecnología para la inclusión. (Bernal, et al, 2019, p, 124).

De la entrevista:

> Nosotros trabajamos mucho, el reconocimiento a la diversidad, el querer apoyar como este proceso, y efectivamente reconocer las problemáticas de nuestros contextos, a partir de la indagación. Ellos empiezan a observar a ver que ven, las profes les van diciendo y efectivamente no solo para esos dos o tres niños que quieran apoyar, porque la idea es que sea para todo el curso. Entonces ellos se sientan como observadores y por supuesto participan, les ayudan a los niños a hacer las tareas, y después de eso, ahí si ellos dicen profe, yo me di cuenta de esto y de esto, la profe me dijo esto y esto, y por supuesto los niños, a partir de ese reconocimiento del contexto, es que surgen las problemáticas que se abordan en el semillero (Docente 1, 9 de noviembre de 2020, encuentro sincrónico, p, 3).

Uno de los proyectos representativos, que se revisó en la entrevista, es el trabajo con una estudiante de grado quinto del colegio, en la elaboración de una *órtesis de mano derecha para una niña con artogriposis múltiple*, ese se desarrolló con la impresora 3D y con Arduino, donde la docente resalta:

> …acompañamos la niña en cuarto y quinto, además, pudimos ver de cerca, como ella mejoró un montón, porque ella tenía una dificultad grande, y era pues como por la pena, de

> mostrar la manito, se pasaba con la manito dentro de la falda, que ella que tenía en esta situación, ella nació con cuatro dedos, pero dos de ellos pegados, le habían hecho muchas cirugías y logró quedar con cuatro, si, y a ella a pesar de tantas cirugías y todo, a ella le dolía cuando escribía, esa era una de las grandes dificultades que ella tenía, y ella intentó escribir con su otra manito, pero no podía, o sea no era que tenía la posibilidad de ser ambidiestra. Entonces este proyecto surgió para poderle ayudar a ella, para facilitar la escritura y que no te tocara estirar tanto el dedito porque le dolía mucho para escribir, entonces ellos hicieron todo el proceso del desarrollo, de la indagación, acompañaron a nuestra niña en quinto, hicieron su artículo de investigación, hicieron hasta un video comercial mostrando el proyecto, y viajamos a México, en septiembre con esta niña, la líder del proyecto, y ella presentó en un congreso internacional, el proyecto desarrollado con publicación y todo. Fue algo, súper chévere también, de impacto, y ella ya terminó su once, y ahorita está estudiando en la universidad, y ahora ella quiere seguir cómo esa línea, entonces muchos de los chicos que están conmigo en el semillero, siempre me dicen ya como en la universidad, profe es que yo quiero seguir en esa línea, yo quiero seguir trabajando esa propuesta, cómo la puedo hacer o potenciar. Entonces digamos que ha sido de bastante impacto este trabajo. (Docente 1, 9 de noviembre de 2020, encuentro sincrónico, p. 6).

Los estudiantes que participaron en el desarrollo del proyecto, realizaron un video, donde se puede visualizar detalles del artefacto y su relación al producto obtenido, se muestra cómo se utiliza, los componentes que utiliza para su funcionamiento, y realizan una acotación explicando que se crea para una estudiante del colegio Enrique Olaya Herrera ayudando a mejorar su movilidad en la mano derecha ya que padece de Artogriposis múltiple congénita malformación de extremidades, en este caso la mano derecha) generando en ella dificultad en el momento de sujetar objetos o escribir. Proyecto Manos Creativas - Órtesis 3D (Corredor, 2019).

Otro de los proyectos importantes aborda la *elaboración de una herramienta para control por voz del computador a través de Arduino para personas con amputación de miembro superior a la altura del codo.* El proyecto se finalizó en el mes de noviembre del año 2018, y se resalta en uno de los escritos de los estudiantes que no fueron publicados, en términos de resultados, que se recolectaron los materiales, el marco teórico y antecedentes para implementar el proyecto, se planificó que su funcionamiento estuviera dado que por medio de Arduino, para fortalecer los

procesos de inclusión social, laboral y académico de las personas con amputación, y se dio una etapa de recolección de información para evaluar el funcionamiento técnico del dispositivo.

En el SEI TRV Research Group, uno de los problemas de estudio relevantes en la línea de tecnología para la discapacidad, que "busca diseñar e implementar ayudas técnicas para la movilidad, la comunicación y el aprendizaje que permitan mejorar la calidad de vida de personas invidentes, con incapacidad motora de origen cerebral, con amputaciones de miembros superiores, entre otras" (Bernal, et al, 2019, p. 49). Se trata de un *Mediador pedagógico y tecnológico para personas con discapacidad*, el cual, busca potenciar las dimensiones cognitiva, comunicativa y social de las personas con discapacidad, con el fin de afianzar los procesos de aprendizaje e implicación entendida como la participación activa de la persona con discapacidad en los entornos sociales en que se encuentra. (Ávila, et al, 2019). Entendiendo que, según los autores, el mediador tecnológico son todos aquellos dispositivos tecnológicos que potencian la capacidad humana para que la persona pueda implicarse de manera autónoma en las actividades de su cotidianidad y mejorar su calidad de vida, permitiendo un mejor acceso, adaptación, interacción e interactividad con el mundo, a través de medios instrumentales. El mediador tecnológico "Tambor rítmico lumínico" se llevó a cabo con ayuda del semillero TRV Research Group y el semillero Episteme de la Universidad Pedagógica Nacional en la parte del sistema de control, el cual funciona con un General Purposes Assistanse (GPA), sistema digital electrónico interno, elaborado en Arduino, haciendo uso de un conjunto de sensores y efectores de luz LED que a su vez producen una gama de color específico en relación con una tonalidad sonora producida y capturada; y el semillero EE"IRANAJAWAA de los estudiantes del pregrado de la Licenciatura en Educación Especial de la misma universidad, quienes se encargaron de la mediación pedagógica e implementación del dispositivo a seis (6) estudiantes del Centro Crecer Lourdes, cuatro (4) niñas y dos (2) niños, que

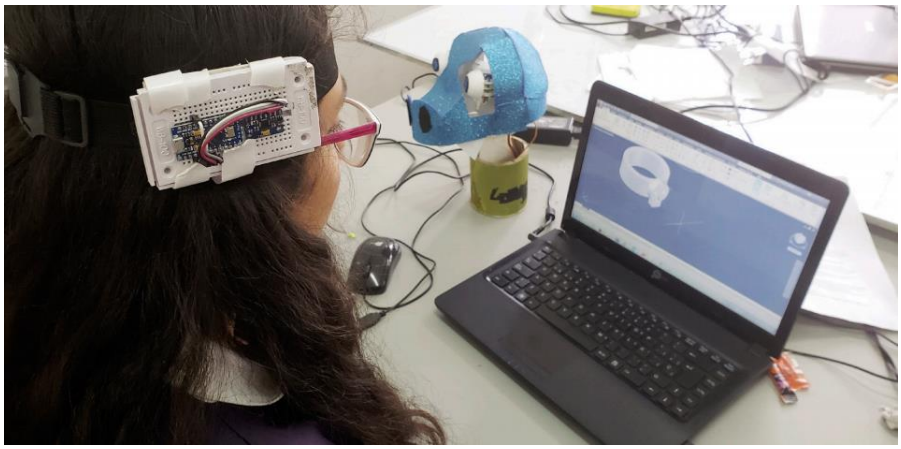
presentan discapacidad intelectual, autismo y parálisis cerebral, los cuales, asisten a la Sala de Comunicación Aumentativa y Alternativa (SCAA en adelante) de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia).

Otro de los proyectos en términos de tecnología para la discapacidad de SEI TRV Research Group, descrito por una de las estudiantes de grado undécimo en el 2018 pertenecientes al semillero, es el *diseño y construcción de un prototipo para el acceso al computador de personas con alto compromiso motor*, en el cual, se implementó un giroscopio con Arduino; con ayuda de una banda se coloca y se sostiene sobre la cabeza de la persona y como un mouse, el usuario controla el cursor para acceder a los botones que se encuentran ubicados en la pantalla del computador, con este proyecto se buscaba que las personas con esta discapacidad tuvieran independencia con ayuda de la tecnología (Torres y Merchán, 2018, p. 70).

El docente líder del semillero, manifiesta que este prototipo también se implementó con tres estudiantes del centro Crecer que tiene convenio con la Universidad Pedagógica Nacional, para revisar su funcionamiento y adecuación de acuerdo a los hallazgos.

Figura 2

Prototipo para interactuar con el computador para personas con discapacidad motora severa



Fuente: adaptado de Investigar en la escuela. La experiencia de TRV Research Group (p. 37), por Torres y Merchán, 2018, Secretaria de Educación del Distrito e Instituto para la Investigación Educativa y Desarrollo Pedagógico.

Frente a las problemáticas de estudio desarrolladas en los tres semilleros escolares de investigación, que hacen parte del estudio de caso múltiple de esta profundización, se resalta que en la información obtenida de los documentos sistematizados por los semilleros y el apoyo de las entrevistas que se realizaron a los docentes que lideran los semilleros, la evidencia de estar abordando de manera contextualizada situaciones reales que llevan al estudiante a recrear y aplicar prototipos en términos de tecnologías apropiadas, tecnologías alternativas y tecnologías sociales.

4.3. De las contribuciones que genera en la formación investigativa.

Retomando uno de los objetivos específicos de esta profundización por medio del estudio de caso múltiple, se resalta la importancia de caracterizar las prácticas educativas que fomenten la formación investigativa a través de la creación de semilleros de investigación en la escuela; y para llegar a este proceso es necesario revisar las contribuciones que genera el trabajo con los semilleros escolares de investigación en términos de la formación investigativa. Para visualizar los hallazgos y las posibles interpretaciones, se toma nuevamente de forma literal o parafraseado la información de los documentos sistematizados y se complementa con las entrevistas a los docentes que lideran los tres semilleros.

En el SEI Inclueteceoh del IED Enrique Olaya Herrera que lleva funcionando 5 años, y se lleva a cabo dos días a la semana en contra jornada, con un acompañamiento de 8 horas semanales, se destaca en el proceso de formación investigativa con los estudiantes la importancia de *la articulación entre otras disciplinas*, en la entrevista la docente expone:

> …esto es algo que no me ha tocado a mí sola, efectivamente, yo he pedido apoyo de muchos otros profes, para potenciar el trabajo con los chicos, entonces ellos se han dado cuenta, que por ejemplo, para este desarrollo de proyectos se necesita de trabajo en equipo de otras disciplinas (Docente 1, encuentro sincrónico, 9 de noviembre de 2020).

También *se potencian habilidades para explorar hechos, analizar problemas, recolectar información y utilizar métodos de análisis; los estudiantes presentan un avance en su expresión oral, así como al utilizar adecuadamente las herramientas tecnológicas y a evaluar los resultados*. (Bernal, et al, 2019, p. 120), es decir, se trabaja desde el ser, sembrando procesos de empatía y servicio, al colocarse en los zapatos del otro, de los docentes y de los compañeros de otros grados que presentan alguna discapacidad; desde el saber, al apropiar diferentes recursos tecnológicos que no se alcanzan a ver en la clase formal, pero que se pueden aportar desde la investigación; y desde el hacer porque ellos crean recursos, materiales, software, hardware. Los estudiantes pasan de ser consumidores a ser prosumidores[2] al materializar sus propuestas de investigación.

Por otra parte, un hallazgo relevante en la información, es que a través de la formación investigativa se *potencia la proyección académica de los estudiantes y se abren las posibilidades de emprendimiento para generar oportunidades de estudio y de trabajo.*

En el SEI TRV Research Group del colegio Técnico Tomás Rueda Vargas, que cuenta con jornada completa y los semilleros hacen parte de la jornada con 4 horas semanales, trabajando desde hace 6 años, el docente líder del semillero, resalta que *la investigación se toma como una estrategia de enseñanza y aprendizaje para desarrollar habilidades de pensamiento* tanto en los

[2] Prosumidores, el término se utiliza para señalar a aquellos usuarios de la Red que asumen el rol de canal de comunicación. Tiene su origen en la unión de dos conceptos: productor y consumidor. En un principio no hacía referencia al campo de la tecnología, sino que señalaba a aquel individuo que realizaba actividades para sí mismo, estaba vinculado con la economía: el productor que elabora sus propios productos y los consume, sin necesidad de intermediarios. Decía Alvin Toffler: "Los prosumidores son personas que consumen lo que ellos mismos producen". (Sánchez y Contreras, 2012, p. 64)

estudiantes como en los docentes que hacen parte de la experiencia. Los estudiantes aprenden a comparar, tomar datos, evaluar y de esta forma proponer alternativas de solución, así como escribir y leer. Los docentes se obligan a estudiar y desarrollar los prototipos para volver ese aprendizaje tan complejo en algo más didáctico para que los estudiantes lo puedan hacer. La formación en investigación también permite la posibilidad de compartir entre pares y sacar la educación de la escuela.

> La habilidad de investigar se desarrolla con el tiempo y es funcional para la vida diaria, la observación, la comparación de datos, este camino incluso los lleva a desarrollar un proyecto de vida, cuando ya comprende para qué sirven, realizar un proyecto de grado le es muy fácil. Entonces nosotros nos enfocamos a desarrollar esas habilidades que me permitan a mí dar cuenta de un proyecto de investigación. Que me permita en el momento que tenga que hacerlo, llevarlo a cabo, porque es que la investigación no solo se tiene que dar para entregar un trabajo, la investigación se tiene que dar para solucionar problemas de la vida real, si y se hace. (Docente 2, 30 de octubre del 2020, encuentro sincrónico, p. 12)

La investigación permite hacer estudio de los problemas socialmente relevantes en el contexto inmediato, y esto les brinda a los estudiantes un reconocimiento en su etapa escolar, que en palabras del docente líder:

> es fundamental para el desarrollo de autoestima y desarrollo de habilidades emocionales, cuando tú los tienes en un contexto donde la mamá y el papá es ausente, y tú le das un reconocimiento por simple que sea, para él es importante, y entonces se convierte en el único espacio donde es reconocido, un profesor que tenga la habilidad de identificar eso y aprovecharse de eso, pone el chino a volar, sencillamente porque tiene su interés en algo. (Docente 2, 30 de octubre del 2020, encuentro sincrónico, p. 13).

> La investigación implica que el docente desarrolle en sus clases actividades que favorezcan operaciones intelectuales como la observación, la definición, la distinción, la interpretación, la relación causal, la sistematización, la crítica y la síntesis. Lo anterior, se convierte en el eje formativo, en donde los docentes planean, crean, y estructuran etapas que constituyen la guía fundamental del trabajo en aula, con el fin de acercar a los estudiantes al conocimiento de manera sencilla, pero significativa. (Torres y Merchán, 2018, p. 33)

En la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, el SEI ReI3D trabaja uno o dos días a la semana, con una intensidad de dos horas en cada encuentro, en las horas de la tarde después de la jornada única. Debido a que en este semillero convergen la educación en tecnología, la formación técnica industrial y la educación *Maker*, las contribuciones que brinda la formación investigativa para el desarrollo de proyectos presentan las siguientes características según Sanabria (2018):

- Facilita el aprendizaje colaborativo a partir de la inteligencia colectiva.
- Al encontrar dentro del movimiento *Maker* proyectos con licencias abiertas, este material se convierte en una herramienta permite un desarrollo más sencillo de las actividades.
- Inicialmente los estudiantes replican proyectos sobre impresoras 3D, corte laser y CNC.
- Los estudiantes ven en los espacios *Maker* una posibilidad de trabajo multidisciplinar
- Las características propias de un espacio *Maker* se basan en la disposición de herramientas, materiales y colaboración para que los estudiantes puedan construir sus ideas, las ideas no son programadas en aula por el docente como una actividad tecnológica escolar ATE.
- Cuando los estudiantes encuentran a disposición materiales y herramientas aumenta su curiosidad y los resultados en el prototipado pueden ser altamente creativos. (p. 99)

El docente líder del semillero resalta tres aspectos importantes del trabajo con estas comunidades de aprendizaje: *el trabajo colaborativo, el aprendizaje entre iguales, y el aprender haciendo* (Docente 3, encuentro sincrónico, 4 de noviembre de 2020). El trabajo entre pares se potencia con exalumnos que vuelven al semillero a compartir lo que han aprendido, lideran propuestas con los compañeros y asisten a los eventos que es donde más se mueve los proyectos que se desarrollan. La autonomía es un factor clave en este escenario, pues los estudiantes son los que marcan el ritmo para avanzar en sus propuestas. También *se aprende del trabajo colectivo en red* cuando se apoyan de la comunidad de los *Maker* para resolver problemas que se van más allá de los conocimientos de los docentes que lideran el proceso.

Otro aspecto importante que también resalta en este semillero, es que *los estudiantes pasan de ser consumidores a prosumidores*. “Encuentran acuerdo al expresar que es una manera de mostrar nuestra inconformidad con un sistema consumista que utiliza dispositivos con una vida útil muy corta y acumula residuos irresponsablemente atentando contra el planeta” (Sanabria, 2018, p. 98).

En síntesis, los semilleros se presentan como escenarios propicios para promover el desarrollo de habilidades de pensamiento cognitivas y socioemocionales; enriquecen el gusto por los intereses y motivaciones particulares de los estudiantes y docentes; fomentan la enseñanza y aprendizaje a través del trabajo por proyectos entre iguales, tanto estudiantes como docentes van fortaleciendo sus competencias; se evidencia un reconocimiento personal al participar en eventos y validar sus construcciones en escenarios reales y fuera de la escuela; al pasar por la etapa de reconstrucción a la generación de propuestas, se evidencia un proceso de mayor nivel de complejidad, pasan de la formación investigativa a la investigación formativa. Los semilleros escolares contribuyen a un proyecto de vida y personal de cada uno de los participantes, un buen porcentaje de los estudiantes, escogen y continúan con su formación profesional a partir de esta experiencia y vuelven al colegio a compartir nuevos retos o por asesoría de los docentes que lideran estos espacios.

Capítulo 5. Resultados

En este apartado se toman los hallazgos e interpretaciones del capítulo anterior y se confrontan con los conceptos relevantes del marco teórico para dar a conocer el estado de los diferentes semilleros escolares de investigación en términos de la formación investigativa e investigación formativa en la educación básica y media; la relación que se encuentra en la lectura de contexto con las situaciones problema abordadas en los semilleros con las Tecnologías para la Inclusión Social y los movimientos base; así como la revisión de las tecnologías emergentes que se estudian y se implementan en los semilleros para materializar sus propuestas.

5.1. Formación investigativa e investigación formativa en la educación básica y media.

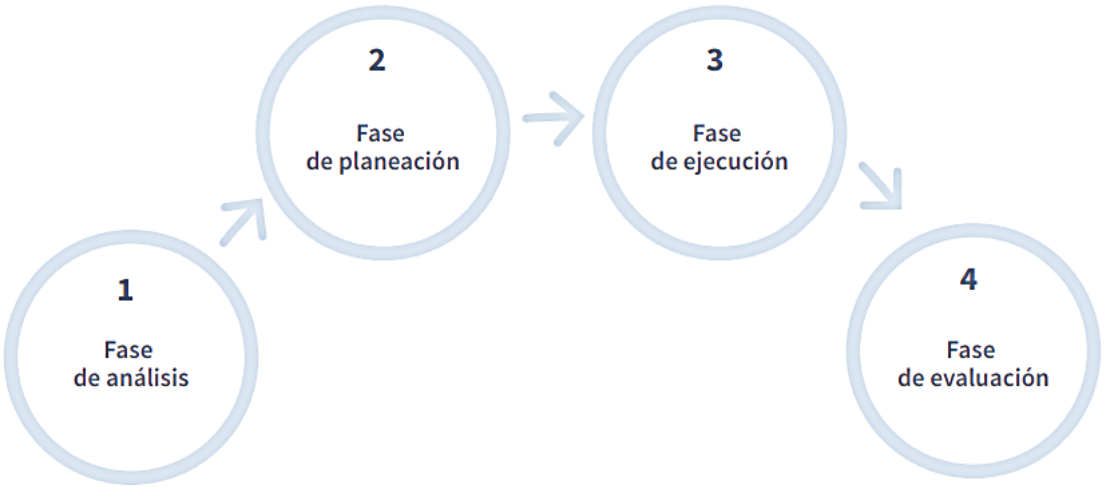
Considerando que la investigación según Molineros (2009), se abordó desde el marco teórico como un proceso sistemático que se establece mediante estrategias metodológicas para abordar hechos necesidades o problemáticas de impacto científico o tecnológico, y que se alimenta de lo descrito por Barthes (1993) donde resalta la generación de sentido social en todos los procesos de lectura de contexto y de observación para crear significados. Es importante resaltar las metodologías implementadas que dan cuenta de lo que Gallardo (2014) resalta como aprender a investigar investigando, por cada uno de los semilleros para llevar a cabo el desarrollo de las propuestas, y de los avances en la formación investigativa e investigación formativa.

En el SEI Incluteceoh, los proyectos se trabajan con la metodología de la *investigación-acción participativa* (IAP), con el fin de que los posibles beneficiados participen desde la identificación de la problemática hasta la implementación de la solución (Bernal, et el, 2019), y se realiza teniendo en cuenta las fases de la Figura 3: *la fase de análisis*, donde se identifica el

problema y la población a beneficiar, buscan información, y reconocen la discapacidad en la que van a intervenir. *La fase de planeación*, donde se definen los materiales y recursos necesarios para la construcción y se establece un cronograma de trabajo. *La fase de ejecución*, que depende de la solución que se proponga, donde los estudiantes aprenden sobre diversas tecnologías (software y hardware) y solicitan ayuda de otras áreas de conocimiento si así lo requieren. *La fase de evaluación,* donde se implementa la alternativa de solución en la población seleccionada, se revisa su funcionamiento, se realizan ajustes, y los estudiantes aprenden a recolectar información y analizar datos para identificar los aspectos a mejorar de sus proyectos.

Figura 3

Fases de implementación de los proyectos del semillero Incluteceoh.



Fuente: Adaptado de Semilleros Escolares de Investigación. Memorias de un proceso (p. 122), por S. C. Bernal, et al, 2019. SED e IDEP.

Adicional a la metodología de IAP, la docente líder complementa el trabajo de las fases con los cuatro momentos pedagógicos del Diseño Universal del Aprendizaje (DUA): *Indagar,* que es cuando se identifica la problemática y el contexto; *proyectar*, es el segundo momento donde los

estudiantes plantean un proyecto (soluciones digitales o análogas); *vivir la experiencia,* ya con el proyecto desarrollado, y finalmente *valorar el proceso* para identificar qué ajustes se deben hacer junto con las personas que están participando como tal la propuesta que se desarrolle.

La metodología para el desarrollo de los proyectos en el SEI TRV Research Group, según Torres y Merchán (2018) cuenta con cuatro fases: *Observación-problematización*, donde se inicia con el concepto de "problema" como eje dinamizador de la practica investigativa, el problema se asume como una situación concreta que cuando se logra solucionar, aporta beneficios a sí mismo o a la sociedad. El docente líder del SEI, manifiesta que se hace énfasis en la identificación de un problema con la dinámica de "círculos", comienza con el círculo más pequeño que es el estudiante, en la medida en que el círculo logra recoger a más personas y las beneficia, el problema cobra mayor validez. La primera actividad que surge en esta fase, es la conformación de grupos, y lo abarca desde el aprendizaje colaborativo y negociación cultural, donde se construye el germen de otros aprendizajes y se asume la trayectoria de la investigación como una estrategia, desde una práctica situada, significativa y propositiva en su cultura (Colciencias-Fes-Ondas, 2009).

Se continúa con la fase de *Exploración-caracterización*, donde se justifica la propuesta desde la mirada de los estudiantes, se revisan los antecedentes y se plantea una hipótesis de solución. Se lleva a cabo desde un análisis grupal, donde se desarrollan habilidades informativas, habilidades para construir método, trabajo en equipo, la autocrítica, el espíritu científico, entre otras. La fase de *Estructuración-experimentación*, consta de actividades prácticas, donde los estudiantes están en contacto con herramientas, sistemas tecnológicos, entre otros, que les permite interiorizar de forma significativa los aprendizajes a través de la prueba, el error y el contraste hipotético. Potenciando la estructuración de juicios y decisiones a partir de reglas y principios. Y

la fase de *Resolución y transferencia*, donde se resalta a los estudiantes que no existen soluciones malas, si no soluciones más eficientes que otras. Ellos no solo desarrollan artefactos sino pensamiento tecnológico; se presentan resultados y se comunican de forma sistemática y creativa, mostrando de qué manera influye la construcción y trasmisión de conocimiento entre pares y redes. Finalmente, los estudiantes deben divulgar sus alcances a través de redes sociales, redes de conocimiento, recursos digitales, orales y/o escritos, y eventos.

El SEI ReI3D, la metodología para el estudio y desarrollo de las propuestas, parte de la comunidad de los *Maker*:

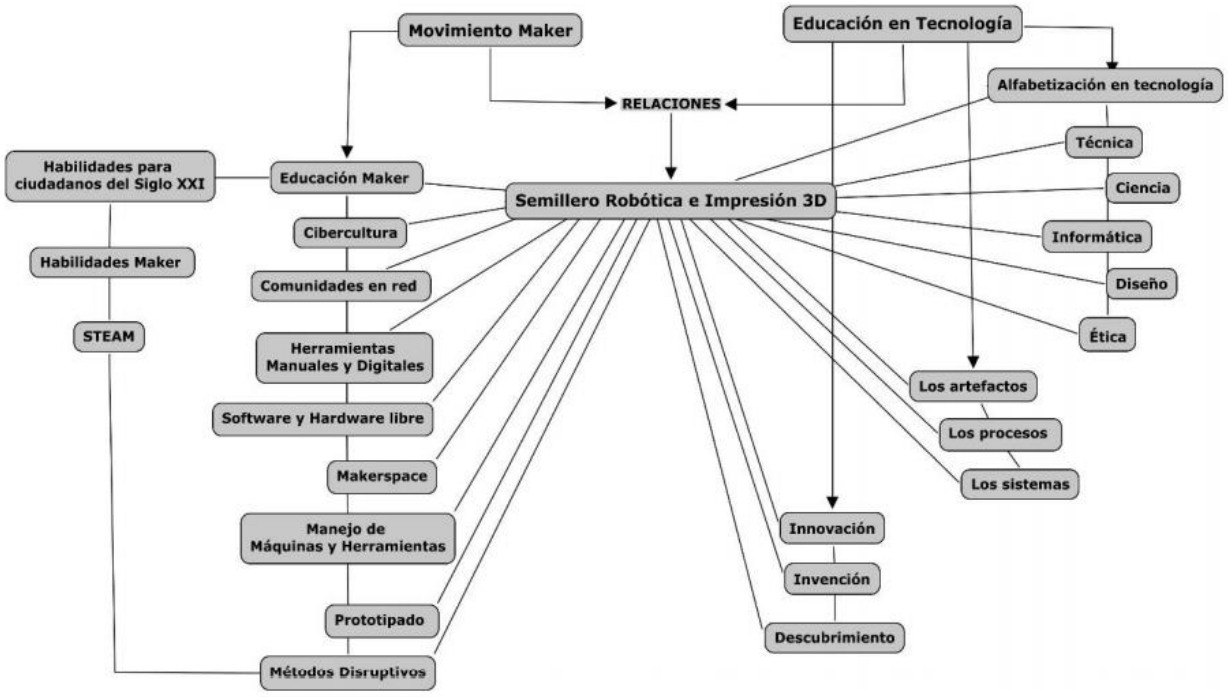
> Los estudiantes acogen un proyecto de su interés. Allí asumen un rol, en principio evalúan lo que necesitaran para desarrollar el proyecto propuesto, luego a partir de la información recopilada se adentran en el trabajo conceptual que implica el proyecto. De ser necesario se plantean la necesidad de invitar a un *Makers* o docentes de apoyo que les oriente frente a un tema particular, o acudirán a él. De esta manera, temas complejos como algunos tipos de circuitos, manejo de tarjetas electrónicas, programación, operaciones complejas en software de diseño tridimensional o manejo de herramienta y maquinaria especializada tendrán una respuesta específica hacia un tema concreto y real. En ocasiones, expresan que ha sido necesario contactar por redes sociales a otros *Makers* localizados en diferentes países. En este caso han tenido la oportunidad de interactuar con personas de habla hispana, pero en ocasiones no, y en este caso han debido romper la barrera idiomática usando diferentes medios, ya sean dispuestos en la web o valiéndose de sus conocimientos adquiridos en su formación de aula. (Sanabria, 2018, p. 98)

Las problemáticas parten de eventos, curiosidades o motivaciones que los participantes del SEI deseen desarrollar, el docente líder también presenta algunas propuestas a modo de retos personales, locales o de asistencia a eventos. Se evidencia una fuerte disposición frente al componente de la guía 30 del MEN: Apropiación y uso de la tecnología, y Solución de problemas con Tecnología, debido a la convergencia del semillero en los escenarios de la educación técnica, la educación en tecnología y la comunidad de los *Makers* (ver Figura 4). Frente a la formación investigativa las fases del proceso no están de manera explícita ni sistematizada, sino que se

proponen desde los apartes que se pueden relacionar desde la información documental y la entrevista.

Figura 4

Relación del semillero Robótica e Impresión 3D con la educación en Tecnología y el movimiento Maker



Fuente: Adaptado de "*Análisis de relaciones del movimiento Maker con la educación en tecnología. Una mirada al semillero "Robótica e Impresión 3D" de la ETITC"* (p. 90), por Sanabria (2018).

A continuación, se da a conocer la relación de los tres SEI en términos de metodología, para visualizar posibles puntos de encuentro que podrían dilucidar cómo los semilleros se convierten en espacios sociales de formación de investigadores (Gallardo, 2014).

Tabla 4

Relación entre las fases de las metodologías de investigación orientadas en los SEI

Semilleros Escolares de Investigación	Inclueteceoh	TRV Research Group	ReI3D
Fases del proceso	Fase de análisis (donde se identifica el problema y la población a beneficiar a partir de necesidades particulares)	Observación-problematización (conceptualización del problema como eje dinamizador de la práctica investigativa)	Búsqueda y consolidación del proyecto (revisión de intereses y motivaciones de los participantes)
	Fase de planeación (cronograma de trabajo)	Exploración-caracterización (justificación, antecedentes e hipótesis)	Recopilación de información (evalúan lo que necesitan para desarrollar el proyecto)
	Fase de ejecución (apropiación de diversas tecnologías)	Estructuración-experimentación (apropiación de sistemas tecnológicos y otros)	Construcción (si es compleja, se plantea la necesidad de invitar a un Maker o más docentes)
	Fase de Evaluación (se implementa, se revisa y se hacen ajustes)	Resolución y transferencia (se presentan y comunican resultados)	Presentación a la comunidad (participación en eventos)

Fuente: elaboración propia.

Nota: Esta tabla muestra la relación de las fases implementadas en la solución de problemas que los estudiantes trabajan en los semilleros.

Teniendo en cuenta que la formación en investigación se centra en la motivación, el despertar la curiosidad y el interés por la investigación (Molineros, 2009), se hace necesario ver cómo se convierte y se llega a la investigación formativa que se propone como la semilla para llegar al sentido estricto de la investigación (Cárdenas, 2018). El juego de intereses en los

estudiantes que llegan a los semilleros se transforma en principios de la investigación formativa, con ayuda de cada una de las fases expuestas en las metodologías (ver Tabla 4), para brindarles un laboratorio de experiencias investigativas como lo afirma Bolívar (2013); y según lo explorado, atiende a la segunda acepción que propone Restrepo (2002) "Formación en y para la investigación" (p. 8) , donde se exponen estrategias pedagógicas como el ABP Aprendizaje Basado en Problemas, el Método de Proyectos, y la participación en proyectos institucionales de investigación dirigidos por los docentes o investigadores de los centros de investigación; para brindar la formación del estudiante, que hacen del quehacer investigativo un puente de acceso al conocimiento real y les permite a los estudiantes generar estrategias de solución a problemáticas cercanas. (Torres y Merchán, 2018).

Sin embargo, también es posible visualizar que los SEI Incluteceoh y TRV Research Group, atienden a la tercera acepción de Restrepo (2002) "la Investigación para la transformación en la acción o la práctica" (p. 9), debido a que proponen el estudio de problemáticas reales que atienden a un contexto específico, donde los estudiantes logran hacer intervención (investigación-acción) por las características de materialización de orden fáctico o virtual que genera la implementación de tecnologías emergentes.

En síntesis, la investigación formativa que potencia los semilleros escolares de investigación, busca principalmente el desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior involucrados en tareas como definir, distinguir, analizar, criticar, establecer relaciones y sus causas y sistematizar (Hernández & Martínez, 2008, como se citó en Torres y Merchán, 2018), así como la formación en diseño, que se reconoce como una actividad cognitiva de alto nivel de complejidad, aspecto característico de la Educación en Tecnología. La investigación formativa en la educación

básica y media, está dada, más como una estrategia de formación a través de la enseñanza por descubrimiento y construcción del conocimiento.

5.2. Lectura de contexto-Situaciones Problema-Tecnologías para la inclusión Social

En la fase inicial de las propuestas metodológicas para formación investigativa derivadas de los SEI (ver Tabla 4): *Fase de análisis* (donde se identifica el problema y la población a beneficiar a partir de necesidades particulares), *Observación-problematización* (conceptualización del problema como eje dinamizador de la práctica investigativa) y *Búsqueda y consolidación del proyecto* (revisión de intereses y motivaciones de los participantes), se puede inferir la necesidad de articular la realidad al contexto escolar, buscando que los estudiantes hagan una lectura e interpretación de los escenarios que habitan y promuevan alternativas de solución.

De esta forma, se acercan a lo que Thomas, et al (2015) define como las tecnologías para la inclusión social (TIS) dadas como "una forma de diseñar, desarrollar, implementar y gestionar tecnología orientada a resolver problemas sociales y ambientales" (p. 25). Partiendo del concepto, se encontró que los estudiantes de educación básica y media, pertenecientes a los SEI, intervienen en el desarrollo de prototipos que satisfacen situaciones problema de carácter social y ambiental través de los proyectos organizados en la Tabla 4, donde se pretende hacer una relación con los movimientos alternativos de innovación base que propone Fressoli, et al, 2015: el movimiento de Tecnología Apropiada, donde se busca redefinir la tecnología como un instrumento para el desarrollo, creando tecnologías adecuadas a los contextos particulares; el movimiento de Tecnología Alternativa, que surgió como reacción a la problematización de países industrializados y se focalizó en las soluciones para las problemáticas ambientales para la construcción de sociedades ecológicas; y el movimiento de Tecnología Social, que comprende productos, técnicas

y/o metodologías replicables desarrolladas en interacción con la comunidad y que deben representar soluciones efectivas en términos de transformación social.

Tabla 5

Problemáticas de estudio trabajadas en los SEI relacionados con las TIS y los movimientos base

Tecnologías para la inclusión social	**SEI Incluteceoh**	**SEI TRV Research Group**	**SEI ReI3D**
Tecnologías Apropiadas (artefactos que podían servir a contextos y necesidades particulares).	No se relacionaron	Estudio de un sistema que ayudara a los campesinos con sus tareas de carga (robot que camina y sigue a la persona mediante el uso de wifi).	Construcción de una impresora 3D funcional basada en el proyecto internacional RepRap (Impresora prusa i3, de esta se obtuvieron 5 más para uso personal y de la institución). Construcción de un robot de tipo jardinero y mayordomo que ayuda a labores domésticas en un hogar (participación en eventos)
Tecnologías Alternativas (aproximación al cuidado del medio ambiente).	Recolección de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos para reutilizarlos. Estudio de materiales amigables con el medio ambiente para la construcción de los proyectos.	Estudio de tecnologías que permitan la descontaminación del agua (carro que purifica el agua). Estudio de la recuperación de la tierra (Robot que apaga el fuego, evitando incendios forestales) y la producción alternativa de alimentos (Creación de invernadero poder cultivar distintos tipos de comida en climas no óptimos para la siembra, con control de temperatura, humedad y riego para generar	Estudio de detención temprana de conatos de incendio en los cerros de Bogotá (Dron como artefacto que advierta sobre la posibilidad de incendios forestales para concurso en Universidad Distrital) Estudio de reciclado de basura electrónica con procesos específicos para separación de elementos funcionales (con estos se intentó realizar una impresora 3D pero fue muy difícil, campaña “Basura Cero EEITC” para reciclado de basura electrónica).

		condiciones adecuadas, buscando tener una plantación propia en casa, reduciendo así los costos de los productos comestibles y obteniendo productos 100% orgánicos. Estudio de generación de electricidad a través de las articulaciones (Producción de energía a partir del movimiento). Estudio de la producción de material para la impresión 3D a partir del pet de botellas, tapas y los residuos que queda de las impresiones 3D. Implementación de material reciclado para el mobiliario (sillas) del *MakerSpace*.	Estudio de materiales del Tetrapack para hacer cielo raso para adoquines (en proceso).
Tecnologías Sociales (trabajo en red, las soluciones vienen en diálogo con la comunidad)	Estudio e intervención de la comunidad educativa para el reconocimiento de la diversidad en términos de discapacidad cognitiva (Aula Neurofitness). Diseño y elaboración de una órtesis de mano derecha para una niña con artogriposis múltiple de grado 5° en la institución. Diseño y elaboración de una herramienta	Diseño y creación de mediaciones tecnológicas para personas con discapacidad (Tambor rítmico lumínico). Diseño y construcción de un prototipo para el acceso al computador de personas con alto compromiso motor. *los dos proyectos se aplicaron en el centro Crecer que tiene convenio con la Universidad Pedagógica	No se relacionaron

	para control por voz del computador a través de Arduino para personas (familiar de una estudiante) con amputación de miembro superior a la altura del codo.	Nacional, para revisar su funcionamiento y adecuación de acuerdo a los hallazgos	

Fuente: elaboración propia.

Nota: Esta tabla evidencia la relación de las problemáticas de estudio de los semilleros escolares de investigación con las Tecnologías para la inclusión social, a través de las especificaciones de los movimientos alternativos de innovación base.

Una de las premisas relevantes que fortalece la necesidad de promover las practicas del estudio de las diferentes situaciones problema de carácter social/ambiental en relación a las tecnologías para la inclusión social, suscita de la necesidad de generar prosumidores y no consumidores en la escuela, desde los tres semilleros. Los docentes que lideraban los procesos manifestaron que, con la apertura de estos escenarios de participación, los estudiantes evidenciaban que era posible materializar sus ideas, se volvían más productivos y veían en el proceso la posibilidad de ayudar a las personas. “Dichas situaciones educativas que permiten que los estudiantes sean colaboradores aportando sus soluciones a partir de intereses comunes y donde no existan jerarquías en el conocimiento, permiten su intervención como individuos responsables evolucionando de consumidores a productores o “proconsumer” (Anderson, 2002; Rozas, 2015; Fressoli & Smith, 2016, como se citó en Torres y merchán, 2018, p. 32).

Frente al componente de Tecnología y Sociedad de la guía 30, las TIS responden a la necesidad de generar sensibilización social y ambiental en los estudiantes; reconocen el potencial

que tiene la apropiación de diferentes recursos; y su responsabilidad y ética en la participación social tiene un mayor impacto cuando evidencian que los proyectos son funcionales, que salen de la escuela a implementar sus ideas, que son capaces de transformar el entorno.

5.3. Dispositivos programables (Arduino) e impresora 3D como Tecnologías Emergentes (TE) en la educación básica y media.

En la materialización de las diferentes propuestas que surgen del estudio de las situaciones problema de carácter social/ambiental en los SEI (ver Tabla 5), se encontró que las herramientas utilizadas en diversos contextos al servicio de diferentes propósitos relacionados con la educación (Veletsianos, 2010), que están en este momento en auge en la educación básica y media, son la placa Arduino y la impresora 3D.

La placa Arduino permite la inserción de diferentes componentes eléctricos y la comunicación con el computador a través de la programación, al ser un dispositivo programable y de código abierto (*open source*) en una comunidad de software libre, tiene variadas y numerosas posibilidades de implementación, como elemento de control en el proyecto que se disponga.

> Arduino es un sistema microcontrolador monoplaca, de hardware libre, de fácil uso y bajo coste, desarrollado inicialmente para facilitar el uso de electrónica en diseños artísticos e interactivos y la aplicación de esta por personas no expertas. Arduino puede funcionar de forma autónoma, sin necesidad de estar conectado al computador. (Herrero y Sánchez, 2015, p. 4)

Hay veinte modelos de plataformas de Arduino, con diferencias en cuanto a características y posibilidades. El más utilizado en los SEI para el desarrollo de los proyectos, por economía y

funcionalidad es el Arduino UNO R3, frente a los argumentos el docente líder de TRV Research Group quien expresaba la importancia de desarrollar artefactos de bajo costo para que las personas pudieran acceder a ellos, se produzcan en masa, o bien para que desde un hogar tengan la posibilidad de comprar los materiales y armarlo.

La impresora 3D que cumple la función de materializar lo que se represente en algún software de modelado, es una máquina que permite realizar impresiones de objetos 3D a partir de un diseño concreto generado mediante un programa CAD (de Diseño Asistido por Ordenador) en formatos.stl y .obj. Inicialmente se implementó en la arquitectura y en el diseño industrial, aunque cada vez en mayor medida, se utilizan estas impresoras en el contexto educativo como recurso didáctico (Moreno, et al, 2016).

Debido a las propiedades de materialización tan alta al ser parte de las tecnologías de fabricación aditiva (FA), dadas por Vicente (2018) citando a Weller, et al (2015), donde da a conocer a través de su estudio, que:

> Durante la impresión 3D se aporta y adhiere controladamente diferentes tipos de materiales para crear objetos a partir de los datos de un modelo en tres dimensiones, normalmente capa sobre capa, lo cual, facilita la impresión de objetos con geometrías más intrincadas, cambios y personalizaciones llegando a poder fabricar en un solo paso diseños complejos, se produce menor desperdicio de material (al prescindir de moldes y de algunos posprocesos sobre piezas) por lo que la innovación en producto se acelera y simplifica ofreciendo no solo ventajas en costes, sino también en barreras a la entrada, en las cadenas de suministro y en la participación del cliente en el diseño (p. 123).

La impresión 3D se convierte en una Tecnología Emergente en la educación por la posibilidad que brinda de construir cualquier objeto, por partes o completo. Así como la facilidad que presenta de encontrar modelos listos para imprimir de manera libre, que incluso se pueden modificar o adaptar según las necesidades. Adicional a esto, se pueden utilizar diferentes

filamentos, en los SEI se trabaja principalmente el PLA (poliácido láctico) que es un material biodegradable y el PET (Tereftalato de polietileno), que es con el que se hacen las botellas plásticas. Uno de los proyectos en términos de Tecnologías Alternativas del SEI TRV Research Group, fue crear filamento PET a partir del reciclado de botellas plásticas. Les ha funcionado, pero el docente cuenta que falta ultimar detalles frente a la calibración de la boquilla extrusora.

Tabla 6

Proyectos desarrollados con las Tecnologías Emergentes: Arduino e impresora 3D

Tecnologías Emergentes	**Incluteceoh**	**TRV Research Group**	**ReI3D**
Arduino UNO R3	−Herramienta para control por voz del computador a través de Arduino para personas (familiar de una estudiante) con amputación de miembro superior a la altura del codo	−Carro purificador de agua −Robot que apaga el fuego. −Tambor rítmico lumínico −Prototipo para el acceso al computador de personas con alto compromiso motor. −Mediaciones controladas por señales mioeléctricas.	−Dron para incendios forestales −Robot de tipo jardinero y mayordomo que ayude a labores domésticas.
Impresora 3D	−Órtesis de mano derecha para una niña con artogriposis múltiple de grado 5°	−Prótesis de mano controlada por señales encefalográficas.	−Partes de la impresora prusa i3

Fuente: elaboración propia.

En términos de recursos que acompañan estas tecnologías emergentes, los tres SEI cuentan con espacios apropiados para la invención y la fabricación, que pueden seguir mejorando y adaptándose de manera más intencionada a los *Makerspace* o Fab Labs. A continuación, se describen los recursos adicionales que en la actualidad se encuentran en estos espacios (Tabla 7):

Tabla 7

Otros recursos con los que cuentan los espacios de trabajo de los SEI

	Incluteceoh*	**TRV Research Group**	**ReI3D**
Espacios	Sala especializada de informática con un espacio pequeño de taller.	Makerspace	Fab Lab
Materiales e implementos	Impresora 3D Arduino Televisor de 52” Microbit Componentes Eléctricos Computadores	Impresora 3D Arduino CNC Scanner de mano Scaner de escritorio Rasberry Extrusora Picadora industrial Computadores Componentes Eléctricos	Impresora 3D Arduino Cortadora laser CNC Máquina de ruteado Torno CNC. Máquinas y herramientas según necesidad de proyectos particulares (fundición, metalistería y procesos industriales).

Fuente: elaboración propia.

Nota: recursos de los espacios de los SEI, *Incluteceoh, manifiesta que los recursos los ha obtenido a través de concursos, con el reciclaje de basura electrónica ganaron el televisor, con una convocatoria para los semilleros ganaron la impresora 3D y kits de Arduino, con la participación al evento Coding for Kids la docente se ganó las placas Microbit, la institución no provee los recursos, ni cuentan con apoyo económico.

En síntesis, las Tecnologías Emergentes que sobresalen en la implementación de las propuestas que desarrollan los estudiantes que participan en los semilleros escolares, son la placa Arduino por sus características de funcionalidad, código abierto y bajo costo, así como la impresora 3D, que pertenece a las tecnologías de fabricación aditiva con filamento que puede ser

biodegradable o reutilizable como el PET. Los dos cuentan con comunidades *open source* donde encuentran diferentes proyectos ya ejecutados, que pueden ser descargarlos y adaptarlos a sus necesidades.

Frente a los resultados obtenidos, se puede afirmar que los semilleros escolares de investigación en la educación básica y media, permiten la formación en y para la investigación a partir de los proyectos que se clasificaron en: las Tecnologías Apropiadas, las Tecnologías Alternativas y las Tecnologías Sociales. Y con del estudio de problemáticas donde involucran a la comunidad y se proponen en el estudio de las Tecnologías Sociales, se fortalece la investigación para la transformación en la acción o la práctica. Cada uno de los semilleros apuestan por cuatro fases importantes en el proceso de solución del problema, en las cuales, se abordan la identificación del problema, la planificación, la construcción y la evaluación. Se puede afirmar que las metodologías hacen parte de un proceso cíclico de intervención, donde se debe adecuar los resultados según las necesidades del contexto. Los escenarios donde los estudiantes materializan sus propuestas, cuentan con algunos recursos, máquinas y herramientas, pero se resalta el Arduino y la Impresora 3D, como tecnologías que emergen por sus características de amplio espectro de aplicación y posibilidades abiertas a modificación y desarrollo.

6. Conclusiones

La presente investigación se proyectó con el fin de reconocer las contribuciones que han realizado los semilleros de investigación en la educación básica y media para la formación investigativa en tecnologías para la inclusión social e implementación de tecnologías emergentes. Para ello, se desplegaron tres objetivos específicos que permiten visualizar el rumbo de este proceso de profundización y dar cuenta de los resultados en términos de caracterización de las prácticas educativas que fomentan la formación investigativa, la identificación de las tendencias investigativas en relación con las tecnologías para la inclusión social, a través de los movimientos alternativos de innovación base, donde se implementan tecnologías emergentes y la revisión de los procesos metodológicos que le permite llegar a los estudiantes a una alternativa solución de intervención en el contexto.

Teniendo en cuenta las características que se encontraron en los conceptos relevantes en contraste con los resultados de la investigación, se toma el semillero de investigación como una comunidad de aprendizaje para la formación investigativa y la investigación formativa, que promueve el trabajo en red, entre iguales, entre pares y entre docentes de diferentes disciplinas e instituciones, para construir conocimiento y generar propuestas de solución que le brindan el sentido social a la escuela, debido a que desde su formación básica y media participan activamente en el reconocimiento de su entorno e intervienen con la materialización de sus propuestas mejorando la calidad de vida de sus comunidades. Permite la construcción de espacios agradables para sus participantes en seguridad, autonomía, liderazgo, creatividad, solidaridad y empatía, convirtiéndose en un escenario donde los estudiantes ven posible la realización de sueños personales y colectivos para la visualización de su propio proyecto de vida.

Los semilleros escolares que se tomaron como referente para este proceso, se caracterizan porque dos de ellos pertenecen al sector oficial (Incluteceoh del IED Enrique Olaya Herrera y TRV Research Group del Colegio Técnico Tomás Rueda Vargas) y el otro es en convenio con el sector privado (ReI3D de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central). En los primeros, respecto a las tendencias investigativas, se evidenció la preocupación por intervenir en la comunidad con el estudio de problemáticas que prometían grandes retos, sobre todo por la línea de discapacidad, que de manera intencionada trabajaron tanto estudiantes como docentes. En el diseño y elaboración de artefactos que permitieran mejorar habilidades cognitivas o motoras de los usuarios, se probaron, se evaluaron y se modificaron según las solicitudes de las personas que presentaban estas dificultades en relación con su entorno.

A diferencia del ReI3D que trabajaban en términos de prototipos de su interés con un alto nivel técnico de construcción propios de su perfil institucional y de la comunidad *Maker,* donde este último, era su referente para la conformación del semillero. Sin embargo, se resalta que llevar a cabo la construcción de cinco impresoras 3D con diferentes características de funcionamiento, e intentar realizar uno con basura electrónica, demuestra la capacidad que tienen los estudiantes para intervenir de forma fáctica y digital en el estudio del contexto. Luego de este proceso las tendencias investigativas de este semillero, se vienen a potenciar en los eventos que participan fuera del colegio, donde empiezan a abordar situaciones reales, por esto surge la construcción del dron para detectar conatos de incendio en los cerros de Bogotá.

Los tres semilleros han pasado por las conceptualizaciones y características de los movimientos alternativos de innovación base que implican la evolución de las Tecnologías para la Inclusión Social, inician con el estudio de artefactos que se representan en la Tecnología Apropiadas, específicamente con lo que tiene que ver con robótica escolar, hacen modificaciones

y simulan su funcionamiento en un contexto en el que se podría necesitar o para lo que podría servir.

De manera alterna, presentan preocupación por la preservación y cuidado del medio ambiente, participando en campañas de recolección de basura electrónica, haciendo estudio de los materiales que implementan en sus proyectos, buscando reducir, reutilizar y reciclar, recreando artefactos que atiendan a situaciones como los incendios forestales, el cuidado de recursos no renovables como el agua y la construcción de invernaderos para la siembra de cultivos orgánicos en condiciones específicas.

Para trascender en el apoyo y mejoramiento de la calidad de vida de las personas en interacción con la comunidad, donde los usuarios intervienen en las construcciones, se brinda un trabajo en red con otras instituciones educativas como universidades y semilleros de otros colegios, con el propósito de gestionar proyectos particulares que la comunidad pudiera darles continuidad a través de las capacidades adquiridas, buscando procesos socio-técnico creativo para adaptarse a los contextos locales, permitiendo así, caracterizar las tendencias investigativas de los semilleros también en el movimiento de Tecnología Social.

Ahora bien, frente a la materialización de estos proyectos que dan cuenta del avance en los procesos de pensamiento de alto nivel de complejidad, en los semilleros escolares de investigación, se puede destacar metodologías cercanas al proceso de investigación científica y a la investigación acción participativa, como el método de proyectos y al aprendizaje basado en problemas, que son técnicas didácticas que abordan cuatro fases principales: la identificación del problema, la planificación, la construcción y la evaluación, destacando dos de las tres las

acepciones de la investigación formativa: la formación en y para la investigación y la investigación para la transformación en la acción o en la práctica.

Frente a los recursos que presentan las Tecnologías Emergentes para apoyar procesos metodológicos y didácticos en los diferentes espacios académicos, se resalta que toda incursión de estas mediaciones en el aula de clase promueve una renovación constante, se destaca en los tres semilleros la implementación de la placa Arduino y de la impresora 3D para el proceso de construcción de los diferentes prototipos. Ambos presentan características muy favorables para que estén en auge, como la amplia posibilidad de realizar diferentes construcciones que se encuentran abiertas a la comunidad. La capacidad que encuentra el estudiante para explotar al máximo estos recursos le permite potenciar sus habilidades en la resolución de problemas, la toma de decisiones, la capacidad de incorporarse en el trabajo colaborativo y la adaptación flexible a los cambios rápidos que se producen en la sociedad del conocimiento. De esta forma, la educación apoyada en tecnologías permite renovar contenidos y métodos de enseñanza para desarrollar estas habilidades.

Referencias

Adell, J. y Castañeda, L. (2012). *Tecnologías emergentes, ¿pedagogías emergentes?* En J. Hernández, M. Pennesi, D. Sobrino y A. Vázquez, *Tendencias emergentes en educación con TIC.* (pp.13-32). Barcelona. https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/29916/1/Adell_Castaneda_emergentes2012.pdf

Andrade, E. (1994). Ambientes de aprendizaje para la educación en tecnología. Revista Educación en tecnología. https://elblogdelaeducacion209173285.files.wordpress.com/2018/06/ambientes-de-aprendizaje-para-la-educacic3b3n-en-tecnologc3ada.pdf

Ávila Santos, L, M, Castro Mora, L, G, Cortés González, J, J, Moncada Gómez, L, A, Moran Guancha, E, G & Palacios Palma, P, A. (2019). *Mediaciones pedagógicas y tecnológicas para personas con discapacidad. Estudio de caso.* [Tesis de Pregrado, Universidad Pedagógica Nacional]. http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/11666/TE-23871.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Barthes, R. (1993). La cocina del sentido. En La aventura semiológica, (pp. 223-225). Barcelona: Ediciones Paidós. https://circulosemiotico.files.wordpress.com/2012/10/barthes-roland-la-aventura-semiologica-353pag1.pdf

Bolívar Osorio, R. M. (2013). *Los modos de existencia de la estrategia de semilleros en Colombia como expresiones de la comprensión de la relación entre investigación formativa y la*

investigación en sentido estricto. Múltiples lecturas, diversas prácticas. *13*(2), 433-441. https://doi.org/10.21500/16578031.113

Bernal Villamarín, S. Bohada Rozo, L. Bohórquez Montoya, J. Caminos, L. Cárdenas Santamaría, E. Caycedo Villalobos, C. Donato, J. Garavito Suárez, H. León Salinas, C. Martínez, C. Merchán Basabe, C. Negrete Soler, E. Noy, D. Parra Ordóñez, S. Pabón Guevara, T. Pulgar, L. Ramírez Cabanzo, A. Reyes Aguirre, R. Rodríguez, J.,…Torres Sánchez, J. D (2019). *Semilleros escolares de investigación: Memorias de un proceso.* Alcaldía Mayor de Bogotá. Corporación Magisterio. https://repositorio.idep.edu.co/handle/001/2376

Cárdenas Santamaría, E. A. (2018). *Semilleros de investigación. Apuestas por la investigación en la escuela y la constitución de subjetividades políticas* [Tesis de Maestría, Pontifica Universidad Javeriana]. https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/35057

Colciencias-Fes-Ondas. (2009). *Informe de la reconstrucción colectiva del Programa Ondas. Búsqueda de la investigación como estrategia pedagógica 2006-2008*. Bogotá: Colciencias. http://repositorio.colciencias.gov.co/handle/11146/437

Colciencias (2018). *La investigación en el Programa Ondas*. *Guía para grupos de investigación.* Bogotá: Colciencias. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/AF_GInvestigacion_web_dic.pdf

Colciencias-Unesco-Fes-Ondas. (2011). *La Investigación como Estrategia pedagógica*. Bogotá: Colciencias. http://repositorio.minciencias.gov.co/bitstream/handle/11146/455/257-4-4%20CH%20MAES%20MAE%20La%20investig%20como%20practica.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Concari, S. (2014). *Tecnologías emergentes ¿cuáles usamos?* [Archivo PDF]. https://www.researchgate.net/profile/Sonia_Concari/publication/271847922_Tecnologias_emergentes_cuales_usamos/links/54d4b7340cf2970e4e638479/Tecnologias-emergentes-cuales-usamos.pdf

Cupani, Alberto. (2006). *La peculiaridad del conocimiento tecnológico*. Scientiae Studia, 4(3), 353-371. https://doi.org/10.1590/S1678-31662006000300002

Chaparro, F (2008). El Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe "Con que indicadores contamos". Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe- IESALC. Conferencia Dictada en el Marco de CODECYT Universidad del Cauca 2008.

Flick, U. (2004). *Investigación cualitativa: Relevancia, historia y rasgos.* Introducción a la Investigación Cualitativa, Ediciones Morata S. L. (pp. 15 -51) https://www.u-cursos.cl/filosofia/2009/2/EDU203/1/material_docente/bajar?id_material=469326

Fressoli, J, Smith, A, Thomas, H, y Bortz, G. (2015). *De las Tecnologías Apropiadas a las Tecnologías Sociales: Algunos dilemas persistentes de los movimientos de innovación de base para la construcción de futuros socialmente justos* en Thomas, H, Albornoz, M y Picabea F (Ed. FLACSO), *Políticas Tecnológicas y Tecnologías Políticas: Dinámicas de inclusión, Desarrollo e Innovación en América Latina* (pp. 49-93). Universidad Nacional de Quilmes. https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/108609

Gallardo Cerón, B. N. (2014). *Sentidos y perspectivas sobre semilleros de investigación colombianos, hacia la lectura de una experiencia latinoamericana* [Tesis de Doctorado,

Universidad de Manizales-CINDE]. https://repository.cinde.org.co/handle/20.500.11907/476

Halaweh, M. (2013). Emerging Technology: What is it?. *Journal Of Technology Management & Innovation. 8*(3), 108-115. https://doi.org/10.4067/S0718-27242013000400010

Herrero Herranz, J. C. y Sánchez Allende, J. (2015). Una mirada al mundo Arduino. *Revista Tecnologí@ y desarrollo. (8),* 4 – 28. https://revistas.uax.es/index.php/tec_des/article/view/617/573

Juarez, P. M. (2018). Diseño de Política Tecnológica para el Desarrollo Inclusivo Sustentable. Análisis socio-técnico de una iniciativa del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Argentina, período 2004-2009). [Tesis de Maestría, Pontifica Universidad de Buenos Aires].

Martínez Carazo, P. C. (2006). El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento & Gestión*, (20), 165-193. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=646/64602005

Ministerio de Educación Nacional MEN. (2008). *Ser competente en tecnología: Una necesidad para el desarrollo. Orientaciones generales para la educación tecnológica.* [Archivo PDF]. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-160915_archivo_pdf.pdf

Molina, J. L., Martínez, L. M., Marín, A. E. y Vallejo, E. O. (2012). El semillero de investigación como una estrategia para la creación de aprendizaje autónomo en la Facultad de Medicina. *Medicina UPB*, 31 (2), 212-219.

Molineros, L. (2009). Epistemología de los Semilleros de Investigación y la Cultura en Red de la Redcolsi: Una Visión Compartida desde la Experiencia de uno de sus Actores en Molineros, L (2010), *Orígenes y dinámica de los semilleros de investigación en Colombia* (pp. 117-145). https://www.uniatlantico.edu.co/uatlantico/pdf/arc_12998.pdf

Moreno Martínez, N. M., Leiva Olivencia, J., y López Meneses, E. (2016). Robótica, modelado 3D y realidad aumentada en educación para el desarrollo de las inteligencias múltiples. *Aula De Encuentro, 18(2).* 158-183. https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/ADE/article/view/3191

Munarriz, I. (1992). Técnicas y métodos en investigación cualitativa en J. Muñoz. *Metodología Educativa* (pp. 101-116). https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/8533/CC-02art8ocr.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ossa, J. (2005). Encuentros de semilleros de investigación. Historia y retos. *Por los caminos de los semilleros de investigación*. Fondo editorial Biogénesis, Medellín. (pp. 119-125).

Restrepo, B. (2002). *Conceptos y aplicaciones de la investigación formativa, y criterios para evaluar la investigación científica en sentido estricto*. Documento CNA. (http//www. Cna. Gov. Co). https://www.epn.edu.ec/wp-content/uploads/2017/03/Investigaci%C3%B3n-Formativa-Colombia.pdf

Restrepo, B. (2004). *Formación Investigativa e investigación Formativa: Acepciones y Operacionalización de esta última.* Documento CNA. (http//www. Cna. Gov. Co). http://planmaestroinv.udistrital.edu.co/documentos/PMICI-UD/InvestigacionFormativa/Formaci%C3%B3n%20Investigativa%20e%20investigaci%C3%B3n%20Formativa.pdf

Romero Chaves, C. (2005). La categorización un aspecto crucial en la investigación cualitativa. *Revista de Investigaciones Cesmag. 11(11)*. 114-118. http://proyectos.javerianacali.edu.co/cursos_virtuales/posgrado/maestria_asesoria_familiar/Investigacion%20I/Material/37_Romero_Categorizaci%C3%B3n_Inv_cualitativa.pdf

Saavedra Cantor, C. J., Antolínez Figueroa, C., Puerto Guerrero, A. H., Muñoz Sánchez, A. I. y Rubiano Mesa, Y. L. (2015). *Semilleros de investigación: desarrollos y desafíos para la formación en pregrado. Educación y Educadores, 18*(3), 391-407. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83443150002

Saavedra, E. (2017). Aproximación a los discursos en torno a la dimensión social del diseño. *IX Congreso latinoamericano de Enseñanza del Diseño. (25).* 191-197. https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_articulo.php?id_libro=689&id_articulo=14437

Sánchez Díaz, M. y Vega Valdés, J. C. (2003). Algunos aspectos teórico-conceptuales sobre el análisis documental y el análisis de información. *Ciencias de la información. 34 (2).* 49-60.

https://biblat.unam.mx/hevila/Cienciasdelainformacion/2003/vol34/no2/5.pdf

Sánchez, J. y Contreras, P. (2012). De cara al prosumidor. Producción y consumo empoderando a la ciudadanía 3.0. *Revista de comunicación y tecnologías emergentes. 10 (3).* 62-84. http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/8557/De_cara_al_prosumidor.pdf?sequence=2

Sanabria Peña, O. H. (2018). *Análisis de relaciones del movimiento Maker con la educación en tecnología. Una mirada al semillero "Robótica e Impresión 3D" de la ETITC* [Tesis de

Maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/14324/2/SanabriaPe%C3%B1aOscarHern%C3%A1n2018.pdf

Strauss, A. y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada.* Editorial Universidad de Antioquia. https://diversidadlocal.files.wordpress.com/2012/09/bases-investigacion-cualitativa.pdf

Thomas, H, Juarez, P, y Picabea, F. (2015). ¿Qué son las Tecnologías para la Inclusión Social? Colección Tecnología y desarrollo, Cuadernillo N° 1. Universidad Nacional de Quilmes. http://www.iesct.unq.edu.ar/index.php/es/coleccion-tecnologia-y-desarrollo/item/238-cuadernillo-n%C2%BA-1-%C2%BFqu%C3%A9-son-las-tecnolog%C3%ADas-para-la-inclusi%C3%B3n-social?

Torres Sánchez, J. y Merchán Basabe, C. (2018). Investigar en la Escuela. La experiencia de TRV Research Group. Secretaría de Educación del Distrito, Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico IDEP (Ed. Magisterio). https://repositorio.idep.edu.co/handle/001/2263

Veletsianos, G. (2011). Designing Opportunities for Transformation with Emerging Technologies. *Educational Technology, 51*(2), 41-46. http://www.jstor.org/stable/44429917

Vicente Oliva, S. 2018. La impresión 3D como tecnología de uso general en el futuro. *Economía Industrial*. (407), 123-135. https://zaguan.unizar.es/record/70820/files/texto_completo.pdf

Yin, R. (1984). Investigación sobre estudio de casos: Diseño y métodos [Archivo PDF]. https://panel.inkuba.com/sites/2/archivos/YIN%20ROBERT%20.pdf

Anexos

Anexo 1. Formato de entrevista semiestructurada

Entrevista semiestructurada a docentes fundadores de los Semilleros de investigación que promueven el estudio de problemáticas relacionadas con las tecnologías para la inclusión social e implementación de tecnologías emergentes.

Fecha: _____ Hora: _____

Lugar (ciudad y sitio específico): _____

Introducción

Este instrumento hace parte de la fase cualitativa de recolección de información en el marco de desarrollo de un proceso investigativo en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en la Maestría en Educación en tecnología. La información que usted registre en esta entrevista será utilizada solo con fines académicos. Tiene como objetivo reconocer las contribuciones que han realizado los semilleros de investigación en la escuela para la formación investigativa en tecnologías de inclusión social e implementación de tecnologías emergentes.

Tiempo estimado: 1 hora

Del proceso de construcción del semillero de investigación escolar

- ¿De dónde surge la idea de llevar a cabo o constituir un semillero de investigación en la institución educativa?

Del estudio de las problemáticas propuestas en el semillero de investigación escolar

- ¿Qué tipo de problemáticas se abordan en el semillero de investigación?
- ¿Cuál es la metodología que aplica el semillero para la solución de estas problemáticas?
- ¿De qué manera los productos de los procesos de investigación en el semillero se orientan a propósitos sociales/ambientales?

De las contribuciones que genera en la formación investigativa.

- ¿Qué aportes brinda frente a la investigación formativa el trabajo con semilleros de investigación?
- ¿Cuál es el aporte de involucrar el enfoque investigativo y el enfoque social a los semilleros de investigación?

- Según la experiencia de la formación investigativa en el semillero ¿Cuáles han sido los aspectos positivos, por mejorar y las recomendaciones para el trabajo con estas comunidades de aprendizaje?

Observaciones:

- Agradecimientos a los participantes.

- Hacer firmar el formato de consentimiento informado.

Nota: a partir de estas preguntas se profundizará, según lo que planteen los profesores, en uno u otro aspecto sobre el cual se requiera ampliar la información.

Anexo 2. Formato de consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título de la Investigación: Semilleros de investigación. Estudio de problemáticas relacionadas con las tecnologías de inclusión social e implementación de tecnologías emergentes.

Objetivo de la Investigación: Reconocer las contribuciones que han realizado los semilleros de investigación en la escuela para la formación investigativa en tecnologías de inclusión social e implementación de tecnologías emergentes.

Modalidad, Participación y Tiempo Requerido: Se realizará una entrevista semi estructurada. La participación en este proceso es de forma voluntaria.

Riesgos, Beneficios y Compensación: El estudio no conlleva ningún riesgo y el participante no recibirá beneficio ni compensación económica alguna.

Confidencialidad: El proceso del estudio se efectuará de forma confidencial. No se utilizará el nombre en el análisis de resultados y/o en los anexos de las entrevistas que se transcribieron.

Investigador: Irma Johanna Chala Madrigal. Estudiante de la Maestría en Educación en Tecnología, Facultad de Ciencias y Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Uso de la información: La información obtenida en la entrevista se utilizará únicamente con propósitos académicos. Si de esta información surge alguna publicación, se consultará previamente el contenido con las personas que la suministraron.

Autorización Consentimiento Informado

Certifico que la investigadora: Irma Johanna Chala Madrigal, me ha explicado el estudio que está adelantando. He leído de conformidad lo que se ha descrito arriba y recibo copia de este procedimiento. Por lo anterior, doy mi consentimiento para participar voluntariamente en este proyecto.

Dado en Bogotá, D.C., a los (__) días del mes de _____de 2020.

_____

Nombre:

Cédula de Ciudadanía No.

Anexo 3. Transcripción de entrevistas.

Entrevista semiestructurada a docentes fundadores de los Semilleros de investigación que promueven el estudio de problemáticas relacionadas con las tecnologías para la inclusión social e implementación de tecnologías emergentes.

Fecha: 9 de noviembre de 2020 Hora: 8:30 pm

Lugar (ciudad y sitio específico): Bogotá, encuentro sincrónico por Zoom.

Introducción

Este instrumento hace parte de la fase cualitativa de recolección de información en el marco de desarrollo de un proceso investigativo en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en la Maestría en Educación en tecnología. La información que usted registre en esta entrevista será utilizada sólo con fines académicos. Tiene como objetivo reconocer las contribuciones que han realizado los semilleros de investigación en la escuela para la formación investigativa en tecnologías de inclusión social e implementación de tecnologías emergentes.

Tiempo estimado: 1 hora

Entrevistado: Buenas noches. Mi nombre es Sindey Carolina Bernal Villamarín, soy Licenciada en Diseño Tecnológico, tengo una maestría en Tecnologías de la información y la comunicación, soy doctora en Formación Inclusiva y actualmente estoy estudiando un doctorado en Formación para la Diversidad, en la Universidad de Manizales. Mi pregrado y maestría en la Universidad Pedagógica Nacional, el primer doctorado en la Universidad de Baja California.

Pues soy profesora del colegio Enrique Olaya Herrera, formó parte de la Secretaría Educación desde hace 10 años, realmente en Enrique Olaya Herrera estoy desde hace 7, también soy coordinadora de investigación, desarrollo e innovación de la educación virtual y a distancia de la Universidad El Bosque, actualmente esa es como mi formación.

Entrevistador: Del proceso de construcción del semillero de investigación escolar

- ¿De dónde surge la idea de llevar a cabo o constituir un semillero de investigación en la institución educativa?

Entrevistado: Mi semillero de investigación escolar, pues lleva ya oficial desde el 2015 que es el de Incluteceoh, la idea ha surgido desde hace muchos años atrás, desde que hice la licenciatura, pues yo era monitora de investigación en algunos proyectos, en quinto semestre me dieron la oportunidad de vincularme en grupo investigación de la universidad, como monitora, y eso fue lo que me dio a mí como mayor interés, fue esa la oportunidad de conocer y trabajar en proyectos, a escribir a hacer artículos, a hacer nuestro CVLAC, a reunirme con profes investigadores y además

que fue muy chévere porque el grupo investigación se llama Sinapsis, y la línea que se trabajaba en ese enfoque era "Ayudas aumentativas" y era para crear recursos tecnológicos, precisamente personas con discapacidad, y lo que se haya hecho básicamente o el trabajo fuertemente en las prótesis para amputación, se había hecho un dispositivo para personas con baja visión para poderse ubicar en el espacio. Entonces yo pude trabajar como monitor en esos espacios ya mí me gustó mucho.

Ya me gradué como licenciada, me dieron la beca para hacer la maestría, y en la maestría me presente a la convocatoria de Jóvenes Investigadores de COLCIENCIAS, y pues ahí desarrollé un proyecto que fue mi tesis de maestría, y pensé que me hubiera querido tener la parte de investigación, cuando fui estudiante de colegio, porque los chicos podrían salir a potenciar mucho su formación. Entonces me propuse y dije bueno montemos un semillero con los niños a ver cómo me va, y pues resultó que eso fue genial, porque los chicos les gustó muchísimo el hacer proyectos, el crear, además que sin duda alguna pues el proyecto por ejemplo, el proyecto educativo de mi colegio era precisamente como consolidar esos proyectos de vida, entonces yo le decía a los chicos, lo mismo que me decía mi profe: "No haga un proyecto solo por graduarse", haga un proyecto que realmente consolide su proyecto de vida o soluciones una problemática del contexto ambiente con su proyecto de vida. Entonces eso fue lo que yo inspiré a los chicos, a decir "Venga, creemos proyecto que realmente valga la pena y no sólo por hacer un monacho que se mueva, sino para qué" … yo creo que eso fue como la fortaleza el semillero, el buscar un para qué, y que realmente lo que se creara sirviera para algo.

Entrevistador: Listo, eso fue en el 2015, verdad. Frente al estudio de problemáticas en este semillero escolar, pues me acabas de decir que buscaron contextualizar un poquito más y que tuviera un impacto sobre el proyecto de vida de los estudiantes. He notado que en las instituciones de formación oficial siempre trabajan en estos grados superiores, sobre el proyecto de vida, eso es como lo que tratan de llevar a los estudiantes para que busque como un más allá del colegio. Entonces frente a este estudio de problemáticas:

Del estudio de las problemáticas propuestas en el semillero de investigación escolar

- ¿Qué tipo de problemáticas se abordan en el semillero de investigación?
- ¿Cuál es la metodología que aplica el semillero para la solución de estas problemáticas?
- ¿De qué manera los productos de los procesos de investigación en el semillero se orientan a propósitos sociales/ambientales?

Entrevistado: Okay, bueno pues efectivamente, haber espérame me guío por que fueron 3 preguntas. Las problemáticas que se abordan, pues eso también depende, nosotros trabajamos mucho, **el reconocimiento a la diversidad, el querer apoyar como este proceso, y efectivamente reconocer las problemáticas de nuestros contextos, a partir de la indagación. Si ellos como que empiezan a conocer los contextos, a conocer las realidades, y ahí es donde ellos empiezan a identificar esas problemáticas, realmente los problemas no están**

construidos. Y eso es lo que yo le digo a los chicos, no llegue ya a proponer, ésta es la solución, si no que busque el problema, y ahí a partir del problema, proponemos unas alternativas de solución, y esas problemáticas o necesidades las identificamos viviendo, conviviendo con la comunidad, entonces nosotros vamos a los grados de Primaria, eso es lo que hacemos, que los chicos se pongan en los zapatos del otro, y ellos vayan allá le pregunten a los profes, a los niños, para que ellos empiecen a identificar la realidad. Y además nos hemos apoyado muchísimo con las profes de apoyo de Psicopedagogía, que tenemos en el colegio, porque ellas son las que tienen la base de datos y nos dicen mira "en el grado 301 tenemos unos niños con bajo nivel auditivo, tenemos unos niños con depresión", entonces la idea es que, primero nosotros vemos esa base de datos y se hacen en parejas, y ellos escogen un curso, que es el que van a apadrinar, y durante más o menos un mes, ellos van a ese curso, y como observadores. Ellos empiezan a observar a ver que ven, las profes les van diciendo y efectivamente no sólo para esos dos o tres niños que quieran apoyar, porque la idea es que sea para todo el curso. Entonces ellos se sientan como observadores y por supuesto participan, les ayudan a los niños a hacer las tareas, y después de eso, ahí si ellos dicen profe, yo me di cuenta de esto y de esto, la profe me dijo esto y esto, y por supuesto los niños, a partir de esa reconocimiento el contexto, es que surgen la problemáticas que se abordan en el semillero. Pero pues sin lugar a duda, la fortaleza de las problemáticas que se trabajan es en torno a querer apoyar una necesidad de aprendizaje, una necesidad física, bueno dependiendo también de lo que ellos identifiquen en esa identificación de contexto.

Con respecto a la metodología para la solución de problemas nosotros trabajamos pues varias cosas. Uno pues efectivamente es **Investigación Acción Participación**, porque pues todos están ahí participando, tanto a las personas que queremos beneficiar, como los chicos que son los que están como haciendo el rol de investigadores allí, para identificar esas problemáticas, y además de ello, lo combinó, **lo potencio, a través del Diseño Universal, entonces yo trabajo los cuatro momentos pedagógicos del DUA**:

El indagar, es cuando se identifica la problemática y el contexto. Se reconoce el contexto. Nos vamos a **Proyectar**, ese segundo momento los niños plantean un proyecto, un prototipo, un software, un hardware, un material didáctico, porque eso depende, nosotros pensamos en soluciones digitales o análogas. Luego nos vamos a vivir la **experiencia,** y es cuando, ya con el proyecto desarrollado, trabajamos con el curso a ver cómo nos va, y finalmente **valorar el proceso** para identificar que ajustes se tienen que hacer, tanto preguntando la profe como a los estudiantes, y bueno todas las personas que están participando como tal la propuesta que se desarrolle.

Ehhh ¿De qué manera los productos de los procesos de investigación en el semillero se orientan a propósitos sociales/ambientales?

Pues por supuesto está muy de la mano de la parte social y ambiental, en la parte social porque nosotros estamos haciendo como un trabajo de pares, entre los chicos de 10 ° y 11°, con los de primaria, y a veces incluso entre los mismos niveles, porque hemos tenido también chicos de

bachillerato, y ellos efectivamente proponen, soluciones o recursos que apoyan a esas necesidades, a esas problemáticas que digamos ellos quieran potenciar. Entonces digamos, que estamos mejorando, efectivamente potenciando un proyecto de vida, una necesidad, una problemática, entonces por eso también está muy relacionado con la parte social, además que también muchos de los recursos, no son sólo para los niños, sino para los profes. Efectivamente, nosotros tenemos ausencia, carencia de algunos recursos o materiales didácticos para trabajar en clase, entonces se puede apoyar efectivamente también a los profes en este diseño. Por ejemplo, el año pasado tuvimos un aula Neurofitness, todavía se tiene, y no se tiene mucho recurso o material, entonces los chicos de 11°, empezaron a crear recursos para esa aula y entonces era más para el uso de los profes y los niños que venían al aula.

Y pues la parte ambiental, nosotros trabajamos todo el diseño de los materiales que se usan para su construcción, efectivamente que sean amigables con el medio ambiente, que no contaminen, que efectivamente se puedan reutilizar, que, además, por ejemplo, los cuentos y recursos que se hacen para los niños sean resistentes, se pueda reutilizar, no que lo vimos una vez y ya el cuento se dañó. Sino que la idea es que se puedan manipular constantemente. Entonces digamos que está muy de la mano, por supuesto de esa parte social y ambiental porque estamos poniéndonos en los zapatos del otro, estamos cuidando los materiales que usamos, eso sí incluso parte de lo que se proyecta en la propuesta, ellos hacen un listado de los materiales pertinentes para su construcción, y cómo yo invite a pares evaluadores de la Universidades o de colegios, ellos también les dan recomendaciones, mira mejor usa este material, porque este material de pronto no es bueno, este material contamina, cámbialo por este. Entonces digamos que también, les dan muchas sugerencias para mejorar frente a los materiales que escogemos.

Entrevistador: Frente a esa aula neurofitness que desarrollaron con grado 11°, ¿qué productos llegaron a desarrollar o a implementar, o qué elementos están dentro de esa aula?

Entrevistado: A bueno, pues ahí, digamos primero se arregló el aula, porque era un salón normal, para que fuera motivador para los niños. Los chicos crearon por ejemplo para la zona de lectura, para potenciar la parte lectoescritoria, para la parte de matemáticas, juegos. La mayoría fueron juegos para que efectivamente los niños pudieran aprender a sumar, restar, contar, fueron recursos basado en la cartilla “Aprender Juntos” que se diseñó entre la Fundación Saldarriaga y el Ministerio de Educación Nacional, fueron muy de la mano. Un tablero sensorial, para que los niños pudieran hacer la parte del tacto y estimular la parte sensitiva, hicimos unos recursos auditivos, era más para potenciar los sentidos. Es liderada por las profes de apoyo Pedagógico, pero efectivamente lo que nosotros hicimos fue apoyar por medio de juegos, se integró el recurso del ábaco, el ábaco es muy bueno. Y pues quedaron ahí, y los profes lo usaban, sin embargo, la estrategia, era sacar a los niños de inclusión y llevarlos a esa sala. Y la propuesta, era llevarlos a todos, con todo el curso.

Frente a los proyectos que desarrollaron los chicos, ¿cuál es un proyecto, el que tu recuerdas que tuvo un mayor impacto, que tuvo como un desarrollo más cercano y un seguimiento a su proceso de formación investigativo?

Entrevistado: hay muchos, digamos que uno de los más recientes, fue un dispositivo con Arduino, que tenía la oportunidad de controlar un equipo de cómputo, para una persona con amputación de miembro superior a la altura del codo, a través de un giroscopio. Bueno, hay dos, te voy a contar, ese fue muy especial porque era para un familiar de una de mis estudiantes, él pues fue víctima de un, de la violencia y de un petardo que pusieron y el señor perdió los dos brazos a la altura del codo. Entonces cuando yo les propuse a los chicos hacer el proyecto y demás, pues la niña de una, ella espero a que todos se fueran del salón, y me dijo, porque le daba pena, profe será que yo puedo hacer el proyecto para un familiar, que paso esto y esto, yo dije claro. Eso fue muy bonito ese proyecto porque mira que, además de hacer todo el acompañamiento, el desarrollo y demás, había una parte que nosotros queríamos potenciar para mejorar el funcionamiento del dispositivo, y un amigo de otro colegio, del colegio Tomás Rueda Vargas, mi compañero Julián Torres, él nos ayudó para potenciar el desarrollo, y entonces que pasó, mis chicos iban al colegio de él, y él les ayudó, les explicó, entonces fue súper bonito porque estos chicos aprendieron un montón, a programar en Arduino, a desarrollar el proyecto y Julián fue jurado, yo lo invité a él como jurado, ya de los proyectos cuando fue la sustentación, entonces ellos hicieron toda la parte del diseño, para que se pudiera poner el dispositivo, fue muy muy chévere, además que, se hizo artículo, se hizo hasta póster, yo los llevé a una feria de emprendimiento e innovación en la Universidad Santo Tomás, ganaron el segundo lugar, y ellos desarrollaron todo el proceso con las fases e hicieron el documento, la presentación, lo sustentaron, y mira, yo me sentía tan orgullosa porque cuando ellos exponían, lo hacían con una seguridad impresionante, tanto a nivel de marco teórico, de los antecedentes de proyectos que se hayan hecho como de la línea, del funcionamiento tecnológico, o sea ellos se sabían eso, porque lo aprendieron muy bien, se apropiaron tanto del proyecto y más que todo Natalia, que era para su familiar, ella fue la que más se apropió, se apersonó de una manera impresionante, se apasionó porque sabía que era para alguien de su familia. Ella incluso sale en una de las entrevistas de la Secretaría de Educación que nos hicieron. Y ella dice, que el crear dispositivos tecnológicos, le daba a ella ganas de seguir ayudando a la gente, ella lo veía como por ese lado. Y esta niña fue una de las que, digamos, desarrollo un muy buen proyecto, ella quiere estudiar inglés este año, ella se graduó apenas el año pasado, porque dice que quiere estudiar fuera del país, y fue porque cuando yo fui a Korea, vinieron del Korea del Sur y le dijeron que la iban a ayudar, pues para que ella pudiera estudiar, porque el sueño de ella es irse para Korea. Porque cuando yo llegué de Korea, le dije día 1, yo les conté todo así súper impresionante, y les gustó muchísimo, y entonces ella también se motivó mucho en esa parte, y ese es uno de los más chéveres porque desarrollaron todo el proceso.

Adicional otro, fue una órtesis para una niña con artogriposis múltiple, ese se desarrolló con la impresora 3D y con Arduino, los chicos también súper apasionados con el proyecto, que era para una niña de grado quinto de nuestro colegio. Y la acompañamos en cuarto y quinto, la niña,

además, pudimos ver de cerca, como ella mejoró un montón, porque ella tenía una dificultad grande, y era pues como por la pena, de mostrar la manito, se pasaba con la manito dentro de la falda, que ella que tenía en esta situación, ella nació con cuatro dedos, pero dos de ellos pegados, le habían hecho muchas cirugías y logró quedar con cuatro, si, y a ella a pesar de tantas cirugías y todo, a ella le dolía cuando escribía, esa era una de las grandes dificultades que ella tenía, y ella intentó escribir con su otra manito, pero no podía, o sea no era que tenía la posibilidad de ser ambidiestra, no. Entonces este proyecto surgió para poderle ayudar a ella, para facilitar la escritura y que no te tocara estirar tanto el dedito porque le dolía mucho para escribir, entonces ellos hicieron todo el proceso del desarrollo, de la indagación, acompañaron a nuestra niña en quinto, hicieron su artículo de investigación, hicieron hasta un video comercial mostrando el proyecto, e viajamos a México, en septiembre con esta niña, la líder del proyecto, y ella presento en un congreso internacional, el proyecto desarrollado con publicación y todo. Fue algo, súper chévere también, de impacto, y ella ya termino su once, y ahorita está estudiando en la universidad, y ahora ella quiere seguir cómo esa línea, entonces muchos de los chicos que están conmigo en el semillero, siempre me dicen ya como en la universidad, profe es que yo quiero seguir en esa línea, yo quiero seguir trabajando esa propuesta, cómo la puedo hacer o potencias. Entonces digamos que ha sido de bastante impacto este trabajo.

Entrevistador: Tienes esos artículos Sindey, ¿Qué me los puedas facilitar?

Entrevistado: si yo, voy a buscarlos, y creo que el póster, voy a buscarlo. Voy a poner aquí proyecto prótesis y el de Arduino con giroscopio. Uno es de Natalia Guerrero y el otro es de Danna Corredor, pues digamos que estaban más ahí en el grupo no.

Entrevistador: Ahora vamos como en la parte de las contribuciones que genera la formación investigativa del semillero de investigación. Entonces ¿Qué aportes brinda frente a la investigación formativa el trabajo con semilleros de investigación?

Entrevistado: bueno, yo creo que brinda un aporte grandísimo, digamos, me ha parecido a mí también, en la articulación entre otras disciplinas, porque mira que esto es algo que no me ha tocado a mí sola, efectivamente, yo he pedido apoyo de muchos otros profes, para potenciar el trabajo con los chicos, entonces ellos se han dado, que por ejemplo para este desarrollo de proyectos, se necesita de trabajo en equipo, de otras disciplinas, **ellos se han motivado también a quizás cambiar un poco el concepto de investigación,** a que ellos se motiven a hacer proyectos. A mí me gusta mucho el término, de decir que sean prosumidores, y no solo consumidores. Que efectivamente, ellos hagan parte del cambio, de proponer alternativas de solución para su país. Mira que muchas convocatorias que hacen aquí en Colombia, alguna "Hackatones", si alguna convocatorias, como que "Ay, proponga su solución para tal problemática", yo decía, genial que le diera la oportunidad a nuestro chicos, que ellos sean los que propongan esa alternativas, y que no sea solo como traer un proyecto, "Ay, vamos a traer un proyecto de Noruega, esto esta genial", pero sin antes hacer las adaptaciones a nuestro contexto, a nuestras realidades. Yo creo que eso también en muy importante, y que efectivamente ellos aprendan a ponerse en los zapatos del otro,

a empezar a desarrollar proyectos, alternativas de solución, a problemáticas y necesidades de su contexto, a reconocer el papel y el valor de los profesores, porque eso también ha sido parte del proyecto, que como ellos van allá, acompañan a los profesores y a los niños, ellos dicen "Huy profe, es muy duro ser profe y más cuando son chicos pequeños", ellos, creían que eso era, huy si fácil, no, y cuando ellos ven que son cursos de 45, 50 niños, la cosa no es tan sencilla. Ellos también han reconocido eso. Entonces yo, yo siempre menciono como que ellos se potencien como en tres habilidades: en la parte del ser, porque efectivamente ellos se ponen en el papel del otro, ellos reconocen el valor del maestro, el trabajo entre pares; en la parte del saber, efectivamente, ellos aprenden de recursos tecnológicos, porque para hacer el proyecto, hay muchas cosas que no vemos en la clase, pero que lo podemos aportar en el espacio de investigación, van aprendiendo muchas cosas, que quizás no nos quedamos ahí en el aula, o en el contenido, sino más allá. Y en el hacer porque ellos crean recursos, materiales, software, hardware, bueno, depende, eso depende también del recurso que quieran diseñar, entonces digamos que también estamos potenciando esa parte, y algo que me parece importantísimo, es que muchas veces uno le preguntaba a los chicos ¿Qué quieres hacer cuando termines el colegio?, ellos no, pues profe, toca trabajar porque mi familia no tiene recursos para que yo estudie, pero cuando uno le pinta la idea de que existen universidades públicas, de que si presenta un proyecto pues que lo pueda hacer, ellos como que "Huy, yo no sabía eso, venga yo le hago, venga yo estudio, venga yo trabajo por ello", y entonces eso los ha motivado mucho, y otra cosa, es que ellos ven que uno viaja a otras partes del mundo, entonces dicen "Huy profe, yo quiero", pues mijo, eso también se puede hacer gracias a la educación. Ellos se inspiran en el ejemplo.

Otro hecho de resaltar, es que, como profe del semillero, yo no soy la que dirijo, así como ellos tienen su proyecto personal, yo también voy haciendo el mío. Si estamos haciendo puentes multinclusivos, entonces yo también hago mi puente, y yo les voy mostrando como voy avanzando, entonces a medida que vamos haciendo el proyecto, yo lo hago también, pero yo también escojo una comunidad, un grupo, con quién voy a trabajar, entonces ellos ven que yo también lo estoy haciendo. Yo también sustento, y yo les presento el proyecto, con los pares, eso también ha sido chévere, porque ha sido aprendizaje a través del ejemplo. No solo como la profe nos manda y ya, si no que ella también tiene su proyecto personal, yo lo llamo mi proyecto personal, pero también está enfocado como para que ellos vean, como se trabaja esa parte de la investigación a través del ejemplo. Creo que ya respondí lo que me preguntaste.

Entrevistador: la última pregunta, es ¿Cuál es el aporte de involucrar el enfoque investigativo y el enfoque social a los semilleros de investigación?

Bueno, yo creo que lo importante, y mira que eso es clave, lo que tu decías, a mí no me gusta pensar, y yo nunca le digo a los chicos, como eso, es que nos vamos a presentar a una convocatoria, entonces pilas, hágale, no. Digamos que a veces se dan las convocatorias, y eso es chévere y es parte del proceso que vamos desarrollando, pero digamos que para mí no es el objetivo cómo más importante. Digamos de que solo sea el concurso o la convocatoria, sino que efectivamente, ahí lo que es importante, es que ellos ayuden a una persona, con lo que están desarrollando. Yo lo que digo a ellos siempre es, y fue lo que te dije a ti en una parte, **no es crear solo para guardar en un**

stand y mostrar, sino que yo creo es crear para que le sirva a una persona, eso es lo importante. Efectivamente yo estoy enfocando la parte investigativa porque tengo que consultar autores, la parte tecnológica, la parte digamos de antecedentes, de desarrollo, que han hecho, que puedo yo, pues para poder proponer mi alternativa, porque eso es lo que a mí me gusta hacer, yo nunca les dejo, como "profe es que a mí me gusta hacer como una nave espacial", no, sino, ¿cuál es el problema? ¿por qué va a hacer esa nave? No, no, no. Entonces ha sido chévere porque las ideas que a veces ellos empiezan inicialmente, cuando ellos van a ver al final, dicen "Huy profe, se acuerda que yo propuse esta cosa, si, huy ha cambiado un montón", y esa es la idea, yo creo que eso es lo chévere, y yo creo que eso le pasa a uno cuando hace su tesis, uno llega con una idea y después se cambia, pero esa es la idea, lo chévere es que cambie ese proyecto y que efectivamente, a partir de reconocer otros autores, de reconocer que han hecho otros, de reconocer toda esa parte digamos ya, a nivel conceptual, teórica-práctica, que ellos puedan tomar decisiones de cuáles pueden ser esas alternativas, y que efectivamente yo esté desarrollando algo para una persona o una comunidad, y yo creo que eso es lo importante de involucrar esos aspectos, que yo lo estoy pensando para aportar a un grupo, y que se puede usar el proyecto, porque es necesario mirar el quien, el cómo, y el para quién. Esa es la relación entre la parte investigativa y la social, pensarnos desde esas preguntas, pensarnos en que efectivamente lo que yo esté creando pueda mejorar la calidad de vida de una persona, y que yo me pueda poner en los zapatos del otro, sí. Y pues, efectivamente, ya si se da la posibilidad de participar en convocatorias y demás, pues chévere.

Muchas veces ya las convocatorias, yo creo que uno como profe y más en colegio público, uno lo hace es por recursos, porque nosotros no tenemos recursos, si, entonces digamos que a veces uno necesita, y le ha tocado uno del bolsillo, igual yo sé que a los profes de colegio privado también les pasa, no solo en colegio público. Porque uno quiere que el proyecto salga adelante, le toca, como dice el dicho "meterse la mano al rin" y eso nos ha pasado a muchos. Yo participo más en convocatorias para ganar recursos, así nos ganamos la impresora 3D, antes nos tocaba mandarlo hacer, y yo decía ojalá algún día no tengamos mandarlo hacer sino tenerlo acá. Yo sueño con una sala de innovación, una sala del semillero, yo me la imagino con muchos colores, con sillas que se puedan mover, cositas que se puedan armar y desarmar, las mesas también, que ellos tengan un espacio para jugar, para crear, yo me imagino eso, y antes de la pandemia me habían entregado un salón, y yo estaba súper feliz, incluso en la Universidad El Bosque, pintaron las paredes con una pintura especial, que es como tablero, que se puede rayar con marcador acrílico. Entonces yo quería, pintar las paredes de ese salón así para que ellos rayaran, y yo me imaginaba una parte con acrílico donde yo les escribía los mensajes del día, o sea cosas así. Quiero tener un espacio tan feliz, que uno se sienta motivado y que surjan las ideas, que surjan las problemáticas y necesidades, pero bueno, algún día lo lograré y haré mi salón chévere.

Entrevistador: Por el momento ¿en qué espacio trabajan? ¿cómo hacen esos procesos y con qué recursos cuentan entonces para desarrollar esos prototipos?

Entrevistado: bueno, yo tengo mi sala especializada de informática, pero mi sala es grande, digamos que lo chévere es que tengo la parte de los computadores, y en la parte de atrás, tengo como un minitallercito, pero trate de adaptarlo porque eso no estaba así, trate de correr un poco

los computadores, dejar es parte de atrás, dejar como unas mesitas y ese espacio para poder trabajar. Eh, pues digamos que yo uso la sala todos los días en mi jornada, y ese espacio me lo respetaron, para que yo pudiera trabajar. Adicional, me apoyaron con la instalación de los software, porque tenemos restricciones de instalación, entonces ellos me apoyaron con REDPE. Realmente, te cuento que todos los equipos y material que tengo, todo ha sido ganado. Lo que el colegio me dio fue unas camisetas hace dos años. Los materiales para impresora soy yo la que los compra. El IDEP no le da a uno la plata en efectivo, sino que ellos compran de acuerdo a la solicitud, el televisor SAMSUNG de 52", no lo ganamos recolectando basura electrónica en una semana, con la colaboración de los padres de familia, profesores, estudiantes; y todo ha sido así. Las Microbits, fue porque me inscribí en "Coding for kids" para que me pudieran dar las tarjeticas, y hay si pudiera trabajar, logré esa dotación, fue por hacer el curso. Entonces, si a mí me dicen "Profe, ahí concurso, y ahí le damos esto para el colegio" allá me meto, porque no tengo recursos, entonces me toca hacer lo máximo para que pueda trabajar con los chicos. Se supone que a nosotros nos dan un presupuesto por los proyectos transversales, pero este año tan loco, no se pudo. Esperamos para el otro año poder hacerlo, es poquito, son 2´000.000 al año, pero que uno pudiera comprar unas cositas, uno se va abasteciendo bien para tener un semillero así como chévere.

Yo quisiera tener un aula móvil, poner un nodo del semillero en cada colegio público, privado, de economía mixta, el problema es que toca dar clase, y yo con qué tiempo. Sería chévere que uno empezara a tener sedes, hacer una red se semillero. En el encuentro lo que queríamos era eso, yo lo dije, incluso en la semana que tuvimos el encuentro con la Universidad de la Salle, porque no unas sedes del semillero Inclutec en tu colegio Johanna, un semillero en el colegio del otro profe, y así sería una sede se semileros y una red de semilleros en diferentes colegios. A mi me gusto mucho la propuesta del semillero "IdeO", porque es una propuesta de semillero de semilleros, entonces tienen el semillero de filosofía, de matemáticas, entonces salen varios, y es la idea que le estoy planteando a mis coordinadores en nuestro colegio. Mis compañeras trabajan inglés, mi compañero música, y yo hagamos un semillero de inglés, otros de música, y porque no, hagamos un proyecto, mi niño de diseño, con el de música y con el de inglés, y sea un proyecto para una persona, para un curso que queramos ayudar, eso sería uff, porque yo decía claro, los de música tienen una fortaleza, por ejemplo, podemos potenciar la parte auditiva de los niños que queremos ayudar, la parte del inglés para hacer muchas cosas chéveres para los chicos.

El coordinador le sonó porque llego EAFIT, parece que si me van a ayudar a montar la idea de semillero de semilleros.

Entrevistador: me estabas contando la historia de la impresora 3D, como fue la adquisición.

Entrevistado: en Korea, cada estudiante tenía una impresora 3D. En una semana de receso, armaron una convocatoria para semilleros, me toco contactar a los chicos, organizar la documentación y pasamos. El premio era por categorías estaba entre publicaciones y materiales, entonces yo pedí materiales. Precisamente en SOFA me encontré con Jose Molina que trabaja en una empresa de recursos colombianos, él nos pasó la cotización y nos colaboró con capacitaciones y los kits de

robótica, como lo básico para que los chicos tomaran vuelo. Por eso quiero el espacio que te digo Johanna porque yo no tengo donde poner la impresora.

Para las convocatorias les toca moverse en transporte público, o yo los llevo en mi carro, no se cuenta con el apoyo. Se ha tenido que hacer rifas, el rector colaboró con una bicicleta, vendiendo alimentos como rellena y papas, para poder comprar recursos.

También compro aparaticos y estímulos para dar a los estudiantes, yo me he gastado muchísimo dinero, porque me gusta motivar a los niños. En este momento les compre un trípode, a ellos les gusta, para entregarle a los mejores del curso, o les regalo libros, yo hago concursos internos, yo hice festival de cortometrajes, de animación, es algo entre nosotros que les gusta mucho. Lástima que uno no pudiera contar con ese apoyo en la institución.

Entrevistador: ahora ¿cómo sigue con el semillero de manera virtual?

Entrevistado: paso algo genial, y es que los chicos empezaron a generar recursos para los niños que no tienen internet, entonces hacer cuentos con títeres y marionetas, teatro de sombras, hicimos unos flipbooks, y se los regalamos a los niños para que ellos puedan jugar, puedan hacer los recursos. Y ahorita el miércoles, los niños de 11° crearon, me los van a entregar el miércoles, crearon cuentos multinclusivos, vienen con braille y lengua de señas colombiana, y son para regalar a los niños de primaria.

Entrevistador: ¿y esos los hacen digital y lo imprimen? O ¿los hacen de manera artesanal?

Entrevistado: No, la parte análoga, la hacemos con materiales reciclados, escena por escena. Y la parte digital con Stop Motion, las animaciones, y la representación con lengua de señas, la hacen niño por niño. Se inscribieron al curso de lengua de señas en la universidad Pedagógica, los chicos crearon su cuento, con diferentes personajes, creando las historias de acuerdo a lo que les gustaba. Yo lleve las regletas, con punzones y ellos hicieron la transcripción con acetato. Yo me encontré con ellos como en marzo y abril, para entregarles el material, porque todo quedo en la bodega de mi salón. Ellos avanzaron y ya me entregan todo lo que crearon. La idea es que esto se lo vamos a entregar a los niños del colegio.

Los orientadores andan súper pendientes del trabajo de los chicos y me preguntan, oye Sindey que tienes para un niño con baja visión, hay que tenemos un niño para enseñarle lenguaje de señas. Entonces yo les paso el material.

En este tiempo de virtualidad, se han seguido hacer muchos proyectos. Todo lo que hacemos es para regalar, yo les digo, no se enamoren, aunque trato de dejar unos para mostrarlos.

En el colegio no nos dan tiempo para el semillero, ni presupuesto. Las horas libres son para calentar los almuerzos, seria chévere que yo tuviera tiempo para trabajar con el semillero. Incluso los chicos

a veces me ayudaban a repartir refrigerio, para terminar rápido y tener tiempo para trabajar en los proyectos.

Entrevista semiestructurada a docentes fundadores de los Semilleros de investigación que promueven el estudio de problemáticas relacionadas con las tecnologías para la inclusión social e implementación de tecnologías emergentes.

Fecha: 30 de octubre de 2020 Hora: 11:00 am

Lugar (ciudad y sitio específico): Bogotá, encuentro sincrónico por Zoom

Introducción

Este instrumento hace parte de la fase cualitativa de recolección de información en el marco de desarrollo de un proceso investigativo en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en la Maestría en Educación en tecnología. La información que usted registre en esta entrevista será utilizada sólo con fines académicos. Tiene como objetivo reconocer las contribuciones que han realizado los semilleros de investigación en la escuela para la formación investigativa en tecnologías de inclusión social e implementación de tecnologías emergentes.

Tiempo estimado: 1 hora

Del proceso de construcción del semillero de investigación escolar

ENTREVISTADOR: ¿De dónde surge la idea de llevar a cabo o constituir un semillero de investigación en la institución educativa?

ENTREVISTADO: Ok, mira, te voy a contar la historia. Yo entro a trabajar a la Secretaria de Educación, a un colegio que se llama Entre Nubes Sur Oriental, es un colegio muy pequeño, que tiene tres sedes muy muy alejadas, estaba en la sede de Anibal, y recién apenas, recibí el nombramiento ese año, recién reciben ellos unos computadores portátiles, ehhh, los PC Smart de todo mundo, los reciben y entonces, porque me imagino que hasta ese momento no se estaba enseñando ni tecnología, ni informática. Llego yo, entonces comenzamos a mirar cómo se plantea ese programa. Existe un interés, digamos que, para esas fechas, empieza a salir el cuento de la robótica, Bogotá al Parque…Robótica al parque, se llamaba en ese tiempo, que lo organizaba la Universidad Distrital, y bueno, nace del interés, yo digo, bueno, porque no hacerlo, hay un problema de materiales en ese momento, porque pues en esa época específica los materiales, uno: eran costosos, acceder a ellos en el país eran muy muy costosos, y el colegio, pues digamos que no había una política frente a la participación a esos eventos y brindar material, además que era material especializado, y pues, hay toda una dinámica, frente a la gestión de estos recursos.

Pasa lo siguiente, entonces en ese momento, está en auge el "Programa Ondas" de COLCIENCIAS, entonces tu presentas el proyecto, y entonces había un presupuesto, que, desde

ese año a este, no ha subido, es curioso, subió cien mil pesos. Pero bueno, eso se inició, yo en ese momento comienzo con mis recursos, porque si hay un presupuesto, pero llega muchísimo después, para la siguiente parte de robótica. Esta el interés y entonces comenzamos a armar nuestro primer robot para ese concurso. Con esta experiencia del concurso de robótica es que se da pie a los semilleros de investigación, y sobretodo porque es una respuesta a las ausencias que tiene COLCIENCIAS en ese momento con el grupo ONDAS.

Resulta que yo en ese mismo momento, yo antes antes antes había trabajado con el proyecto ONDAS, cuando estaba de profesor provisional en un colegio que se llama Florentino Gonzalo, y pues si había un presupuesto, había un taller sobre una pregunta, pero entonces lo que parecía COLCIENCIAS en ese momento, si bien tenía toda la teoría y sustento teórico frente a la investigación, la pregunta, la en la escuela, el estudiante investigador, era que no había un seguimiento, ni un respaldo de ellos, entonces tenían las guías y eventualmente iba un profesor, que bien, muchas veces era de la Pedagógica, iba, hacía una asesoría y ya, una asesoría cada dos, tres meses, o una por año, eso dependía. **Sí había una intensión, pero nunca hubo ese acompañamiento que era necesario para el proceso.** Yo ya había estado en ese proceso, aparece lo de Entre Nubes, entramos al grupo de robótica, y entonces, que es lo primero que ocurre en ese momento, pues que a **los niños que se escogen para ese evento, muestran interés, se convierten en una estrategia, un pretexto para desarrollar habilidades de pensamiento, hay apoyo de los papás, y obviamente comenzamos a aparecer en el radar,** frente a este tipo de actividades, pero lo que pasa con el grupo de robótica, que si bien se trabajaba hasta cierto punto entre los horarios de las clases de Tecnología e informática, no era un grupo constituido y era fácil de mover, pero darle continuidad era muy complejo, sobre todo por los recursos, se convertía en eso, en un grupo de interés. Era difícil mantenerlo en el tiempo, si, y no se podía continuar en un proceso con los que estaba, entonces, ahí acaba justamente, digamos que todo el papel, en el Entre Nubes, gracias a esos eventos de la participación en el cuento de la robótica escolar. **La Secretaría de Educación, a mí me da una Mención Honorífica, que además me sirve a mí para poderme trasladar.** La dinámica, de muchas veces, de los colegios en los que estás en estas es complicado trasladarte, porque la gente no quiere estar en estas localidades, es muy complicado, tiene que ser una excusa válida, unas razones válidas para tener el traslado, afortunadamente me lo dieron, y fue gracias a esa mención.

Llegó al Tomás Rueda Vargas y entonces pues ya hay evaluación del método, bueno. En ese momento, parece la primera Red de profesores de Tecnología en Bogotá, y entonces ya comienzo a relacionarme, con todo el grupo de profesores que están trabajando y que tienen como interés en este tipo de cosas, ya hacemos parte, participamos por primera vez en el Bogotá Robótica, que lo organizaba la Alta consejería para las TIC de Bogotá. Entonces, comenzamos con un recorrido, pero también con una evaluación de la experiencia como grupo de robótica. Llegamos al Tomás Rueda Vargas y lo que ocurre es que el Tomás, es un colegio técnico que está articulado con el SENA, y además ya tiene un presupuesto, el colegio recibe presupuesto desde los proyectos y desde a media fortalecida. Y ellos ya tienen un plan de comparas para el LEGO, ellos querían comprar dos LEGOS, en ese momento estuvo en auge el LEGO, incluso el LEGO, tenía ya un convenio con la Secretaría de Educación, en esa época donde a todos los colegios les dieron LEGO. Pero claro, el LEGO tenía sus limitaciones, incluso una de las cosas que también nos impulsó a

cambiar la metodología. El LEGO si bien, era el "Mindstorms" y tenía un montón de cosas, pues tú con el LEGO puedes atender como máximo cuatro niños, o sea bien atendidos tres, el que te arma, el que te separa las fichas y el que te lee el manual, pero con dos atendías seis niños. Tenemos una estructura que está diseñada para atender cuarenta niños, cincuenta niños por aula de clase.

Luego en ese momento está en auge la impresión 3D, y resulta que el colegio, que es donde comienza, a estucturarse el área, en el colegio había una materia que se articula con el SENA que se llamaba "Proyecto Formativo", unas horas que tienen que ver para un proyecto final que tienen que hacer directamente los niños para poder estar certificados con el SENA, pero esas clases estaban asignadas directamente a la carga al colegio. Cuando llego al colegio, se me asigna Proyecto Formativo, entonces ellos tienen un proyecto, yo digo bueno, el proyecto formativo tiene una estructura muy similar al trabajo de grado pues escolar, donde hay una identificación de un problema, unos objetivos, reestructuro esto, y digo bueno, finalmente lo que yo necesito es, ya entendí que es un pretexto, necesito un pretexto para desarrollar habilidades de pensamiento, pero el pretexto tiene que ser atractivo. La robótica se vuelve atractiva, claro, ya probamos que sí, pero la robótica, no atiene a los intereses de todo mundo, entonces **lo que hacemos nosotros es tomar la estrategia del semillero de investigación, como una estrategia para desarrollar habilidades de pensamiento, el semillero de investigación me permite ser reahabituable, las investigaciones que haga a partir de los primeros problemas solucionados, me permiten evaluarlas, eran fácil de sostener en el tiempo y además me permitía desarrollar otras habilidades básicas, que era escribir y leer**. Entonces montamos el semillero de investigación, le damos nombre, y lo que hacemos es, para que atienda la mayor cantidad de niños es ponerle líneas de investigación. Nosotros iniciamos con cuatro líneas de investigación, **pero finalmente el semillero de investigación surge de la necesidad de subsanar todas las falencias que tenía el proyecto ONDAS, de darle estructura al Proyecto Formativo, de darle continuidad, sustentabilidad a todo el proyecto de Tecnología e informática, que se llevaba de la Robótica Escolar y sobre todo a buscar estrategias que nos permitieran aterrizar habilidades de pensamiento en todas las áreas de estudio.**

Entonces lo empezamos con cuatro líneas de investigación que en ese momento fueron de interés para los estudiantes: Robótica Escolar, Tecnología para el Campo, Tecnología para la discapacidad, Tecnología Sustentable, la quinta que aparece como al año, año y medio, se llamaba Imagen y Creatividad. En ese contexto comenzamos a trabajar en el semillero de investigación. Hacemos proyectos que estaban, que no había antecedentes en el colegio de este tipo de proyectos, comenzamos a participar en eventos, que es otra de las estrategias importantes del semillero, que creo que esta en otra de las preguntas, que es lo que me da a mí la posibilidad de compartir entre pares, y sacar la educación de la escuela. Nace el semillero y comienza a generar resultados, sobretodo en dos aspectos importantes: es que cuando nosotros iniciamos no hacía parte del currículo, y los niños asistían en contra jornada, y pues la audiencia fue inmensa, comenzamos con décimo y once, después incluimos a noveno, asistían también sin ningún tipo de nota, eso también nos obligó a manejar la impresión 3D, el escáner 3D, el diseño asistido por computador, programación en Arduino, que en ese tiempo era costoso, y ahí se dispara el semillero de investigación, como semillero de investigación.

ENTREVISTADOR: ¿en qué año llegas al Tomás Rueda Vargas y en qué año se monta el semillero?

ENTREVISTADO: en el 2014, llego en febrero, y en junio ya estaba formalizado el semillero.

Del estudio de las problemáticas propuestas en el semillero de investigación escolar

ENTREVISTADOR: ¿Qué tipo de problemáticas se abordan en el semillero de investigación?

ENTREVISTADO: La robótica nos había enseñado en los concursos y se convierte en un objetivo comercial, y entonces comienzan a vender plataformas, las competencias se empiezan a volver injustas porque ya es una cuestión de cuánto dinero tienes para invertir si, ya hay otras competencias que se empiezan a desarrollar a nivel educación que son digamos más ecuánimes en ese respecto, pero enfocadas al LEGO, eso te reducía a ti la cantidad de participantes. No sé si conozcas al profe Jaime, que ha sido abanderado en ese desarrollo, gracias a que la robótica tiene que trascender del "Juguetico", del vehículo de lo operado, tiene que tener una funcionalidad y además solucionar problemas del contexto. **La robótica por la robótica, no sirve. Porque tenemos el objeto tecnológico, no tiene razón de ser más allá del que le dé el ser humano, tiene que ayudar al contexto. La primera línea de investigación es la robótica escolar, pues es trascender, cuando tú ya sabes manejar los robots, entra al diseño y la mecánica y lo convierte en una solución tangible a problemas del contexto, y lo que hacemos nosotros es justamente identificar cuál es el interés de los estudiantes, cuáles son esas líneas que atiende la mayor cantidad de problemáticas, y que estén muy orientadas al desarrollo sustentable.**

Las que más se acercaban al desarrollo sustentable, era la discapacidad, que nos brindaba más allá de darle la solución a una persona con discapacidad, es pensar en el otro. De una serie de capacidades emotivas, empatía y ese número de cosas, y los volvía más humanos.

Las energías sustentables, porque sí, está el problema de la contaminación. Teníamos la Tecnología en el campo, porque digamos que nosotros identificamos que en la ciudad tenemos toda la tecnología de acceso y nos vanagloriamos de un montón de cosas que en el campo que es un espacio productor, no cuenta con esa tecnología y no hay un interés por desarrollarla. Entonces nos movemos en esas cuatro líneas que finalmente nos daban problemáticas reales, problemáticas con un contexto y que nos permitía estudiarlas. Y que, para ellos, que las identificaban, se les hacía muy apropiada en su contexto. Se pensaron en otras, como por ejemplo el transporte, pero el transporte para ellos no se les convertía en una problemática local, digamos que su diario vivir además que estamos en un colegio que es de barrio, muy grande, pero es de barrio, uno o dos estudiantes que viven muy arriba lo utilizarán, pero no se convierte en una problemática general.

ENTREVISTADOR: ¿Nómbrame uno de esos proyectos que se haya realizado en esas líneas, que digamos sea como el más significativo o representativo dentro del proceso, y el impacto del

desarrollo con los estudiantes? Tú me hablabas de discapacidad, de pronto ¿a qué diferente capacidad atendieron, qué solución le dieron y cuál fue como el impacto, llegaron a aplicarlo con el usuario, llegaron a trabajarlo de manera real, o sólo a prototipar?

ENTREVISTADO: de la línea en la que más logros hemos obtenido es en la de Tecnología para la discapacidad, por varias cosas, hemos ganado premios con prototipos diseñados en esa línea, hemos participado de eventos grandes, cómo expositores y como instructores de parte de los niños, y que han desarrollado prototipos que han estado en concurso, y hemos llegado a finales y ese tipo de cosas. La investigación como estrategia de enseñanza y aprendizaje, obliga al profesor a desarrollar sus habilidades y al estudiante ciertas habilidades. A mí me obligaba a estudiar y desarrollar esos prototipos, y a volverlos didácticos, para que los niños lo pudieran hacer, entonces el prototipo que ves en el libro, es un prototipo que funciona con señales encefalográficas, con unas señales eléctricas del cerebro, entonces yo tenía un trabajo de eso, yo ya lo había trabajado, entonces lo que yo hice fue desarrollar módulos, para que los niños pudieran acceder a esa tecnología y lo pudieran aplicar. Enseñarles a ellos que es la encefalografía, cómo se hacen los filtros, las señales se vuelve complejo y además no me es útil, que entiendan la teoría o no, pero entender que la señal eléctrica me permite a mí, utilizarla para un encendido o no, para una persona que tiene discapacidad motora, pues me es más útil darle las herramientas para que piensen en soluciones, pero esas herramientas iban a depender de la identificación del problema que ellos tenían. Tuvimos la oportunidad de trabajar con un grupo de investigación de la Universidad Pedagógica que se llama Episteme, y lo que nosotros identificamos del grupo, que lo llevamos después al colegio, que fue un trabajo mancomunado, bueno existe un abismo inmenso entre el docente de Educación Especial y el docente de Electrónica, cuando hicieron la revisión de proyectos orientados a la discapacidad en el Departamento de Tecnología, encontramos que habían muchos proyectos, pero eran proyectos que estaban pensados desde el ingenio, desde la ideología, entonces lo hacían creyendo que eso iba a funcionar, y teníamos el otro lado que era la Educación Especial, que es donde conocen el problema, saben las necesidades, pero desconocen totalmente la tecnología. Siempre había trabajo de un lado pidiendo Tecnología, y del otro, ofreciendo Tecnología que no era útil. Entonces nosotros dijimos, venga solucionémoslo de alguna forma, aunque hace poquito un grupo de la universidad se graduó y se lograron este tipo de cosas. De hecho, nosotros como colegio les fabricamos un aparato para que ellas lo probaran y se graduaran, lo que nosotros hicimos fue identificar la necesidad de una plataforma que le fuera útil a la mayor cantidad de personas posibles, independientemente de la discapacidad. Si su residuo funcional era por ejemplo mover el músculo de la mandíbula, pues no tengo que irme a la encefalografía, sino a la electromiografía, si. Si movía un dedo, pues yo no tenía que irme hasta tan lejos, sino movía un botón, lo único que iba a variar era la forma de acceder al sistema y va a ser el mismo para todos. Porque finalmente lo que se buscaba era desarrollar operaciones mentales en todos. Entonces lo que nosotros fabricamos fue una cajita, que me permite acceder a ese tipo de dispositivos, y simplemente yo adaptaba el mediador pedagógico para que lo pudieran aplicar. El mecanismo como tal de acceso, lo diseñamos nosotros, como grupo de investigación en el colegio, y se lo dimos a la universidad, para que ellas pusieran el mediador pedagógico, y lo aplicarán en un hogar con diez niños. Entonces generamos un tambor ara identificar secuencias de colores, comparación. El logro más grande ha sido la cajita. Nosotros teníamos el circuito de encefalografía pata tomar las señales del cerebro, tenemos el de los músculos, tenemos por sonido, por vibración.

Nosotros tuvimos estudiantes que se graduaron de once y ellos volvieron al semillero para que gestionáramos el proyecto cuando se fueran a graduar de tecnólogos o técnicos, entonces hay una recurrencia de exalumnos que vuelven a que nosotros le ofrezcamos asesoría o trabajo.

ENTREVISTADOR: ¿Con qué elementos lo desarrollaron? ¿Que utilizaron para la parte funcional y el mecanismo? 30:32

ENTREVISTADO: Arduino, todo lo que tú ves que nosotros hemos hecho, lo hemos hecho con Arduino. **Sobre todo, porque también, digamos que hay una política detrás de esto, una filosofía, donde no tiene sentido desarrollar dispositivos que la gente no pueda acceder a ellos, tienen que ser de muy bajo costo, o bien para que se produzcan en masa, o bien para que desde un hogar tengan la posibilidad de comprar los materiales y armarlo.** Entonces lo que nosotros hicimos, que es una de las partes que fortaleció todo este cuento de la robótica en Bogotá y en los colegios distritales, y es que hoy día la tecnología, el Arduino hace cuatro o cinco años, costaba ochenta mil pesos, si tú lo comprabas con todos los impuestos costaba ciento veinte mil pesos. Hoy día lo compras en diez mil pesos y pagando impuestos veinte mil, o sea la reducción tanto en sensores, como en alimentación, la capacidad de importar, te reduce los costos un montón. Y el Arduino que estamos manejando es un Arduino UNO, o sea ni siquiera es de los, tenemos varias versiones: una versión grande y una más pequeña, y que Arduino permite programarlo, desde bloques, código, y además de eso hay una opción como muy abierta en internet, donde tu consultas lo que necesites. Entonces las posibilidades son inmensas con el Arduino.

ENTREVISTADOR: ¿Cuál es la metodología que aplica el semillero para la solución de estas problemáticas?

ENTREVISTADO: Inicialmente, digamos que se ha perfeccionado con el tiempo, lo que estamos utilizando hoy, es: 1. Enfatizarnos en la identificación de un problema, lo primero que se les hace, es decirles bueno ¿Qué es un problema? ¿Dónde se obtienen problemas? ¿para qué solucionar? Entonces se utiliza la dinámica de círculos, sobre todo para los niños de sextico, entender que es un problema, ellos se asocian mucho con los problemas sociales, al comportamiento social, de conductas, y lo que hacemos es cortico. Digamos aprende a identificar un problema. Entonces ¿cómo se identifica un problema? Comienzo con el círculo más pequeño que soy yo, y comienza a agrandarlo. Entonces se les dice a ellos que entre más grande sea el círculo, pues la solución a ese problema va a ser más importante porque ese círculo grande recoge a más personas, no solo usted. Entonces el ejemplo que se hace con ellos es “Tender la cama”, para muchos niños es harto tender la cama y es un problema, y no porque a otro niño no le importe, no deja de ser un problema para ti, pero si yo lo soluciono, si tu solucionas ese problema, ¿a cuántos afecta la solución? No, a mí y a quien más, levanten la mano, dos. No, no me sirve, entonces comienzan a jugar. Lo primero que hacemos es, identificar el problema, es como la etapa más difícil. Luego de identificar el problema, tenemos cuatro pasos fundamentales: 1. La descripción e identificación del problema, que es determinar, qué características tiene, es importante solucionarlo, ese tipo de cosas. 2. Luego, hay una, planeación y una hipótesis, por donde comienzo, como lo hago, y lo voy a solucionar de

esta forma o debo tener estos resultados de tal forma. Todo es normalmente, con los más pequeños es complejo, porque digamos es un trabajo abstracto, y pues ellos van cuando tú les vendes el semillero de investigación, lo primero que ven son los robots, no. Y ellos a lo primero que van, es a jugar con robots. Entonces esto es un trabajo en paralelo, un trabajo en juego de identificar problemas y un trabajo de robótica escolar, hay unos robots que nosotros ya tenemos fabricados con módulos y lo primero que los ponemos hacer es a jugar, y luego gradualmente les vamos quitando piezas, entonces si él quiere jugar debe agregarle las piezas, o debe solucionar el problema del robot para que le funcione, y luego, cuando ellos ya aprenden a manejar más o menos la parte superficial de estos objetos teleoperados, pues ya comienzan a mirar como con este robot lo aplico a este problema que aplique, hay unos robots que bailan, otros que barren, que tienden la cama, bueno. Entonces cuando, por ejemplo, el de tender la cama, ellos dicen "voy a ponerle un motor", entonces ya comienzan a asociar, a hacer una correlación entre los mecanismos, todos los elementos que componen ese robot con el que empezó a jugar, con las posibles soluciones a ese problema que se planteó.

Y así comenzamos, a medida que van aumentando, que ellos pasan por esa etapa, sobre todos, es muy importante, quiero enfatizar en esto, **esto tienen importancia cuando tú le das la posibilidad de salir del colegio, ellos exponen sus ideas y otros se las aplauden. Entonces ya la robótica deja de ser importante y pasan a solucionar problemas, porque ven que ese espacio en el que ellos se destacan es importante porque empiezan a solucionar problemas.** Entonces se convierte, ellos entran al grupo en una aposición de VIP, en donde si "yo trabajo, yo hago, yo salgo", más o menos es la teoría con ellos. Y luego de eso, entonces ellos ya entienden lo que es la metodología y la propuesta de solución, que es donde entran las tecnologías: Impresión, Diseño, Scanner, el espacio que nosotros tenemos que se llama "Laboratorio de investigación y desarrollo", está construido como un "Maker Space" en donde ellos tienen herramientas para utilizar, entonces nosotros tenemos niños que no tienen clase, por ejemplo, y ellos quieren hacer algo, entonces se les da el material, **la única condición para que ellos puedan utilizar las máquinas, es que ellos lo hayan diseñado, que sea diseño de ellos, entonces se les da el material para que ellos impriman a cualquier hora, desde que la máquina esté desocupada, y pues hace cualquier otros curso, no hay lío, el espacio es libre para el que lo quiera utilizar, siempre y cuando esté disponible, esa es como nuestra filosofía "Maker Space".**

Después de eso viene la fabricación, el prototipado, ellos normalmente, un espacio que entra la presión para que ellos terminen sus prototipos y desarrollen sus propuestas de solución, es la "Semana Tomasina" que es como una semana de la ciencia, por día y disposición de cada una de las áreas, **nosotros tenemos un día específico, ahí en donde hacen sus muestras, y en los eventos académicos anuales, en donde hay encuentros de semilleros o donde hay, concursos de innovación, entonces ellos ya tienen su prototipo, y su exposición frente a eso, se les pone también a escribir un texto. Hicimos una implementación con Carlos, hace como dos años, en los que ellos a diario, responden cinco preguntas, y hay vamos viendo como ellos desarrollan proceso metacognitivos: ¿qué aprendieron? ¿qué hicieron? ¿cómo solucionaron?**

En términos generales, esa es la estructura que nosotros hacemos, al final esta las pruebas y la divulgación. La divulgación está en tratar de escribir un documento científico, un escrito, más que un documento científico. En el libro, digamos uno de los logros que más hemos tenido, frente a escritura y lectura, en el libro ellos aparecen como coautores, pues con unas preguntas orientadoras, pero para ellos fue muy significativo, el aparecer ahí. Ahora todos ya lo quieren hacer.

El semillero como tal, ha sido exitoso, gracias a las posibilidades de salir del colegio, asistir a eventos académicos, al contacto con pares, a las relaciones estratégicas que se tienen con las universidades, con otros grupos de investigación, eso en general, ha sido lo que nos ha permitido, estar ahí frente al proceso.

ENTREVISTADOR: En lo metodológico, podríamos afirmar, nosotros que somos egresados de la Peda, trabajamos mucho Método de Proyectos, entonces siempre están como estas cuatro fases, pero lo que usted dice frente a la identificación del problema siempre es lo más difícil de trabajar con ellos. Puedo también resaltar, cuando usted dice que con los pequeñitos ¿habla de los de 6°, 7° y 8°?

ENTREVISTADO: 6°

ENTREVISTADOR: Que empiezan en esa parte del "Hazlo tú mismo" del Maker, que empiezan como a jugar, y hacer como un reconocimiento.

El apoyo por fuera, lo que hacen con el libro, es Episteme el semillero de la Pedagógica ¿con qué otras universidades han tenido contacto para trabajar con los niños?

ENTREVISTADO: Digamos que en la Pedagógica hemos asistido a eventos, a través de este trabajo que se hacía, no me acuerdo. **Tú te acuerdas que la Secretaria de Educación tenía un programa por horas, era parecido al 40x40, un evento que incluso tenía la Pedagógica para darles cursos. Nosotros le dimos cursos a otros colegios de Impresión 3D, por ejemplo. El aliado más grande digamos fue el grupo de investigación. Pero de ahí, para allá, si hemos tenido alianzas estratégicas cortas, le tenemos con la "Red de docentes de Tecnología", estábamos iniciando una que prometía un montón con la Javeriana, pero apareció la pandemia**. Claro porque es que nosotros fuimos a exponer justamente, tal como estamos hablando, ellos estaban interesados en eso, cuando nosotros presentábamos los proyectos, decían: venga, pero los chinos no hacen esto, los de física, entonces decíamos, si pero es que ellos siguen siendo, una cuestión de que tú le puedas dar algo que le puedas quitar, suena feo, pero es cierto.

La escuela se convierte en un espacio que finalmente es interesante porque compartes contra pares, pero como está la educación, el conocimiento, la ciencia es aburrida y jarta. Pero si tú haces que

el colegio le ofrezca algo, que le pueda quitar, pues él lo va a valorar. Nosotros vamos a los eventos, hay restricciones de participación por número y por transporte, digamos que eso también ha tenido un éxito, porque hemos tenido que modificar ciertas cosas, y aportar soluciones a cosas como el transporte, si, entonces, por ejemplo, yo tengo una regla básica, de solo llevar 13 niños a un evento cuando me toca irme en Transmilenio, y llevar otro profesor. Entonces tú te podrás imaginas a hora pico, por ejemplo ahora tenemos una competencia en el Liceo Santa Bárbara, que es en la Universidad Militar, que es en la 102 con 9, entonces tenemos que irnos de aquí como a las 6:30 a.m. del portal del 20, entonces me toca meter 13 chinos, del más grande al más enanito, en un Transmilenio que va así (seña de hacinamiento), pero si no es así, no hay forma de llevarlos, no existe otra forma de llevarlos. Entonces hasta ese momento hemos tenido que hacer cosas, que nos arriesgan hasta cierto punto.

Con la Javeriana, teníamos pensado hacer un aliado estratégico, precisamente para que los niños fueran hacer talleres allá, y ellos les dieran talleres a los estudiantes, pero pues toca esperar, que pasa después de eso, tuvimos, bueno hasta cierto punto con la Sabana, cuando tenía todo ese cuento de los concursos, y ya, hasta ahí. Y pues con el IDEP, pero porque ya estamos en el grupo de los semilleros, pero pues la alianza con ellos es: producir, hacer para que nos puedan publicar. Y las alianzas que yo pueda hacer cómo líder del semillero, finalmente se obtiene algo, se busca el beneficio para los niños, y ya.

ENTREVISTADOR: ¿Con qué cuenta su Maker Space?¿cuantas impresoras tienen ahí?¿de cuales tienen? Y ¿qué otras herramientas tienen? O ¿máquinas?

ENTREVISTADO: Nosotros tenemos dos impresoras 3D, una sellada y otra abierta, una cortadora a control numérico, tenemos scanner de mano, scanner de escritorio, modificamos un kinect para convertirlo en scanner, tenemos raspberrys, tenemos alrededor de 20 a 25 Arduino, que renovamos cada año, una extrusora, una picadora industrial mini para poder reciclar material y poder imprimir, tenemos alrededor de 20 computadores portátiles, de ahí para allá, pues sensores, baterías, cargadores, y los componentes eléctricos.

ENTREVISTADOR: ¿De qué manera los productos de los procesos de investigación en el semillero se orientan a propósitos sociales/ambientales?

De esa cajita que ustedes hicieron, ¿hay algún referente donde uno pueda leer? Usted dijo que apoyo la tesis de investigación de las profesoras de Educación Especial, sabe ¿dónde quedó sistematizada esa información? ¿Cómo la aplicaron? ¿cuál fue el impacto?

ENTREVISTADO: yo te la consigo, yo no tengo a la mano la tesis, no la tengo. A la cajita la podemos llamar “Mediador Tecnológico”, y el impacto está asociado a que las líneas de investigación y las problemáticas, responden al contexto social de los niños. Entonces todos lo

proyectos, sobre todo, los de los niños grandes, los pequeños no, porque ellos están en proceso de aprendizaje, entonces cualquier cosa que quieran solucionar es válida, lo único que se hace es orientarse en el proceso. Pero ya para los grandes cuando están haciendo el proceso informativo, siempre lo que se ha hecho es, no se le da el visto bueno al proyecto, sino tiene una repercusión social y si no tiene un factor de innovación. El contexto de la discapacidad es un contexto totalmente abandonado, porque digamos que la mayoría de la discapacidad, de las políticas y desarrollos, hablamos de la persona que no habla, la persona que no escucha y la persona que no ve, pero dejamos por fuera toda la gente que tiene otro tipo de patologías, que no se puede mover, que no puede ir a la clase, que tiene una cantidad de dificultades, o que en el peor de los casos está en un hogar, porque fue abandonado por su discapacidad, entonces los procesos son totalmente diferentes. Siempre nos ubicamos entre el sordomudo o el ciego, ellos tienen todo cubierto, incluso tú ves esos proyectos de "una idea para cambiar el mundo", nosotros ya habíamos hecho el proyecto de las gafas que tú ves ahí en el libro de obstáculos aéreos, porque ese viene con una en el piso para el zapato que detecta obstáculos a nivel del piso, ese sistema ganó como 100.000 doláres, y nosotros ya lo habíamos hecho hace dos años, y obviamente atendiendo una población que hace muchísimos años está atendida. En cambio, la discapacidad que nosotros hemos tratado de atender está en otro contexto.

Tenemos otro proyecto que es generar electricidad, a través del movimiento de las articulaciones, ese si está en la Distrital y ha sido presentado varias veces, la niña ahorita está a punto de graduarse, el proyecto se llama "Producción de energía a partir del movimiento".

Nosotros tenemos un proyecto nuevo, y es el de producir nuestro propio material de impresión, a partir de pet de botellas, tapas, y el residuo que queda de las impresiones 3D, volverlo a reutilizar.

Tenemos un proyecto de investigación ya del contexto químico frente a material, textura, elasticidad, ya hemos podido crear material, no hemos podido imprimir en pet, en el plástico de las botellas no hemos podido imprimir, pero si hemos podido sacar material de tapas de gaseosa, hemos sacado metros, rollos de material, y si bien lo utilizamos para imprimir, lo utilizamos para hacer otro tipo de cosas.

Ayer pase la lista, porque lo que íbamos hacer, era intentar hacer ladrillos plásticos, y hacer materas por con un aprensa y neumática, a través de moldes en impresión 3D, pero eso lo dejamos para el año que sigue.

Frente a lo ambiental, tienes que conocer el "Maker Space", todas las sillas, la mayoría de las sillas, son canecas recicladas, tenemos una silla que es una llanta de tractor, porque parte de "Proyectos Formativos", tienen dos componentes, una ambiental y otra por la escasez de recursos, y digamos que nuestra población hay un problema económico. Ellos tienen problemas de recursos, entonces aparte de reutilizar material, era una opción para hacer este tipo de proyectos.

De las contribuciones que genera en la formación investigativa.

ENTREVISTADOR: ¿Qué aportes brinda frente a la investigación formativa el trabajo con semilleros de investigación? ¿Cuáles son los aportes de la investigación a la educación en la escuela?

ENTREVISTADO: Aunque hay una discusión muy fuerte, frente a si los niños hacen investigación, porque es que las universidades te brincan cuando haces investigación. **Pero nosotros trabajamos la investigación como metodología de aprendizaje, como metodología de enseñanza, como forma de generar productos tangibles a soluciones, y para desarrollar habilidades de pensamiento.** Entonces estamos enfocados, una, sobre todo a desarrollar habilidades de pensamiento, porque les permite ser competentes en las diferentes áreas de estudio, y dos, porque les permite a la larga, gestionar proyectos de investigación. El proyecto de investigación a la larga, desde la parte formal y estructural, se convierte en desarrollar una serie de procesos secuenciales, que tienen una estructura y un marco, entonces la habilidad de investigar se desarrolla con el tiempo: el observar, el ver detalles, el comparar, el determinar si una solución realmente tiene impacto. Nos ha pasado que el niño de decimo y once tiene que presentar el proyecto y claro, lo escribe, pero no es capaz de observar los detalles, de comparar datos, no es capaz de hacerlo. **Entonces nosotros nos enfocamos a desarrollar esas habilidades que me permitan a mi dar cuenta de un proyecto de investigación. Que me permita en el momento que tenga que hacerlo, llevarlo a cabo, porque es que la investigación no solo se tiene que dar para entregar un trabajo, la investigación se tiene que dar para solucionar problemas de la vida real, si y se hace**. Cuando la mamá de uno va a hacer mercado y se da cuenta que la papa subió por cuestiones clima, lo primero que ella hace es averiguar los precios en diferentes tiendas, para determinar donde es más barato. Lo que hace es un proceso de comparación y toma decisiones a partir de los valores que tiene, entonces esos procesos, se dan en la vida cotidiana.

Si esas habilidades están desarrolladas, hacer un proyecto final es muy fácil, porque sé que es una pregunta, sé que es comparar, sé que es medir, porque sé que, para dar una opinión objetiva, tengo que tomar datos, tengo que tomar decisiones, entonces lo que nosotros buscamos realmente es desarrollar habilidades, claro, tenemos pretextos, de generar un documento, de generar un montón de cosas. Pero lo que, si nos hemos dado cuenta, **es que la investigación, si nos ha permitido es que ellos encuentren un espacio en los que son identificados, tiene un proceso de identidad con el colegio y de autoestima, que es difícil medirlo ¿si me entiendes? es difícil dar cuenta, pero en proceso que llevamos cuatro o cinco años, es evidente ese tipo de cosas.**

Hemos desarrollado habilidades de pensamiento que nos permite dar cuenta de un proceso de investigación formado, sobre todo en los niños que tienen un proceso desde 7° y 8°, que más o menos, ven te digo, yo llevo 6 años, y he podido ver, que de proceso completo, más o menos, unos 20, 25 niños, que terminaron en once con un proyecto que es evidente, incluso en su proyecto de vida, ellos aunque tienen la posibilidad de seguir en el SENA, la posibilidad de participar en Universidad, los pone en quiero estar en una universidad, y están en la universidad. De hecho, la niña que te digo del proyecto de la articulación, ella fue "Pilo paga", hay un video en YouTube de la "Prótesis de mano controlada por señales encefalográficas", y el niño también fue "Pilo Paga" y está estudiando en la Universidad Militar.

Este camino, nos ha permitido incluso, modelar un proyecto de vida.

ENTREVISTADOR: ¿Cuál es el aporte de involucrar el enfoque investigativo y el enfoque social a los semilleros de investigación?

ENTREVISTADO: **El enfoque investigativo lleva una serie de procesos que me permiten, me facilitan y me validan habilidades de pensamiento superior. En cuanto a lo social, pues que la investigación me permite poner los problemas en contexto. Problemas que sean socialmente relevantes, y que resuelvan problemas que para ellos representan una dificultad en su contexto inmediato. Además, esto lo que me facilita a mi es que ellos tienen su aporte social, y que además es próximo a su contexto, además es que les da reconocimiento social, y eso es fundamental para el desarrollo de autoestima y desarrollo de habilidades emocionales. La parte social es muy importante, porque reciben reconocimiento social de su contexto.**

Habría que hacer una investigación sobre eso, pero mi hipótesis en la siguiente: "Cuando tú los tienes en un contexto donde la mamá y el papá es ausente, y **tú le das un reconocimiento por simple que sea, para él es importante, y entonces se convierte en el único espacio donde es reconocido", un profesor que tenga la habilidad de identificar eso y aprovecharse de eso, pone el chino a volar, sencillamente porque tiene su interés en algo.**

Tenemos niños que están definiendo su sexualidad, y llegan a este espacio porque no van a ser juzgados, se valora más allá de su decisión de género. Es un espacio donde ellos disfrutan, quizás no porque les gustan lo que hacen, es un espacio donde están seguros y se les reconoce más allá, de lo que lo reconoce el resto del colegio, que es por su inclinación sexual, por ejemplo.

Tenemos niños que ya curricularmente no están en el grupo, pero siguen asistiendo al grupo. Nuestra experiencia dio paso a que el colegio ingresara a jornada única, replicando esta experiencia en el resto del colegio con semilleros de investigación, nosotros estamos en jornada única, gracias a los semilleros de investigación y hoy día, se curricularizaron en horas casi obligatorias, no se califica, no tiene nota, pero un niño hasta grado 9°, tiene la posibilidad de ver dos horas en distintos semilleros y dos horas de un semillero transversal que es cátedra para la paz y bilingüismo. Esos espacios los puede escoger él, puede escoger Yoga, o puede escoger robótica, o hablemos de futbol o cine al Tomás. Tiene una posibilidad de cantidad de cosas que escoger inmensas, gracias a la experiencia que nosotros iniciamos.

ENTREVISTADOR: Según la experiencia de la formación investigativa en el semillero ¿Cuáles han sido los aspectos positivos, por mejorar y las recomendaciones para el trabajo con estas comunidades de aprendizaje?

ENTREVISTADO: En cuanto a los aspectos positivos es de resaltar que la formación de investigación en el semillero **se ha constituido más como un medio que como un fin, sin que este último deje de alcanzarse, en el proceso dentro del semillero , los estudiantes han adquirido habilidades en dimensiones como: la cognitiva , comunicativa y emocional**.

Además de permitir trabajar con las necesidades del contexto inmediato , orientando así el desarrollo de habilidades en pertinencia a la situación del entorno y la adquisición de conceptos transversales útiles.

Vale la pena agregar que la dinámica de la estrategia ha posibilitado " la escuela fuera de la escuela " , o sea propiciar el aprendizaje en ambientes diferentes a los que puede brindar una institución educativa, estos ambientes fuera de la escuela se caracterizan por reunir estudiantes con afinidades originando así interacción entre pares.

Se convierte en una respuesta a las prácticas arcaicas poco eficientes de la escuela tradicional donde se suele dar respuesta a preguntas que no se tienen.

Observaciones:

- Agradecimientos a los participantes.

- Hacer firmar el formato de consentimiento informado.

Nota: a partir de estas preguntas se profundizará, según lo que planteen los profesores, en uno u otro aspecto sobre el cual se requiera ampliar la información.

Entrevista semiestructurada a docentes fundadores de los Semilleros de investigación que promueven el estudio de problemáticas relacionadas con las tecnologías para la inclusión social e implementación de tecnologías emergentes.

Fecha: 04 de noviembre del 2020 Hora: 8:00 pm

Lugar (ciudad y sitio específico): Bogotá-Sincrónico a través de la aplicación Zoom

Introducción

Este instrumento hace parte de la fase cualitativa de recolección de información en el marco de desarrollo de un proceso investigativo en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en la Maestría en Educación en tecnología. La información que usted registre en esta entrevista será utilizada sólo con fines académicos. Tiene como objetivo reconocer las contribuciones que han realizado los semilleros de investigación en la escuela para la formación investigativa en tecnologías de inclusión social e implementación de tecnologías emergentes.

Tiempo estimado: 1 hora

ENTREVISTADOR: Buenas noches profesor Nelson, ¿Cómo ha estado?

ENTREVISTADO: Muy bien, bueno cuéntame.

ENTREVISTADOR: El entrevistador se presenta, contextualiza al entrevistado frente al encuentro, el objetivo del instrumento, e inicia solicitando la presentación del docente líder del semillero de investigación.

ENTREVISTADO: Nelson León, profesional de la Educación en Tecnología, que en sus comienzos se llamaría Educación Técnica, yo me formé en la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, porque por allí entre en el año 84 a estudiar una Docencia en Mecánica, algo que hoy en día suena extraño, pero era una carrera técnica docente y se llamaba Docencia en Mecánica Industrial, también la había en Electricidad y la había en Diseño, y de este salía uno escalafonado en cuarta. En el año 91, ingresé como profesor a la especialidad de Modelería, en ese momento había ocho especialidades, en lo que se llamaba el Instituto Técnico Central, y los muchachos allí cursaban la especialidad desde octavo hasta once, y en 6° y 7° se dedicaban a la rotación. Con el desarrollo tecnológico, preparar para un oficio, ya entra a verse reevaluado por el crecimiento tan importante que ha tenido el conocimiento y la aparición de nuevas tecnologías que ponen los oficios en vilo porque digamos el trabajo de un modelista se enriquece mucho desde la fabricación digital, y hoy en día también observaría rasgos de los procesos tradicionales de transformación de los materiales. Digamos que esa es como la parte preliminar.

Tengo 56 años, de esos 56 años, ya completo este año 29, en la Escuela Tecnológica como profesor de Educación en Tecnología, en el año 2010, esta modalidad de educación, que tenía la especialidad de modelería, de fundición, de mecánica, de metalistería, se fusiona para crear un énfasis en Procesos Industriales, una especialidad envolvente de Procesos Industriales, donde le

muchacho va transitando por estos cuatro procesos para tener un perfil más holístico, y así tratar de ser más pertinente a los nuevos retos que imparte este tipo de educación, que le aporta mucho al estudiante porque esa manipulación de los materiales, de las máquinas, del lenguaje del dibujo, de la expresión gráfica, favorece y le da mucho valor agregado al estudiante de bachillerato y eso se ve reflejado en su desempeño en la universidad, más allá de las ingenierías porque pues las estadísticas dicen que no es representativo el número de ingenierías a los que estos estudiantes va, pero a donde va les va muy bien.

Entonces en el año 2013, llega a nuestro trabajo, que estaba terminando yo un curso de Solid Word con un compañero de educación superior, y aparecen las máquinas de impresión 3D, en ese momento acordamos con él, oiga porque no creamos un semillero y hacemos impresoras 3D, porque vemos que hay mucha información en internet, de código abierto y fue así como conocimos la cultura Maker, toda la cultura Open Source, e inscribimos el semillero de SI3D para educación superior con estudiantes de educación superior. No sé si quieres hacer una, reorientar el diálogo o sigo porque seguimos con el semillero propiamente de bachillerato.

Del proceso de construcción del semillero de investigación escolar

ENTREVISTADOR: si, de ahí sigue la otra pregunta ¿De dónde surge la idea de llevar a cabo o constituir un semillero de investigación en la institución educativa? Entonces surge de la adquisición de las impresoras 3D y al tener estos nuevos artefactos, se da la idea con su compañero de proponer el semillero de investigación, ¿sí?

ENTREVISTADO: exacto, entonces nosotros hicimos una inversión personal, cada uno puso un millón de pesos, compramos a un desarrollador, exalumno, por cierto, le compramos un desarrollo que él estaba haciendo, de una máquina de impresión 3D. por estos días y hoy en día más, es muy fácil armar una impresora 3D, esta toda la información en internet, los listados, los proveedores, el paso a paso, cómo se arma, en sus componentes mecánicos, en sus componentes eléctricos, en sus componentes de programación, que son las tres tecnologías que se involucran en una impresora 3D, además del diseño, no. Tenemos diseño, mecánica, electrónica y programación de sistemas.

Entonces nosotros inscribimos el semillero y armamos una impresora 3D, seguimos en internet el paso a paso para armar esta impresora, en ese camino conocimos a los que se llaman Makers, que son los Makers, los Makers surgen, son derivados de la revista de mecánica popular, donde enseñaban a hacer cosas, le enseñaba, haga usted sus herramientas, haga usted sus utensilios, todo lo que usted necesite, usted lo puede hacer y aquí le vamos a explicar cómo, y luego apareció una revista que se llamaba "Hágalo usted mismo" en esa revista como que trata de aterrizar esa cultura Maker, que ese es el espíritu, haga usted mismo sus propias máquinas, haga usted mismo sus propias herramientas, y trabaje con el código abierto, es decir, nada de patentes, comparta la información, de hecho, Obijuan, que era a quien seguíamos, un español, líder en el tema de como armar un impresora 2D, una prusa i2, una prusa i3, a quién seguíamos en ese año 2013, él decía: "yo con gusto, entrego

toda esta información a internet, a cambio que ustedes la propaguen, yo con gusto les voy a imprimir las piezas, a condición que ustedes le impriman a otros necesiten". Entonces había gente que ya había hecho su impresora y que le podía imprimir las partes. La impresora 3D, se la inventó un profesor de matemáticas y él partió del triángulo como la estructura más estable y más simple para armar una impresora, y este profesor de matemáticas aseguraba los rodamientos con amarres de nylon y a la luz de la ingeniería, eso es un exabrupto, o sea no se concebía como un rodamiento, que no fuera con un alojamiento hecho por mecanizado, se pudiera alojar y sustentar para darle movilidad a uno de los ejes de la impresora 3D. lo cierto es, que las máquinas de impresión 3D, sus orígenes funcionaban así como amarres de nylon y fueron las pioneras, de ese triángulo pasamos de la prusa, hay si apareció Joseph Prusa por allá, en Rusia, en Oriente, aparece Josep Prusa, y establece la O como una estructura base para armar una impresora 3D y muchas de esas aún hoy se mantienen cierto.

Entonces armamos la primera impresora 3D y vinieron los Maker, nos cambiaron el chasis, nos dijeron ese chasis es muy inestable, nos mostraron sus debilidades, nos vendieron un chasis, que ellos habían, en ese proceso evolutivo de pasar el triángulo a pasar a la prusa que era la O, nos vendieron una estructura en triángulo con varilla roscadas y tuercas, y armamos nosotros la primera impresora 3D, al ver la institución el éxito de este proceso, pasamos un proyecto para armar tres impresoras más y entonces ahí conseguíamos a uno de los proveedor, a uno de los Maker que nos ayudó a vendernos a través de él, que era una institución del Estado y cotizar con el estado, licitar con el Estado no es fácil si usted no tiene una imagen corporativa, un capital de respaldo. Entonces logramos conseguir los insumos para armar dos impresoras pequeñas y una grande, las impresoras pequeñas eran prusas i3 y la grande era una Lulzbot, que ya tenía un chasis hecho en perfil, más robusta, de mayor formato y logramos armarlas en el semillero.

Entonces ya teníamos como una experiencia que nos daba credibilidad ante las directivas, y ellos nos permitió avanzar a un tema, que no nos fue muy bien, la verdad sea dicha, no nos fue muy bien, con el tema de, a raíz de una, de uno de los videos de un africano que con la chatarra, que como los países desarrollados, algunos van y arrojan la basura electrónica por allá en África, entonces un africano cogió esta chatarra, una CPU y armó una impresora 3D, nos surgió la idea, "Oiga porque no hacerlo" replicábamos esa idea de crear una impresora con basura electrónica, y en ese momento creé yo el semillero en bachillerato, yo estaba con ingeniero de la noche trabajando en el semillero SI3D, y **en bachillerato el 12 de noviembre del año 2014, creamos con unos estudiantes, a los cuales motive y les mostré las bondades de la primera impresora 3D, y ellos las vieron trabajando, y vieron las tres que habíamos armado después, y se motivaron, creo que eran seis estudiantes de 10° y 11° con los que empezamos e iniciamos a hacer una campaña de recolección de basura electrónica.**

Antes de seguir avanzando el tema de los semilleros en bachillerato, no lo podíamos inscribir, porque pues no hay, la Escuela Tecnológica, digamos que, como le dijera yo, es una simbiosis muy singular como la Universidad Nacional tiene su colegio de bachillerato. **Pero allí en el Técnico hay como mayor cercanía porque los profes de bachillerato, enseñan en Educación Superior, entonces hay mayor conectividad. Entonces nosotros inscribimos al grupo de la noche, el semillero de la mañana, entendiendo de que era un semillero de investigación**

porque si nosotros vamos a mirar que se puede hacer con grupo de bachillerato que no tenga grupos de investigación, que de hecho no los puede crear porque COLCIENCIAS esa parte es cerrada a esas posibilidades, ellos conciben es los clubes de ciencia. Entonces los clubes de ciencia tienen un presupuesto de quinientos mil pesos en ese momento, no se ahorita cuanto será, nosotros decíamos: "Oiga, pero como estamos podemos acceder a mayor recursos", de hecho, nos dieron recursos para adquirir un dron de dos millones de pesos, y entonces pues quinientos mil pesos, no nos sonaba la idea de irnos por el lado de clubes de ciencia u no llamarnos semillero de investigación, sino clubes de ciencia en fabricación digital. Entonces nos adherimos a un grupo de investigación GIRA, que quiere decir Grupo de Investigación en Robótica y Automatización, a ese grupo nos adherimos como semillero, entonces habían como tres o cuatro semilleros de investigación adheridos a este grupo, y nos reuníamos los viernes en la tarde, de 2 a 4 pm, nos reuníamos con los muchachos, impulsábamos la campaña de reciclar impresoras, desarmábamos la impresoras, mirábamos que nos servía, que no nos servía, que podía servir para otro tipo de proyectos, pero digamos que el proceso fue más lento, que cuando estábamos armando las impresoras arrancando de cero, y con materiales hechos especialmente para armar una impresora y no tratando de hacer adaptación, y porque no funcionó la idea mucho, aunque la logramos armar y la logramos llevar Expo ciencia, Expo tecnología la que organiza ACAB, ACAB si nos abrió la puerta para ir y mostrar esto, curiosamente en ese momento creo que se unieron, pero ACAB y COLCIENCIAS , eran dos cosas distintas, y **con ACAB pudimos ir a Expo ciencia-Expo tecnología y mostrar allí la impresora 3D, y luego volvimos a mostrar el dron y es un espacio muy interesante porque pudimos interactuar con otro semilleros. De hecho, tuvimos la oportunidad de ir a competir a los Andes, allá quedamos, después de la impresora hicimos un robot jardinero y un robot mayordomo, y que era esto, pues era un carrito controlado por cámara, a distancia, no teníamos las cámaras entonces subordinábamos un celular a otro a una Tablet, y en el celular, lo montamos en el carrito y a través de unas bombas, teníamos dos: una agua que era supuestamente nutriente, y otro tanque que era agua. Teníamos que hacer un recorrido en un laberinto en un tiempo limitado, y hacer funciones de, según el color de la matera, si era verdad echarle agua, si era naranja, quería decir que la mata estaba seca, faltaba de alimento**, entonces se le aplicaba nutriente. Entonces fue un reto muy interesante, en el cual quedamos de segundos, y así también tuvimos la posibilidad de ir a Runibot, los muchachos iban saliendo porque ellos llegaban a once, había muchachos de octavo, de noveno, de décimo. El año pasado llegamos a tener 22 muchachos, porque se cruzó esto con el servicio social, por la singularidad del técnico se vio que se podía hacer un soporte por el contacto que tenían los muchachos con otras instituciones en los eventos, se podía validar eso como trabajo social.

Del estudio de las problemáticas propuestas en el semillero de investigación escolar

ENTREVISTADOR: Listo profe, hay donde usted empieza a contar sobre las construcciones, va como la segunda parte, y se conforman los semilleros por una necesidad de construcción, de apropiarse la cultura Maker y llegar como a ese asesoramiento, cuando se trabajan como semilleros de investigación, lo que he observado, es que parten también de alguna problemáticas, entonces

ustedes van a responder como a unas necesidades específicas, entonces la segunda parte es indagar sobre ¿Qué tipo de problemáticas se abordan en el semillero de investigación? Usted me dice llegamos a un robot jardinero, a una aplicación del dron, que de pronto lo que yo leía de lo que sistematizo el profe Oscar Sanabria, el dron es uno como de los elementos que más me llama la atención, por lo que querían o lo que intentaban hacer era detectar o reconocer cuando había incendios forestales. Entonces yo quería que me ampliara un poco frente a como surgen las problemáticas, más allá del proyecto factico, de la construcción, es ¿cómo abordan esas problemáticas con los estudiantes? ¿cuál es la metodología que aplica el semillero para la solución de estas problemáticas? Normalmente en tecnología manejamos método de proyectos, pero quisiera saber que metodología ustedes abordan para reconocer o identificar un problema, el proceso de planeación, de construcción, de implementación, y ¿de qué manera los productos de los procesos de investigación en el semillero se orientan a propósitos sociales/ambientales? Si es posible que lleguen a ese campo.

ENTREVISTADO: bueno, por su origen en el cual yo estaba en dos semilleros al tiempo, uno de la noche y uno de bachillerato, uno de educación superior y uno de bachillerato, **se daban momentos en los cuales los estudiantes de educación superior me asesoraban a los de bachillerato. El tema del dron eso fue muy marcado, de un exalumno que fue un pionero, ahorita está con ejército, ayudándole a hacer una aplicación, pero él fue un pionero en el tema de los drones y él no tuvo inconveniente de venir en las tardes a ayudarme a entrenar a los chicos de bachillerato**.

¿Cuál era la metodología? Digamos que uno como director o como coordinador del semillero, uno daba como unos lineamientos de tratar de reunir a los muchachos y tratar de hacer el control de la asistencia, pero eran ellos los que marcaban el ritmo, y eran ellos los que decían bueno, ¿Cómo vamos a buscar la información? Cuando surge este concurso de la "Detención temprana de conatos de incendio en los cerros de Bogotá" porque habían habido unos incendios, de los cuales un día en el Técnico tuvimos que evacuar a los muchachos a las once de la mañana, porque la cantidad de humo que había en la institución era bastante alta. Entonces fruto de esos incendios forestales de los cerros de Bogotá, la Universidad Distrital saca ese, con la Aero civil, creo que fue, saca ese concurso con el ingeniero Cabulla, que es un, que en este camino tendrás que conocer al ingeniero Cabulla, porque es un personaje bastante inquieto, de la investigación, del tema de hacer Satélites para mandar al espacio, está también en ese proyecto, y entonces surgió este proyecto de hacer una patrulla robot, en la cual, nosotros planteábamos en el estudio, porque era una propuesta muy teórica. Era plantear una patrulla de drones, considerando que el dron tiene una autonomía de vuelo de 20 minutos, era ubicar según el mapa de los cerros de Bogotá, ubicar una serie de sensores de temperatura, que dispararan una señal, de incremento de la temperatura, para mandar unos drones de inspección que se pudieran ir relevando para tener cobertura de los cerros de Bogotá, o de dónde se necesitara, pero esa coordinación entre los sensores, la patrulla de drones, y el cuerpo de bomberos, era el meollo de la propuesta que se hizo, y que pues fue reconocida en este evento, y hubo otra serie de propuestas también interesantes, de tener drones en ciertas partes claves de los

bosques para tener una reacción inmediata y co ayudar el trabajo de los bomberos o de los grupos de rescate de la Defensa Civil para atender estas situaciones.

ENTEVISTADOR: ok, profe, ya me aclara un poquito más frente a la metodología de trabajo del semillero, quisiera saber, bueno, cuando se crean los semilleros de investigación, se trabaja una parte de la formación investigativa, es buscar como intereses y las motivaciones de los estudiantes, en ese orden de ideas ¿Qué buscaban los estudiantes o que proponían en ese tipo de problemáticas? Decían profe trabajamos esto, ¿Por qué se movilizaban ellos?

ENTREVISTADO: **se movilizaban por eventos, o por curiosidades que ellos tenían, era un trabajo deductivo, donde yo no era el docente que decía que había que hacer, como había que hacer, yo sencillamente era el apoyo logístico**, de abrirle la puerta de laboratorio, de facilitarles los componentes mecánicos, electrónicos, tener acceso a las salas de diseño para manejar un software o hace consulta en internet. **Entonces el muchacho se enfrentaba a dos cosas, a tomar decisiones de una forma muy autónoma, a contar con un exalumno que nos ha venido colaborando de una forma muy filantrópica porque es el gomoso de estos cuentos y el gustoso va, es un estudiante que fue del semillero, tuvo un trabajo fuerte en el semillero cuando estuvimos en los Andes en esta competencia del robot jardinero y del robot mayordomo, y él ahora nos colabora, y él lidera en cierta medida lidera el grupo, y acuerda con el grupo,** en un momento dado queríamos hacer un Arpa Laser, queríamos hacer, trabajar un Cañón de Gauss, queríamos trabajar, el último proyecto que estábamos trabajando este años, que por la cuarentena quedó ahí congelado, fue un robot laberinto, cierto, tenemos unos estudiantes de sistemas que estaban haciendo todas las situaciones de decisión, del robot frente a encontrarse con una pared o al encontrarse con una posibilidad de desplazamiento, o como moverse en un laberinto a través de una cámara que el mismo robot elevara sobre el laberinto para levantar un plano. **Entonces los muchachos entran en un trabajo colaborativo, en un aprendizaje entre iguales, y tienen mucha autonomía porque ellos son los que marcan el ritmo**. Eso tiene muchas cosas de bueno y muchas cosas de malo, cuando hay un buen líder, se ve el trabajo, cuando no hay un buen líder, el trabajo se empantana, puede haber sesiones en que usted diga, pero no avanzamos nada, pero son situaciones que el muchacho después de haber sucedido, valida, replantea y reflexiona, cierto. Ahora **cuando les dijimos a los muchachos que eso valía como trabajo social, pues muchos llegaron allí a escampar, pero no en verdad, a hacer un trabajo serio. Entonces ahí fue cuando dijimos, no como que la embarramos, porque allí no hay estímulos, el estímulo para el muchacho era ir a un evento y sentirse retado a competir y sentirse en competencia con otras instituciones y poder ver el trabajo de otros**, y así mismo, por ejemplo, una vez fuimos a Facativa a un evento que hizo el ejército, allí llevamos un seguidor de línea, un carrito seguidor de línea, que bueno, en esa nos fue mal porque el carro, en el primer envión, salió de competencia, pero bueno los muchachos tuvieron la posibilidad de ir hasta allá y conocer una competencia de drones de velocidad que hicieron una demostración en el ejército, que fue bien interesante.

Ahora con el tema del dron, pasamos la solicitud a la institución y nos dieron los recursos, pudimos armar el dron y terminamos con tres drones, en el camino empezamos haciendo uno de madera, luego nos regalaron un chasis, luego nos regalaron otro chasis, y conseguimos más motores, los

controles, las hélices que se dañaban, que se cayeron, fue una experiencia bien interesante esta de los drones que trabajamos también. O sea que, desde el 2014 a hoy, el balance es bien interesante en cuanto a eventos y en tanto a proyectos que se han desarrollado en el semillero, y que los muchachos se sienten muy contentos de haber sido parte de ese semillero.

ENTREVISTADOR: ok profe, bueno, dentro del proceso que están haciendo con los estudiantes donde se mueven por la motivación, pero se movían más por una motivación de construcción y de retos en presentación de eventos. ¿Usted me puede contextualizar si hubo algún propósito social/ambiental, algún problema que ellos quisieran abordar aparte, pues de la parte forestal que se abrió por concurso en la Universidad Distrital, donde ellos pudieran fortalecer y acercarse como a ese desarrollo social?

ENTREVISTADO: el tema del reciclado fue interesante porque veíamos como una impresora se dio de baja, por un resortico, por un tornillito, porque se descalibró, de cien partes, una se descalibró en una impresora y por eso sencillamente la daban de baja, entonces esa experiencia del reciclado también nos dio, como reciclar basura electrónica no es fácil, si entiende uno porque van y a botan allá en África, porque los elementos están tan entremezclados, que toca ya procesos muy específicos, para poder sacar el oro, para poder el cobre, para poder separar todos los componentes metálicos que puedan haber dentro de una impresora. Hicimos una campaña interesante a nivel institucional, en la cual, los muchachos, hoy en día, por ejemplo, existe en la institución una canasta para reciclar y recoger esa basura electrónica, que tiene un desarrollo tecnológico bien importante pero que como basura también es un contaminante muy alto, no, por los plásticos tan específicos que se usan en ella.

ENTREVISTADOR: Si cuando uno estudia esta parte de Tecnologías en Inclusión Social, eso atiene como a los movimientos base de Tecnologías Alternativas que es lo que nos está haciendo un llamado el día de hoy, frente a los procesos ambientales y volver a esa reconstrucción.

De las contribuciones que genera en la formación investigativa.

ENTREVISTADOR: Profe en la última parte de esta entrevista, de las contribuciones que generan los semilleros de investigación y la formación investigativa en un contexto educativo ¿Qué aportes brinda frente a la investigación formativa el trabajo con semilleros de investigación?

ENTREVISTADO: hay algo en que se insiste hoy en día en la formación por competencias y es la filosofía de los Fab Lab, mire que detrás de este semillero se creó el Fab Lab. El Fab Lab es una propuesta que se genera a partir del semillero, una vez conocimos estas bondades de la impresora 3D, veíamos que, por esa misma tecnología, podíamos hacer una máquina de corte láser, hacer una rutiadora o fresadora CNC, y podíamos hacer un Scanner. De hecho los Maker también dio origen a un MeetUp, no sé si conozca los MeetUp, yo tuve un MeetUp que se creó en torno al modelado e impresión 3D, en ese MeetUp, duramos como dos años trabajando y allí iban estudiantes del

semillero a colaborar y allí nos encontrábamos los Maker, bueno yo no era Maker, pero los Maker se encontraban, yo los convocaba y se colocaba una agenda de una hora y media, dos horas, en el cual cada uno presentaba un proyecto un desarrollo, o compartía sus trabajos, su empresa y fue un trabajo bien interesante porque nos reunimos en la Universidad Antonio Nariño, allá arriba de la circunvalar, nos reunimos en Gran Estación, nos reunimos en estos puntos donde quedo el MinTIC, los kioscos digitales, en Señal Colombia, en el Instituto Técnico Central, en la Universidad Pedagógica, allá también hicimos un encuentro bien interesante donde tuvimos una serie de charlas y una exposición, en la concha acústica tuvimos una exposición donde la gente pudo ir a ver las impresoras 3D, pudo ver los drones, pudo ver el scanner, fue un trabajo muy interesante porque esto era, al gratín, ni se cobrara por la entrada, ni el conferencista, ni me cobraban a mí, ni yo les cobraba. Era un trabajo bien interesante el que se hacía en los MeetUp, el MeetUp de Modelado e Impresión 3D, y este MeetUp lo reemplazo el WhatsApp porque este tiene una interactividad de 24/7, usted viera los desarrollos que se encuentran en 3D Printed y CNC, y es impresionante la colaboración que hay, es impresionante el trabajo que tienen. Hacen subastas, cualquier novato puede entrar, empezaron a haciendo impresoras 3D, luego que vamos hacer una láser, luego que vamos hacer una fresadora CNC, luego que vamos hacer el scanner, el desarrollo fue interesante y la experiencia a través del MeetUp, es conocer os Maker y sus empresas, que también le sirvieron al semillero porque pudimos ir a interactuar. El semillero era el punto de encuentro o el pretexto para ir a conocer los Maker, que los Makers fueran al semillero, para ir a eventos de los Maker, para ir a competencias que organizara Bogotá Robótica a través de la Universidad Distrital, de la Aero Civil, el ingeniero Cabuya, hace un enriquecimiento bien importante este semillero, que ya cumpliría hoy 6 años. Pero este año estamos congelados como osos invernando.

ENTREVISTADOR: Para resumir, uno de los aportes de la formación investigativa a los semilleros de investigación es el trabajo colaborativo en red, si, ¿básicamente es eso?

ENTREVISTADO: trabajo colaborativo, aprendizaje entre iguales, y aprender haciendo.

ENTREVISTADOR: y aprender haciendo, que esa es como la dinámica de los Maker.

ENTREVISTADO: si, a los muchachos uno no puede ponerlos, a bueno, vamos hacer un estudio de donde viene para donde va, que aplicaciones hay, no, vamos hacer un dron que vuele por los cerros de Bogotá y que cualidades debe tener, que sensores debe tener, etc. Qué tipo de cámara, por ejemplo, que el tipo de cámara debe ser una cámara térmica, a bueno listo, ya sabemos.

ENTREVISTADOR: ¿Cuál es el aporte de involucrar el enfoque investigativo y el enfoque social a los semilleros de investigación? ¿Cómo lo podríamos trabajar en esos semilleros de investigación?

ENTREVISTADO: **Fundamental porque mira que a raíz de este trasegar del semillero surgió hablando de la basura electrónica, encontramos como el tema de la campaña esa que arranco en Australia de "Basura Cero", entonces creamos una campaña "Basura Cero EEITC" y la idea de esta campaña era revisar que basura estamos produciendo y como reducirla, y una**

vez producida como la podemos reciclar. Entonces con los chicos que yo tenía en clase, en un momento dado redundó en el semillero, aunque no se trabajó en forma, pero si está caminando el cómo reciclar los empaques de tetrapak, que tiene cuatro materiales bien interesantes que los hemos triturado y mezclado con yeso y con cemento para hacer una propuesta ecológica de hacer cielo raso para hacer adoquines. Los cielo rasos lo echamos a un 15% a un 20% y podemos hacer una mezcla, con una cualidad bien interesante, que el diseño es personalizado, porque nosotros lo hacemos utilizando el láser, para hacer una plantilla por ejemplo el logotipo de una empresa, nos apoyamos en el termo formado para darle un cubrimiento plástico y evitar que se vaya a pegar y se vaya a destruir, y sacar un cielo razo que tendría un componente ecológico bien interesante y podría vender esta idea a las comunidades para generar una idea en el negocio de los cielo rasos, sobre paredes y fachadas de un material que va a durar mucho tiempo, aunque falta hacerle unos estudios para mirar cuanto tiempo es que va a durar. Y hacer producción a escala, no en impresión 3D que es una producción personalizada, y eso es lo que le da un alto valor agregado, haciendo adoquines. Para enseñarla a la gente que se puede hacer con el reciclado, que el reciclado es plata no es basura. Entonces ese es el trabajo que tenemos a futuro y llevarlo a la impresión 3D. ¿Cómo puedo yo hacer una impresora 3D para trabajar con plástico reciclado? Y hacer mobiliario para parques y hacer mobiliario para fachadas, ese es el reto que estamos proyectando para este futuro cercano.

ENTREVISTADOR: bueno, ¿este proyecto surge de la investigación que realiza los docentes o surge de la investigación también que han dado los estudiantes? porque percibo que por su amplio conocimiento usted puede proyectar diferentes alcances en los desarrollos

ENTREVISTADO: Ambos, es decir, esto no es idea mía, si no es un trabajo que se construyó con los chicos, o sea, con los chicos yo los pongo a recoger, después del descanso tienen que llegar aquí con un empaque de Tetrapack, vamos a leer que es ese jugo, si es un jugo, o es una bebida rica en conservantes y realzantes, que tan beneficioso es para la salud. Nos hemos dado una reflexión en cuanto hemos deteriorado nuestra salud por el ingreso de toda esta comida de paquete, cuanto le hace daño esa comida al organismo y cuánto daño le hace ese empaque al planeta, y sobre todo cuando va a dar al piso porque cuando ese empaque va a dar el vertedero, digamos que no hay problema, entre comillas, pero cuando esa basura va a dar al piso, va a dar a las alcantarillas, va a dar las canales, va a dar a los ríos. Y los muchachos tienen que ver, las islas del océano que hay del tamaño de Francia y como esta basura, esta acabando con mucha flora y con mucha fauna.

ENTREVISTADOR: Profe ¿este año se ha podido ver con el semillero? ¿han hecho algún tipo de encuentro virtual por la cuarentena?

ENTREVISTADO: El trabajo que le colocan a los muchachos, no permite que tengan tiempo.

ENTREVISTADOR: revisando el proceso, había algo en la parte documental, donde estaban algunos proyectos, me surge una última inquietud ¿Con las impresoras 3D llegaron a modelar a construir algo específico para aplicar en algún contexto?

ENTREVISTADO: Se han generado unos desarrollos, unas mejoras para hacer digamos el chasis de otra impresora 3D, cortado todo a láser, para armar una prusa i3 mejorada, de un formato un poco más grande y ya se le pude poner la publicidad que uno considere, el nombre de uno o de una

empresa o el nombre de la institución, pero ya son mejoras. Y el tema del reciclado de la basura electrónica para hacer impresoras 3D, pues eso si fue una patada en el estómago, porque en verdad, concluimos que era mejor hacerla nueva, que ponernos a reciclar, porque el tiempo que gastábamos era tenaz y los chinos se dispersaban muy fácilmente.

ENTREVISTADOR: y en el proceso de la transformación del material ¿no? Porque como no se tiene en específico, debe pasar por un proceso de transformación para que convierta en materia prima para la construcción.

ENTREVISTADO: claro, claro, porque estábamos trabajando a mano y hay que garantizar el paralelismo, en el chasis de una CPU, y los chicos por 1 mm que se moviera el taladro, esos carros ya no subían ni bajaban. Entonces eso fue traumático, esa parte.

ENTREVISTADOR: ¿Profe los chicos llegaron a escribir algo de su experiencia, llegaron a sistematizar? O ¿solo al nivel de producción?

ENTREVISTADO: si, del robot jardinero hay un artículo en la revista "Letras Conciencia Tecnológica" de la escuela. Sí, yo tengo esa revista. Bueno es esta, voy a buscarte, creo que tengo el número de la revista para que le hagas la trazabilidad y la ubiques.

ENTREVISTADOR: Si, a ver si se encuentra de manera digital, para poder tenerla para la documentación.

Listo profe, entonces quedo atenta a esa información. muchas gracias por su tiempo, ya lo dejo descansar, y que tenga muy buen fin de semana.

Observaciones:

- Agradecimientos a los participantes.

- Hacer firmar el formato de consentimiento informado.

Nota: a partir de estas preguntas se profundizará, según lo que planteen los profesores, en uno u otro aspecto sobre el cual se requiera ampliar la información.

Anexo 4. Matrices de análisis.

Categoría principal	Categoría subsidiarias	Categorías emergentes	Semillero escolar de investigación "Incluteceoh" Docente 1
Semilleros de investigación	Formación investigativa	Contribuciones a la educación tradicional	**De la información documental:** Este proyecto, además, desarrollaría en los **participantes habilidades para explorar hechos, analizar problemas, recolectar información y utilizar métodos de análisis; mejoraría su expresión oral y les enseñaría a utilizar adecuadamente las herramientas tecnológicas y a evaluar los resultados**. Por otra parte, **potenciaría la proyección académica de los estudiantes y abriría las posibilidades de emprendimiento para generar oportunidades de estudio y de trabajo**. En cuanto a los docentes de la institución, **fomentaría su participación en el desarrollo de proyectos ya que las alternativas de solución requieren del apoyo de diversos campos del conocimiento,** es decir, necesitan el aporte de las distintas áreas a las que pertenecen otros docentes. (Bernal, et al, 2019, p. 120). El semillero propone **integrar tecnología e inclusión para la construcción de proyectos útiles para la población con discapacidad valiéndose de las TIC y de los recursos tecnológicos** (Bernal, et al, 2019, p, 121). El semillero Incluteceoh **ha despertado en los estudiantes participantes el interés por continuar su formación académica.** Además, los ha incitado a crear proyectos y a participar en diversas convocatorias a nivel nacional e internacional tanto para presentarlos e intercambiar ideas, estrategias y recolectar información, como para mejorar sus propias ideas, los materiales y los recursos necesarios para desarrollarlos (Bernal, et al, 2019, p, 123). **De la entrevista: La articulación entre otras disciplinas**, porque mira que esto es algo que no me ha tocado a mí sola, efectivamente, yo he pedido apoyo de muchos otros profes, **para potenciar el trabajo con los chicos, entonces ellos se han dado, que por ejemplo para este desarrollo de proyectos, se necesita de trabajo en equipo, de otras disciplinas, ellos se han motivado también a quizás cambiar un poco el concepto de investigación, a que ellos se motiven a hacer proyectos**. A mí me gusta mucho el término, de decir que sean **prosumidores, y no solo consumidores.** Que efectivamente, ellos hagan parte del cambio, de proponer alternativas de solución para su país. **Ellos se potencien como en tres habilidades: en la parte del ser, porque efectivamente ellos se ponen en el papel del otro**, ellos reconocen el valor del maestro, el trabajo entre pares; **en la parte del saber, efectivamente, ellos aprenden de recursos tecnológicos,** porque para hacer el proyecto, hay muchas cosas que no vemos en la clase, pero que lo podemos aportar en el espacio de investigación, van aprendiendo muchas cosas, que quizás no nos quedamos ahí en el aula, o en el contenido, sino más allá. **Y en el hacer porque ellos crean recursos, materiales, software, hardware**, bueno, depende, eso depende también del recurso que quieran diseñar, entonces digamos que también estamos potenciando esa parte, y algo que me parece importantísimo, es que muchas veces uno le preguntaba a los chicos ¿Qué quieres hacer cuando termines el colegio?
	Investigación formativa	Metodologías.	**De la información documental:** Los proyectos del semillero Incluteceoh se trabajan bajo la **metodología de la investigación-acción participativa,** así los posibles beneficiados participan desde la identificación de la problemática hasta la implementación de la solución. Se trabaja en las siguientes fases: **Fase de análisis**. En esta se identifican la problemática y la población a beneficiar. Los estudiantes deben consultar fuentes teóricas y documentos sobre las necesidades particulares de la persona que van a ayudar. Aprenden entonces a identificar problemas, los diferentes tipos de discapacidad y sus requerimientos específicos para, con la información pertinente, ayudar a lo estudiantes beneficiarios. • **Fase de planeación.** Lo primero es fundamentar teóricamente el proyecto, identificar los antecedentes, definir los materiales y los recursos necesarios para su construcción y establecer un cronograma de trabajo para cumplir con los objetivos específicos. En esta fase se definen las temáticas y se identifican las áreas del conocimiento involucradas en el proyecto. Los estudiantes adquieren así diversos saberes y la habilidad de organizar proyectos integrando tareas y las fechas de cumplimiento. • **Fase de ejecución.** La construcción del proyecto depende de la solución que se propone, ya sea un software, un hardware o material didáctico. En esta fase los estudiantes aprenden, entonces, acerca de diversas tecnologías de software y hardware para desarrollar su propuesta e integrar, cuando sea necesario, el apoyo de otros docentes. •**Fase de evaluación.** En esta fase se implementa la alternativa de solución en la población seleccionada; además, se evalúa su funcionamiento para hacer posibles ajustes. Los estudiantes aprenden técnicas de recolección de información y de análisis de datos para identificar los aspectos a mejorar en sus proyectos y para evaluar el beneficio en los estudiantes seleccionados. (Bernal, et al, 2019, p, 122). **De la entrevista:** Para la solución de problemas nosotros trabajamos pues varias cosas. Uno pues efectivamente es **Investigación Acción Participación**, porque pues todos están ahí participando, tanto a las personas que queremos beneficiar, como los chicos que son los que están como haciendo el rol de investigadores allí, para identificar esas problemáticas, y además de ello, **lo combiné, lo potencio, a través del Diseño Universal, entonces yo trabajo los cuatro momentos pedagógicos del DUA:** El indagar, es cuando se identifica la problemática y el contexto. Se reconoce el contexto. Nos vamos a Proyectar, ese segundo momento los niños plantean un proyecto, un prototipo, un software, un hardware, un material didáctico, porque eso depende, nosotros pensamos en soluciones digitales o análogas. Luego nos vamos a vivir la experiencia, y es cuando, ya con el proyecto desarrollado, trabajamos con el curso a ver cómo nos va, y finalmente valorar el proceso para identificar que ajustes se tienen que hacer, tanto preguntando la profe como a los estudiantes, y bueno todas las personas que están participando como tal la propuesta que se desarrolle.
	Semilleros escolares de investigación	Generación de conocimiento.	**De la información documental:** **De la entrevista: "no es crear solo para guardar en un stand y mostrar, sino que yo creo es crear para que le sirva a una persona, eso es lo importante.** Efectivamente yo estoy enfocando la parte investigativa porque tengo que consultar autores, la parte tecnológica, la parte digamos de antecedentes, de desarrollo. Los estudiantes desarrolla su proyecto de vida a partir de la experiencia en el semillero, logrando ingresar a la universidad a realizar pregrados similares a lo que veían en la experinecia del colegio."
Tecnologías para la inclusión social	Tecnologías Apropiadas (análisis de contexto y adaptar en contexto	Problemáticas de estudio: sociales/ambientales.	No se relacionan.
	Tecnologías Alternativas (aproximación al cuidado del medio ambiente).		**De la información documental:** Por otra parte, dado que algunos proyectos requieren material físico, **se han recolectado los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos para reutilizarlos; así, la comunidad educativa del Enrique Olaya Herrera se ha movilizado a favor del cuidado del medio ambiente** para el adecuado uso de dichos recursos.(Bernal, et al, 2019, p, 123). **De la entrevista:** "Y pues la parte ambiental, nosotros trabajamos todo el diseño de los materiales que se usan para su construcción, efectivamente que sean amigables con el medio ambiente, que no contaminen, que efectivamente se puedan reutilizar."
	Tecnologías Sociales (trabajo en red, las soluciones vienen en diálogo con la comunidad, o con el grupo, las problemáticas son establecidas o vienen del reconocimiento de la comunidad)		**De la información documental: Se logró despertar el interés y motivar a los estudiantes de grados 10º y 11º para promover el semillero Incluteceoh para apoyar a personas con discapacidad a través de la integración de la tecnología para la inclusión. (Bernal, et al, 2019, p, 124).** **De la entrevista:** "Nosotros trabajamos mucho, el reconocimiento a la diversidad, el querer apoyar como este proceso, y efectivamente reconocer las problemáticas de nuestros contextos, a partir de la indagación. Si ellos como que empiezan a conocer los contextos, a conocer las realidades, y ahí es donde ellos empiezan a identificar esas problemáticas, realmente los problemas no están construidos. Y eso es lo que yo le digo a los chicos, no llegue ya a proponer, ésta es la solución, si no que busque el problema, y ahí a partir del problema, proponemos unas alternativas de solución, **y esas problemáticas o necesidades las identificamos viviendo, conviviendo con la comunidad, entonces nosotros vamos a los grados de Primaria, eso es lo que hacemos, que los chicos se pongan en los zapatos del otro, y ellos vayan allá le pregunten a los profes, a los niños, para que ellos empiecen a identificar la realidad.** Y además nos hemos apoyado muchísimo con las profes de apoyo de Psicopedagogía, que tenemos en el colegio. **Ellos empiezan a observar a ver que ven**, las profes les van diciendo y efectivamente no sólo para esos dos o tres niños que quieran apoyar, porque la idea es que sea para todo el curso. **Entonces ellos se sientan como observadores y por supuesto participan, les ayudan a los niños a hacer las tareas, y después de eso, ahí si ellos dicen profe, yo me di cuenta de esto y de esto, la profe me dijo esto y esto, y por supuesto los niños, a partir de esa reconocimiento el contexto, es que surgen la problemáticas que se abordan en el semillero"**
Tecnologías emergentes	Modelado 3D.	Solución de Problemas: Resultados/ prototipos	**De la entrevista:** Adicional otro, fue una **órtesis para una niña con artogriposis múltiple, ese se desarrolló con la impresora 3D** y con Arduino, los chicos también súper apasionados con el proyecto, que era para una niña de grado quinto de nuestro colegio. Y la acompañamos en cuarto y quinto, la niña, además, pudimos ver de cerca, como ella mejoró un montón, porque ella tenía una dificultad grande, y era pues como por la pena, de mostrar la manito, se pasaba con la manito dentro de la falda, que ella que tenía en esta situación, ella nació con cuatro dedos, pero dos de ellos pegados, le habían hecho muchas cirugías y logró quedar con cuatro, sí, y a ella a pesar de tantas cirugías y todo, a ella le dolía cuando escribía, esa era una de las grandes dificultades que ella tenía, y ella intentó escribir con su otra manito, pero no podía, o sea no era que tenía la posibilidad de ser ambidiestra, no
	Dispositivos programables.		**De la información documental: Elaboración de una herramienta para control por voz del computador a través de Arduino para personas con amputación de miembro superior a la altura del codo.** Resultados y Análisis: El proyecto se proyecta su finalización para el mes de Noviembre de 2018, hasta el momento se han obtenido los siguientes resultados: • Se recolectaron los materiales, el marco teórico y antecedentes para implementar el proyecto. • Se planifica que por medio de Arduino con interfaz puedan desenvolver sus habilidades a personas con la respectiva discapacidad. • El diagnóstico sobre el uso de los equipos de cómputo en una persona con esta discapacidad identifico la importancia del desarrollo de dicho dispositivo para fortalecer los procesos de inclusión social, laboral y académico de las personas con amputación. • Se diseñaron los instrumentos de recolección de información para evaluar el funcionamiento técnico del dispositivo. (Guerrero, et al, 2018, p. 4). **De la entrevista: Dispositivo con Arduino, que tenía la oportunidad de controlar un equipo de cómputo, para una persona con amputación de miembro superior a la altura del codo, a través de un giroscopio**. ese fue muy especial porque era para un familiar de una de mis estudiantes, él pues fue víctima de un, de la violencia y de un petardo que pusieron y el señor perdió los dos brazos a la altura del codo. Entonces cuando yo les propuse a los chicos hacer el proyecto y demás, pues la niña de una, ella espero a que todos se fueran del salón, y me dijo, porque le daba pena, profe será que yo puedo hacer el proyecto para un familiar, que paso esto y esto, yo dije claro.

Categoría principal	Categoría subsidiarias	Categorías emergentes	Semillero escolar de investigación "TRV Research Group" Docente 2
Semilleros de investigación	Formación investigativa	Contribuciones a la educación tradicional	**De la información documental: Generar oportunidades académicas para el aprovechamiento del tiempo libre** que alejan y hagan consciente al estudiantado de las adversas condiciones sociales, de la violencia que rodea a la localidad y de las nefastas garras de la delincuencia. **De la entrevista:** lo que hacemos nosotros **es tomar la estrategia del semillero de investigación, como una estrategia para desarrollar habilidades de pensamiento, el semillero de investigación me permite ser reahabituable, las investigaciones que haga a partir de los primeros problemas solucionados, me permiten evaluarlas, eran fácil de sostener en el tiempo y además me permitía desarrollar otras habilidades básicas, que era escribir y leer.** Hacemos proyectos que estaban, que no había antecedentes en el colegio de este tipo de proyectos, **comenzamos a participar en eventos, que es otra de las estrategias importantes del semillero, que creo que esta en otra de las preguntas, que es lo que me da a mí la posibilidad de compartir entre pares, y sacar la educación de la escuela.** **La investigación como estrategia de enseñanza y aprendizaje, obliga al profesor a desarrollar sus habilidades y al estudiante ciertas habilidades.** A mí me obligaba a estudiar y desarrollar esos prototipos, y a volverlos didácticos, para que los niños lo pudieran hacer. Es muy importante, quiero enfatizar en esto, **esto tienen importancia cuando tú le das la posibilidad de salir del colegio, ellos exponen sus ideas y otros se las aplauden. Entonces ya la robótica deja de ser importante y pasan a solucionar problemas**, porque ven que ese espacio en el que ellos se destacan es importante porque empiezan a solucionar problemas. **Nosotros le dimos cursos a otros colegios de Impresión 3D, por ejemplo. El aliado más grande digamos fue el grupo de investigación**. Pero de ahí, para allá, si hemos tenido alianzas estratégicas cortas, le tenemos con la "Red de docentes de Tecnología", estábamos iniciando una que prometía un montón con la Javeriana, pero apareció la pandemia. **E l enfoque investigativo lleva una serie de procesos que me permiten, me facilitan y me validan habilidades de pensamiento superior. En cuanto a lo social, pues que la investigación me permite poner los problemas en contexto. Problemas que sean socialmente relevantes, y que resuelvan problemas que para ellos representan una dificultad en su contexto inmediato**. Además, esto lo que me facilita a mí es que ellos tienen su aporte social, y que además es próximo a su contexto, **además es que les da reconocimiento social, y eso es fundamental para el desarrollo de autoestima y desarrollo de habilidades emocionales**. La parte social es muy importante, porque reciben reconocimiento social de su contexto. Cuando tú los tienes en un contexto donde la mamá y el papá es ausente, y tú le das un reconocimiento por simple que sea, para él es importante, y entonces se **convierte en el único espacio donde es reconocido", un profesor que tenga la habilidad de identificar eso y aprovecharse de eso, pone el chino a volar, sencillamente porque tiene su interés en algo.** **La habilidad de investigar se desarrolla con el tiempo y es funcional para la vida diaria, la observación, la comparació de datos, este camino incluso los lleva a desarrollar un proyecto de vida, cuando ya comprende para qué sirven, realizar un proyecto de grado le es muy fácil. La estudiante que desarrolló la articulación fue "Pilo Paga", la mano controlada por señales encefalográficas, el estudiante también está en la Universidad Militar.**
	Investigación formativa	Metodologías.	**De la información documental**: se desarrollan en un espacio académico de 2 horas semanales, por grado, y mediante cuatro (4) fases: **observación-problematización, exploración-caracterización, estructuración-experimentación y resolución-transferencia.** **-Observación-problematización:** todo inicia con la utilización del concepto de **"problema" como eje dinamizador de la práctica investigativa.** Si bien el concepto de problema abarca diversos campos respecto a su definición, para esta actividad se asume como una situación en concreto, un determinado asunto o una cuestión que requiere de una solución que, en el momento en que se logra solucionar, aporta beneficios a sí mismo o a la sociedad. (Torres y Merchán, 2018, p. 27). **-Exploración-caracterización:** posterior a la problematización, se procede a la exploración y caracterización de la situación problema. Es pertinente aclarar, que dentro de la caracterización se encuentran implícitas fases en donde se justifica desde **la mirada de los estudiantes la importancia de atender dicha situación, los antecedentes de esta, la indagación de información referente al tema y la hipótesis de solución**. Esta etapa es desarrollada mediante el análisis grupal del problema desde la mirada de cada una de las áreas de estudio que ofrece la institución y desde la información que ofrece documentales en la web, comunidades en línea especializadas, blogs, tutoriales, cursos virtuales, manuales de fabricante, videos y canales en múltiples idiomas e información de expertos. **-Estructuración-experimentación:** esta fase está constituida por todas aquellas actividades prácticas que conllevan a la experimentación, al diseño e identificación de las posibles soluciones desde la perspectiva de cada uno de los grupos de trabajo. En este punto **los estudiantes están en contacto con materiales, herramientas, sistemas tecnológicos entre otros, que les permiten interiorizar de forma significativa aprendizajes mediante la prueba, el error y el contraste hipotético.** **-Resolución-transferencia:** para la fase de resolución, **dentro del semillero se trabaja bajo la premisa de que no existen soluciones malas, simplemente existen soluciones, unas más eficientes que otras, pero al final soluciones.** Estas son orientadas a ser desarrolladas desde el ámbito tecnológico, no como un artefacto que cumple una función, sino **desde el pensamiento tecnológico donde cada uno de los desarrollos planteados como soluciones son producto de las experiencias alcanzadas mediante la construcción del uso de diversos artefactos y de la construcción de modelos mentales derivados de la reflexión de gestos técnicos realizados** (Torres y Merchán, 2018, p. 28). **De la entrevista:** digamos que se ha perfeccionado con el tiempo, lo que estamos utilizando hoy, es: **1. Enfatizarnos en la identificación de un problema, lo primero que se les hace, es decirles bueno ¿Qué es un problema? ¿Dónde se obtienen problemas? ¿para qué solucionar? Entonces se utiliza la dinámica de círculos, sobre todo para los niños de sextico, entender que es un problema, ellos se asocian mucho con los problemas sociales, al comportamiento social, de conductas, y lo que hacemos es cortico. Digamos aprende a identificar un problema. Entonces ¿cómo se identifica un problema? Comienzo con el círculo más pequeño que soy yo, y comienza a agrandarlo. Entonces se les dice a ellos que entre más grande sea el círculo, pues la solución a ese problema va a ser más importante porque ese círculo grande recoge a más personas, no solo usted**. Entonces el ejemplo que se hace con ellos es "Tender la cama", para muchos niños es harto tender la cama y es un problema, y no porque a otro niño no le importe, no deja de ser un problema para ti, pero si yo lo soluciono, si tu solucionas ese problema, ¿a cuántos afecta la solución? No, a mí y a quien más, levanten la mano, dos. No, no me sirve, entonces comienzan a jugar. Lo primero que hacemos es, identificar el problema, es como la etapa más difícil. Luego de identificar el problema, tenemos cuatro pasos fundamentales: 1. La descripción e identificación del problema, que es determinar, qué características tiene, es importante solucionarlo, ese tipo de cosas. 2. Luego, hay una, planeación y una hipótesis, por donde comienzo, como lo hago, y lo voy a solucionar de esta forma o debo tener estos resultados de tal forma.
	Semilleros escolares de investigación	Generación de conocimiento.	**De la información documental: la investigación es tanto una estrategia de aprendizaje significativo como de enseñanza contextualizada**. Así, los ejercicios de investigación determinan un grado de significatividad del aprendizaje y orientan sus dinámicas al desarrollo de habilidades de pensamiento que le permitan al estudiante ser competente en cualquier área del conocimiento. (Torres y Merchán, p. 31). El estudiante es el principal generador de las intencionalidades y situaciones de aprendizaje por lo que puede escoger la línea de investigación en que quieren trabajar, definir el proyecto que desean hacer y trabajar a sus ritmos.(Torres y Merchán, p. 321). **De la entrevista**: Tuvimos la oportunidad de trabajar con un grupo de investigación de la Universidad Pedagógica que se llama Episteme, y lo que nosotros identificamos del grupo, que lo llevamos después al colegio, que fue un trabajo mancomunado, bueno existe un abismo inmenso entre el docente de Educación Especial y el docente de Electrónica, cuando hicieron la revisión de proyectos orientados a la discapacidad en el Departamento de Tecnología, encontramos que habían muchos proyectos, pero eran proyectos que estaban pensados desde el ingenio, desde la ideología, entonces lo hacían creyendo que eso iba a funcionar, y teníamos el otro lado que era la Educación Especial, que es donde conocen el problema, saben las necesidades, pero desconocen totalmente la tecnología. Siempre había trabajo de un lado pidiendo Tecnología, y del otro, ofreciendo Tecnología que no era útil. Entonces nosotros dijimos, venga solucionémoslo de alguna forma, aunque hace poquito un grupo de la universidad se graduó y se lograron este tipo de cosas. **De hecho, nosotros como colegio les fabricamos un aparato para que ellas lo probaran y se graduaran, lo que nosotros hicimos fue identificar la necesidad de una plataforma que le fuera útil a la mayor cantidad de personas posibles, independientemente de la discapacidad. Si su residuo funcional era por ejemplo mover el músculo de la mandíbula, pues no tengo que irme a la encefalografía, sino a la electromiografía, sí. Si movía un dedo, pues yo no tenía que irme hasta tan lejos, sino movía un botón, lo único que iba a variar era la forma de acceder al sistema y va a ser el mismo para todos. Porque finalmente lo que se buscaba era desarrollar operaciones mentales en todos. Entonces lo que nosotros fabricamos fue una cajita, que me permite acceder a ese tipo de dispositivos, y simplemente yo adaptaba el mediador pedagógico para que lo pudieran aplicar. El mecanismo como tal de acceso, lo diseñamos nosotros, como grupo de investigación en el colegio, y se lo dimos a la universidad, para que ellas pusieran el mediador pedagógico, y lo aplicarán en un hogar con diez niños**. Entonces generamos un tambor para identificar secuencias de colores, comparación. El logro más grande ha sido la cajita. Nosotros teníamos el circuito de encefalografía pata tomar las señales del cerebro, tenemos el de los músculos, tenemos por sonido, por vibración. Hicimos una implementación con Carlos, hace como dos años, **en los que ellos a diario, responden cinco preguntas, y hay vamos viendo como ellos desarrollan proceso metacognitivos: ¿qué aprendieron? ¿qué hicieron? ¿cómo solucionaron?** En términos generales, esa es la estructura que nosotros hacemos, al final esta las pruebas y la divulgación. **La divulgación está en tratar de escribir un documento científico, un escrito, más que un documento científico. En el libro, digamos uno de los logros que más hemos tenido, frente a escritura y lectura, en el libro ellos aparecen como coautores, pues con unas preguntas orientadoras, pero para ellos fue muy significativo, el aparecer ahí.** Ahora todos ya lo quieren hacer.

Tecnologias para la inclusión social	Tecnologias Apropiadas (análisis de contexto y adaptar en contexto, artefactos).	Problemáticas de estudio: sociales/ambientales.	**De la información documentada: Proyectos de los estudiantes:** Inicie con la idea de hacer un sistema que ayudara a los campesinos con sus tareas diarias, entonces hice un robot que caminara y siguiera a la persona mediante el uso de wifi, así solucionaría que el campesino no cargara peso en la espalda y lo colocara en el robot. (Torres y Merchán, 2018, p. 62). **De la entrevista:** ….hay unos robots que nosotros ya tenemos fabricados con módulos y lo primero que los ponemos hacer es a jugar, y luego gradualmente les vamos quitando piezas, entonces si él quiere jugar debe agregarle las piezas, o debe solucionar el problema del robot para que le funcione, y luego, cuando ellos ya aprenden a manejar más o menos la parte superficial de estos objetos teleoperados, pues ya comienzan a mirar como con este robot lo aplico a este problema que aplique, hay unos robots que bailan, otros que barren, que tienden la cama, bueno. Entonces cuando, por ejemplo, el de tender la cama, ellos dicen "voy a ponerle un motor", entonces ya comienzan a asociar, a hacer una correlación entre los mecanismos, todos los elementos que componen ese robot con el que empezó a jugar, con las posibles soluciones a ese problema que se planteó; y pues es trascender, cuando tú ya sabes manejar los robots, entra al diseño y la mecánica y lo convierte en una solución tangible a problemas del contexto, y lo que hacemos nosotros es justamente identificar cuál es el interés de los estudiantes, cuáles son esas líneas que atiende la mayor cantidad de problemáticas, y que estén muy orientadas al desarrollo sustentable. P.7.
	Tecnologias Alternativas (aproximación al cuidado del medio ambiente).		**De la información documental**: Energías renovables y sostenibilidad estudia y comprende la generación de la energía fósil y los combustibles de carbono y sus efectos contaminantes en la atmósfera y la vida de las ESPECIES con el fin de reemplazarlos por alternativas saludables y cero contaminantes, ya sea desde la perspectiva de los combustibles verdes o desde la obtención de sistemas de producción y movilidad que remplazan las energías contaminantes por alternativas tecnológicas sostenibles que promuevan, por un lado, la autonomía económica de las comunidades-naciones, y por el otro, el desarrollo de las personas y el equilibrio ético entre desarrollo tecnológico y protección del medio ambiente. Este eje convoca las áreas escolares de ciencias sociales, tecnología, química, biología y matemática. El eje temático alimentación y supervivencia persigue el estudio, reflexión y concientización de los estudiantes en relación con la protección del campo, la producción de alimentos saludables y las fuentes hídricas, su recuperación y explotación responsable. Se trata de desarrollar tecnologías que permitan la descontaminación del agua, la reutilización de esta, la recuperación de la tierra y la producción alternativa de alimentos, distribución y consumo saludable. Las áreas escolares que se ven interpeladas son la Biología, la Química, las Ciencias Sociales y la Tecnología. …diseñé un carro que purificara el agua, pues poco a poco es evidente que el agua potable es menos para tanta gente, y pensé que la robótica sería buena para solucionar este inconveniente. (Torres y Merchán, 2018, p. 71). Me inscribí a las líneas "Tecnología para el campo" y "Robótica escolar". Allí participé en el diseño de un robot que apagaba el fuego. Con él se pretendía mitigar los incendios forestales y prever que estos se extiendan causando daños irreparables para las personas, la fauna y la flora de las regiones. También hicimos un invernadero con el fin de poder cultivar distintos tipos de comida en climas no óptimos para la siembra; se tenía control de temperatura, humedad y riego para que este creciera en adecuadas condiciones. Además se buscaba tener una plantación propia en casa, así reduciendo los costos de los productos comestibles y obteniendo productos 100% orgánicos. (Torres y Merchán, 2018, p. 73). **De la entrevista**: Tenemos otro proyecto **que es generar electricidad, a través del movimiento de las articulaciones**, ese si está en la Distrital y ha sido presentado varias veces, la niña ahorita está a punto de graduarse, el proyecto se llama "Producción de energía a partir del movimiento". **Nosotros tenemos un proyecto nuevo, y es el de producir nuestro propio material de impresión, a partir de pet de botellas, tapas, y el residuo que queda de las impresiones 3D, volverlo a reutilizar.** Tenemos un proyecto de investigación ya del contexto **químico frente a material, textura, elasticidad, ya hemos podido crear material, no hemos podido imprimir en pet, en el plástico de las botellas no hemos podido imprimir, pero si hemos podido sacar material de tapas de gaseosa, hemos sacado**
	Tecnologias Sociales (trabajo en red, las soluciones vienen en dialogo con la comunidad, o con el grupo, las problemáticas son establecidas o vienen del reconocimiento de la comunidad)		**De la información documental**: **En la línea de discapacidad e implicación social algunos problemas que proponemos tienen que ver com áreas que afectan la autonomía y la participación de las personas con discapacidad en su cotidianidad y el mundo; entre ellas la ausencia de instrumentales para la comunicación asertiva, la implicación social, el aprendizaje, la movilidad, el ocio, la recreación y el control del entorno; trabajamos especialmente con personas con discapacidad motora profunda cuya capacidad cognitiva está intacta pero su sistema motor le impide acceder al mundo, pero ello no excluye el trabajo con personas sordas, ciegas o sordociegas, o personas con ausencia de miembros superiores o inferiores.**. Nuestro mayor interés en el SEI TRV Research Group como se ha mostrado en capítulos anteriores relaciona la discapacidad, la generación de mediaciones con impresión 3D y tecnologías de control. Este eje temático convoca diversas áreas escolares como tecnología, bilogía, educación física y lenguaje. (Torres y Merchán, 2018, p. 55) **De la entrevista**: de la línea en la que más logros hemos obtenido es en la de Tecnología para la discapacidad, por varias cosas, hemos ganado premios con prototipos diseñados en esa línea, hemos participado de eventos grandes, cómo expositores y como instructores de parte de los niños, y que han desarrollado prototipos que han estado en concurso, y hemos llegado a finales y ese tipo de cosas. Entonces todos lo proyectos, sobre todo, los de los niños grandes cuando están haciendo el proceso informativo, siempre lo que se ha hecho es, no se le da el visto bueno al proyecto, sino tiene una repercusión social y si no tiene un factor de innovación. El contexto de la discapacidad es un contexto totalmente abandonado, porque digamos que la mayoría de la discapacidad, de las políticas y desarrollos, hablamos de la persona que no habla, la persona que no escucha y la persona que no ve, pero dejamos por fuera toda la gente que tiene otro tipo de patologías, que no se puede mover, que no puede ir a la clase, que tiene una cantidad de dificultades, o que en el peor de los casos está en un hogar, porque fue abandonado por su discapacidad, entonces los procesos son totalmente diferentes.
Tecnologias emergentes	Modelado 3D.	Solución de Problemas: Resultados/ prototipos	**De la información documental**: En el transcurso de estos cuatro años de las instalaciones del LID (Laboratorio de Investigación y desarrollo) se han gestado conocimientos, bienes igitales y desarrollos significativos en cada una de las líneas de investigación con las que cuenta TRV RG; es de resaltar la elaboración de algunas de las ayudas técnicas para la discapacidad desarrolladas por el Semillero Escolar de Investigación TRV Research Group: prótesis de mano, mediaciones controladas por señales mioeléctricas, señales encefalográficas o BCI, por voz, bluetooth/wifi; así como aplicaciones para competencias escolares como robots, sistemas de automatización y sistemas de generación eléctrica a partir de movimiento corporal entre otros. Para el diseño e implementación de una ayuda técnica **para personas con cuadriplejia se buscó fabricar un mediador tecnológico que permitiera al usuario interactuar con su entorno**; sin embargo, pese a que existían antecedentes muchos de ellos no respondían a los requerimientos. Tras un análisis detallado se observó que algunos estudiantes mientras interactuaban con video juegos inclinaban la cabeza cuando querían que este se moviera en una dirección específica.**Con la ayuda de un giroscopio para Arduino y una estructura de soporte modelada a mediante AutoCAD e impresión 3D se logró construir un mediador con la capacidad de controlar dispositivos midiendo la inclinación de la cabeza respecto a los ejes x y y, además de ser de bajo costo, personalizable y contar con el potencial de controlar el movimiento de una silla de ruedas o un brazo robótico**. Agregando un sensor de parpadeo y una sencilla modificación en la estructura se pueden aumentar sus prestaciones. (Torres y Merchán, 2018, p. 36) **De la entrevista**: el prototipo que ves en el libro, es **un prototipo que funciona con señales encefalográficas, con unas señales eléctricas del cerebro**, entonces yo tenía un trabajo de eso, yo ya lo había trabajado, entonces **lo que yo hice fue desarrollar módulos, para que los niños pudieran acceder a esa tecnología y lo pudieran aplicar. Enseñarles a ellos que es la encefalografía, cómo se hacen los filtros, las señales se vuelve complejo y además no me es útil, que entiendan la teoría o no, pero entender que la señal eléctrica me permite a mí, utilizarla para un encendido o no, para una persona que tiene discapacidad motora**, pues me es más útil darle las herramientas para que piensen en soluciones, pero esas herramientas iban a depender de la identificación del problema que ellos tenían.
	Dispositivos programables.		**Arduino, todo lo que tú ves que nosotros hemos hecho, lo hemos hecho con Arduino. Sobre todo, porque también, digamos que hay una política detrás de esto, una filosofía, donde no tiene sentido desarrollar dispositivos que la gente no pueda acceder a ellos, tienen que ser de muy bajo costo, o bien para que se produzcan en masa, o bien para que desde un hogar tengan la posibilidad de comprar los materiales y armarlo.** Entonces lo que nosotros hicimos, que es una de las partes que fortaleció todo este cuento de la robótica en Bogotá y en los colegios distritales, y es que hoy día la tecnología, el Arduino hace cuatro o cinco años, costaba ochenta mil pesos, si tú lo comprabas con todos los impuestos costaba ciento veinte mil pesos. Hoy día lo compras en diez mil pesos y pagando impuestos veinte mil, o sea la reducción tanto en sensores, como en alimentación, la capacidad de importar, te reduce los costos un montón. Y el Arduino que estamos manejando es un Arduino UNO, o sea ni siquiera es de los, tenemos varias versiones: una versión grande y una más pequeña, y que Arduino permite programarlo, desde bloques, código, y además de eso hay una opción como muy abierta en internet, donde tu consultas lo que necesites. Entonces las posibilidades son inmensas con el Arduino. Entonces ellos ya entienden lo que es la metodología y la propuesta de solución, que es donde entran las tecnologías: Impresión, Diseño, Scanner, el espacio que nosotros tenemos que se llama "Laboratorio de investigación y desarrollo", está construido como un "Maker Space" en donde ellos tienen herramientas para utilizar, entonces nosotros tenemos niños que no tienen clase, por ejemplo, y ellos quieren hacer algo, entonces se les da el material, la única condición para que ellos puedan utilizar las máquinas, es que ellos lo hayan diseñado, que sea diseño de ellos, entonces se les da el material para que ellos impriman a cualquier hora, desde que la máquina esté desocupada, y pues hace cualquier otros curso, no hay lío, el espacio es libre para el que lo quiera utilizar, siempre y cuando esté disponible, esa es como nuestra filosofía "Maker Space".

Categoría principal	Categoría subsidiarias	Categorías emergentes	Semillero escolar de investigación "TRV Research Group" Docente 2
Semilleros de investigación	Formación investigativa	Contribuciones a la educación tradicional	**De la información documental: Dadas a partir de las habilidades Habilidades que desarrollan los Makers: hacer, dar, aprender, jugar, equiparse, colaborar, apoyar, participar y aprender.** Los estudiantes afirman asistir al semillero **ya que se encuentran con una forma diferente al aula tradicional para adquirir conocimiento tecnológico.** Además, encuentran una razón fundamental en el **sentirse retados frente a la construcción de un dispositivo artefactual que resulta desconocido para ellos y en varias ocasiones también para sus docentes**. Los estudiantes también se encuentran **interesados en participar de un espacio de trabajo que les permite relacionarse con sus compañeros de otras especialidades, intercambiar saberes y percepciones y aprender con ellos de forma colaborativa**. Los docentes encuentran en el semillero **un espacio donde pueden desarrollar ideas tecnológicas y artefactuales con sus estudiantes** y en ocasiones pueden relacionar el trabajo que allí se desarrolla con contenido propio del currículo. Una razón compartida es la **adquisición de valores y cualidades de tipo Maker, para ellos es relevante ofrecer, dar, jugar, aprender, compartir, colaborar, adquirir herramientas, construir, nunca dejar de aprender**. Sienten gran **admiración por el uso de la impresión 3D en la construcción de prótesis,** creen ellos que en este tipo de actividad están vinculadas todas las cualidades del manifiesto Maker. Al **construir sus propias cosas y lograr que funcionen sienten una satisfacción que les genera creer que todo es posible**, que los cambios para beneficio mundial se pueden lograr (Sanabria, 2018, p. 96) **Adquirir conocimiento tecnológico parece ser la constante en los estudiantes en relación con esta pregunta, sin embargo, llama la atención que un gran número de estudiantes ven el trabajo en el semillero Maker como un plan de vida**, planteándose la idea de dedicarse a la invención, a la innovación y al descubrimiento. (Sanabria, 2018, p. 98) Analizando los espacios de trabajo y metodologías de enseñanza, se pudo determinar que en semillero Robótica e Impresión 3D, convergen la educación en tecnología, la formación técnica industrial y la educación Maker: - **Facilita el aprendizaje colaborativo a partir de la inteligencia colectiva**. - Al encontrar dentro del movimiento Maker proyectos con licencias abiertas, este material se convierte en una herramienta permite un desarrollo más sencillo de las actividades. - Inicialmente los estudiantes replican proyectos sobre impresoras 3D, corte laser y CNC. - **Los estudiantes ven en los espacios Maker una posibilidad de trabajo multidisciplinar** - **Las características propias de un espacio Maker se basan en la disposición de herramientas, materiales y colaboración para que los estudiantes puedan construir sus ideas, las ideas no son programadas en aula por el docente como una actividad tecnológica escolar ATE**. - **Cuando los estudiantes encuentran a disposición materiales y herramientas aumenta su curiosidad y los resultados en el prototipado pueden ser altamente creativos (Sanabria, 2018, p. 99)** **De la entrevista: trabajo colaborativo, aprendizaje entre iguales, y aprender haciendo**. Trabajo entre pares "**se daban momentos en los cuales los estudiantes de educación superior me asesoraban a los de bachillerato."** Entonces **el muchacho se enfrentaba a dos cosas, a tomar decisiones de una forma muy autónoma,** a contar con un exalumno que nos ha venido colaborando de una forma muy filantrópica porque es el gomoso de estos cuentos y el gustoso va, es un estudiante que fue del semillero, tuvo un trabajo fuerte en el semillero cuando estuvimos en los Andes en esta competencia del robot jardinero y del robot mayordomo, y él ahora nos colabora, y él lidera en cierta medida lidera el grupo, y acuerda con el grupo. Entonces los muchachos entran en un trabajo colaborativo, **en un aprendizaje entre iguales, y tienen mucha autonomía porque ellos son los que marcan el ritmo. Eso tiene muchas cosas de bueno y muchas cosas de malo, cuando hay un buen líder, se ve el trabajo, cuando no hay un buen líder, el trabajo**
	Investigación formativa	Metodologías.	**De la información documental**: El docente acá es el líder de **un grupo que ha traído unas propuestas de trabajo y deben decidir entre todos cuales están en posibilidad de materializar**, el docente se encuentra ante la posibilidad de que, si se elige trabajar sobre por ejemplo la construcción de un dron él tenga poco conocimiento sobre ello, en este caso **el docente asume un rol de aprender con el grupo y contactar a personas o Makers que tengan un nivel mayor de experticia para que les brinde el apoyo a él y a su grupo de trabajo, para un mismo proyecto es posible que eso pase en distintas etapas, teniendo en cuenta que los pasos algunas veces resultan ser complejos**, también existe la posibilidad de apoyo desde diferentes partes del mundo gracias a internet, los canales de aprendizaje no están limitados por el docente los integrantes del grupo pueden consultar aprender y aportar por cuenta propia. (Sanabria, 2018, p. 94) **Los estudiantes acogen un proyecto de su interés** allí asumen un rol, en principio **evalúan lo que necesitaran para desarrollar el proyecto propuesto, luego a partir de la información recopilada se adentran en el trabajo conceptual que implica el proyecto**. De ser necesario se **plantean la necesidad de invitar a un Makers o docentes de apoyo que les oriente frente a un tema particular,** o acudirán a él. De esta manera temas complejos como algunos tipos de circuitos, manejo de tarjetas electrónicas, programación, operaciones complejas en software de diseño tridimensional o manejo de herramienta y maquinaria especializada tendrán una respuesta específica hacia un tema concreto y real. En ocasiones, expresan ellos que; ha sido necesario contactar por redes sociales a otros Makers localizados en diferentes países, en este caso han tenido la oportunidad de interactuar con personas de habla hispana, pero en ocasiones no, en este caso han debido romper la barrera idiomática usando diferentes medios ya sean dispuestos en la web o valiéndose de sus conocimientos adquiridos en su formación de aula. (Sanabria, 2018, p. 98) **De la entrevista:** Digamos que uno como director o como coordinador del semillero, uno daba como unos lineamientos de tratar de reunir a los muchachos y tratar de hacer el control de la asistencia, **pero eran ellos los que marcaban el ritmo, y eran ellos los que decían bueno, ¿Cómo vamos a buscar la información?** **Se movilizaban por eventos, o por curiosidades que ellos tenían, era un trabajo deductivo, donde yo no era el docente que decía que había que hacer, como había que hacer, yo sencillamente era el apoyo logístico, de abrirle la puerta de laboratorio, de facilitarles los componentes mecánicos, electrónicos, tener acceso a las salas de diseño para manejar un software o hace consulta en internet.** **A los muchachos uno no puede ponerlos, a bueno, vamos hacer un estudio de donde viene para donde va, que aplicaciones hay, no, vamos hacer un dron que vuele por los cerros de Bogotá y que cualidades debe tener, que sensores debe tener, etc. Qué tipo de cámara, por ejemplo, que el tipo de cámara debe ser una cámara térmica, a bueno listo, ya sabemos.**
	Semilleros escolares de investigación	Generación de conocimiento.	**De la información documental**: -La educación moderna en tecnología presenta oportunidades para que desde las aulas se puedan incluir métodos disruptivos de enseñanza y aprendizaje. - Los laboratorios Maker resultan ser espacios adecuados para el desarrollo de la creatividad por medio del uso de herramientas especializadas. - Las personas inmersas en el mundo Maker integran a su personalidad grandes capacidades sociales necesarias para la época moderna. El conocimiento solo tiene sentido si se pone al servicio de la sociedad y de sus necesidades, busca crear conocimiento capaz de enriquecer a las instituciones, la industria y las organizaciones sociales, orientada hacia la conformación de nuevos sistemas eficientes y sustentables capaces de generar una sociedad equitativa en la que la avanzada tecnológica vaya de la mano con la justicia y la solidaridad. (PEI. BTI 2017, p. 26, como se citó en Sanabria, 2018, p. 40) **De la entrevista**: A partir de la construcción de la impresora 3D, en la institución surge el Fab Lab, que es una propuesta que se genera a partir del semillero, una vez conocimos estas bondades de la impresora 3D, veíamos que, por esa misma tecnología, podíamos hacer una máquina de corte láser, hacer una rutiadora o fresadora CNC, y podíamos hacer un Scanner. De hecho los Maker también dio origen a un MeetUp, no sé si conozca los MeetUp, yo tuve un MeetUp que se creó en torno al modelado e impresión 3D, en ese MeetUp, duramos como dos años trabajando y allí iban estudiantes del semillero a colaborar y allí nos encontrábamos los Maker, bueno yo no era Maker, pero los Maker se encontraban, yo los convocaba y se colocaba una agenda de una hora y media, dos horas, en el cual cada uno presentaba un proyecto un desarrollo, o compartía sus trabajos, su empresa y fue un trabajo bien interesante porque nos reunimos en la Universidad Antonio Nariño, allá arriba de la circunvalar, nos reunimos en Gran Estación, nos reunimos en estos puntos donde quedo el MinTIC, los kioscos digitales, en Señal Colombia, en el Instituto Técnico Central, en la Universidad Pedagógica, allá también hicimos un encuentro bien interesante donde tuvimos una serie de charlas y una exposición, en la concha acústica tuvimos una exposición donde la gente pudo ir a ver las impresoras 3D, pudo ver los drones, pudo ver el scanner, fue un trabajo muy interesante. El semillero era el punto de encuentro o el pretexto para ir a conocer los Maker, que los Makers fueran al semillero, para ir a eventos de los Maker, para ir a competencias que organizara Bogotá Robótica a través de la Universidad Distrital, de la Aero Civil, el ingeniero Cabuya, hace un enriquecimiento bien importante este semillero, que ya cumpliría hoy 6 años. Pero este año estamos congelados como osos invernando.

Tecnologías para la inclusión social	Tecnologías Apropiadas (análisis de contexto y adaptar en contexto, artefactos).	Problemáticas de estudio: sociales/ambientales.	**De la información documental**: Los proyectos que se han propuesto surgen principalmente **a partir de necesidades evidenciadas en su contexto, pero también se han trabajado proyectos que pretenden replicar artefactos creados en otras partes del mundo, aunque en esencia estos también pueden ser adaptados a su entorno**. (Sanabria, 2018, p. 96) **-Impresora prusa i3. Objetivo: Construir una impresora 3D funcional basada en el proyecto internacional RepRap. El equipo de trabajo del semillero ha conseguido con mucho esfuerzo un resultado positivo en relación con este proyecto, después de la construcción de esta impresora que ha funcionado de manera correcta, han construido cinco impresoras más, algunas de ellas para la institución y otras para uso personal.** **-Robot demótico Rob-erto. Objetivo: Construir un robot de tipo jardinero y mayordomo que ayude a labores domésticas en un hogar. El proyecto tuvo muchos altibajos, después de realizar varios prototipos se consiguió una funcionalidad del 60% del dispositivo, sin embargo esto ha sido suficiente para participar y ser galardonado en diferentes eventos de robótica de instituciones educativas de la ciudad de Bogotá.** **Dron: Objetivo: Un artefacto que advierta sobre la posibilidad de incendios forestales. Este dispositivo ha tenido gran acogida por los participantes del semillero, sin embargo se ha debido solicitar mucha ayuda externa y los elementos a trabajar tienen costo elevado, los integrantes del semillero han participado de manera irregular, el trabajo se ha manejado más a responsabilidad de nivel docentes y Makers externos. (Sanabria, 2018, p. 100-101)**
	Tecnologías Alternativas (aproximación al cuidado del medio ambiente).		**De la entrevista**: De la entrevista: Cuando surge este concurso de la "Detención temprana de conatos de incendio en los cerros de Bogotá" porque habian habido unos incendios, de los cuales un dia en el Técnico tuvimos que evacuar a los muchachos a las once de la mañana, porque la cantidad de humo que habia en la institución era bastante alta. Entonces fruto de esos incendios forestales de los cerros de Bogotá, la Universidad Distrital saca ese, con la Aero civil...entonces surgió este proyecto de hacer una patrulla robot, en la cual, nosotros planteábamos en el estudio, porque era una propuesta muy teórica. Era plantear una patrulla de drones, considerando que el dron tiene una autonomia de vuelo de 20 minutos, era ubicar según el mapa de los cerros de Bogotá, ubicar una serie de sensores de temperatura, que dispararan una señal, de incremento de la temperatura, para mandar unos drones de inspección que se pudieran ir relevando para tener cobertura de los cerros de Bogotá, o de dónde se necesitara, pero esa coordinación entre los sensores, la patrulla de drones, y el cuerpo de bomberos, era el meollo de la propuesta que se hizo, y que pues fue reconocida en este evento, y hubo otra serie de propuestas también interesantes, de tener drones en ciertas partes claves de los bosques para tener una reacción inmediata y co ayudar el trabajo de los bomberos o de los grupos de rescate de la Defensa Civil para atender estas situaciones. El tema del reciclado fue interesante porque veiamos como una impresora se dio de baja, por un resortico, por un tornillito, porque se descalibró, de cien partes, una se descalibró en una impresora y por eso sencillamente la daban de baja, **entonces esa experiencia del reciclado también nos dio, como reciclar basura electrónica no es fácil, toca ya procesos muy especificos,** para poder sacar el oro, para poder el cobre, para poder separar todos los componentes metálicos que puedan haber dentro de una impresora. **Hicimos una campaña interesante a nivel institucional, en la cual, los muchachos, hoy en dia, por ejemplo, existe en la institución una canasta para reciclar y recoger esa basura electrónica, que tiene un desarrollo tecnológico bien importante pero que como basura también es un contaminante muy alto, no, por los plásticos tan especificos que se usan en ella.** A raiz de este trasegar del semillero surgió hablando de la basura electrónica, encontramos como el tema de la campaña esa que arranco en Australia de "Basura Cero", **entonces creamos una campaña "Basura Cero EEITC" y la idea de esta campaña era revisar que basura estamos produciendo y como reducirla, y una vez producida como la podemos reciclar**. Se stá caminando el cómo **reciclar los empaques de tetrapak, que tiene cuatro materiales bien interesantes que los hemos triturado y mezclado con yeso y con cemento para hacer una propuesta ecológica de hacer cielo raso para hacer adoquines.** Los cielo rasos lo echamos a un 15% a un 20% y podemos hacer una mezcla, con una cualidad bien interesante, que el diseño es personalizado, porque nosotros lo hacemos utilizando el láser, para hacer una plantilla por ejemplo el logotipo de una empresa, nos apoyamos en el termo formado para darle un cubrimiento plástico y evitar que se vaya a pegar y se vaya a destruir, y sacar un cielo razo que tendria un componente ecológico bien interesante y podria vender esta idea a las comunidades para generar una idea en el negocio de los cielo rasos, sobre paredes y fachadas de un material que va a durar mucho tiempo, aunque falta hacerle unos estudios para mirar cuanto tiempo es que va a durar. Y hacer producción a escala, no en impresión 3D que es una producción personalizada, y eso es lo que le da un alto valor agregado, haciendo adoquines. Para enseñarla a la gente que se puede hacer con el reciclado, que el reciclado es plata no es basura. Entonces ese es el trabajo que tenemos a futuro y llevarlo a la impresión 3D. ¿Cómo puedo yo hacer una impresora 3D para trabajar con plástico reciclado? Y hacer mobiliario para parques y hacer mobiliario para fachadas, ese es el reto que estamos proyectando para este futuro cercano.
	Tecnologías Sociales (trabajo en red, las soluciones vienen en dialogo con la comunidad, o con el grupo, las problemáticas son establecidas o vienen del reconocimiento de la comunidad)		**De la información documental**: Teniendo en cuenta que la cultura Maker se basa los pilares; hacer, compartir, jugar, equiparse, cambiar, apoyar, participar, dar/ofrecer y aprender, se presenta un panorama dispuesto para **realizar interacciones a propósito de las necesidades sociales, una clara aplicación de este tema es el trabajo adelantado por el semillero Robótica e Impresión 3D, en relación con las posibilidades de diseñar y construir prótesis por medio del prototipado rápido para personas que no tengan recursos económicos suficientes de adquisición, este proyecto está en etapa de estudio y se basa en trabajos adelantados desde diferentes Makerspaces y Fab Labs en el mundo.** Al construir soluciones artefactuales se está mejorando la calidad vida de una persona o de un grupo social especifico. (Sanabria, 2018)
Tecnologías emergentes	Modelado 3D.	Solución de Problemas: Resultados/prototipos	**De la información documental**: El Makerspace como es un espacio que deriva su mobiliario según la carta Fab Lab expuesta por el MIT, sin embargo además de impresoras 3D, cortadora laser CNC, máquina de ruteado, torno CNC, cuenta con la posibilidad de uso de máquinas y herramientas según necesidad de proyectos particulares, en relación con temas como fundición, metalisteria y procesos industriales. (Sanabria, 2018, p. 92.) Hasta el momento los proyectos de mayor impacto trabajados al interior del semillero tienen que ver con: Impresión 3D, Domótica, Drones, corte laser, modelado y prototipado en 3D. (Sanabria, 2018, p. 96.) **Construcción de proyectos en el semillero Robótica e Impresión 3D.** - **Impresora prusa i3**: Objetivo: Construir una impresora 3D funcional basada en el proyecto internacional RepRap. Resultados: El equipo de trabajo del semillero ha conseguido con mucho esfuerzo un resultado positivo en relación con este proyecto, después de la construcción de esta impresora que ha funcionado de manera correcta, han construido cinco impresoras más, algunas de ellas para la institución y otras para uso personal. **De la entrevista**: Se han generado unos desarrollos, unas mejoras para hacer digamos el chasis de otra impresora 3D, cortado todo a láser, para armar una prusa i3 mejorada, de un formato un poco más grande y ya se le pude poner la publicidad que uno considere, el nombre de uno o de una empresa o el nombre de la institución, pero ya son mejoras. Y el tema del reciclado de la basura electrónica para hacer impresoras 3D, pues eso si fue una patada en el estómago, porque en verdad, concluimos que era mejor hacerla nueva, que ponernos a reciclar, porque el tiempo que gastábamos era tenaz y los chinos se dispersaban muy fácilmente.
	Dispositivos programables.		**De la información documental**: **-Robot domótico Rob-erto.** Objetivo: Construir un robot de tipo jardinero y mayordomo que ayude a labores domésticas en un hogar. Resultados: El proyecto tuvo muchos altibajos, después de realizar varios prototipos se consiguió una funcionalidad del 60% del dispositivo, sin embargo esto ha sido suficiente para participar y ser galardonado en diferentes eventos de robótica de instituciones educativas de la ciudad de Bogotá.(Sanabria, 2018, p. 101.) **-Dron.** Objetivo: Un artefacto que advierta sobre la posibilidad de incendios forestales. Resultados:Este dispositivo ha tenido gran acogida por los participantes del semillero, sin embargo se ha debido solicitar mucha ayuda externa y los elementos a trabajar tienen costo elevado, los integrantes del semillero han participado de manera irregular, el trabajo se ha manejado más a responsabilidad de nivel docentes y Makers externos. **De la entrevista**: **El tema del dron eso fue muy marcado, de un exalumno que fue un pionero, ahorita está con ejército, ayudándole a hacer una aplicación,** pero él fue un pionero en el tema de los drones y él no tuvo inconveniente de venir en las tardes a ayudarme a entrenar a los chicos de bachillerato. **Ahora con el tema del dron, pasamos la solicitud a la institución y nos dieron los recursos, pudimos armar el dron y terminamos con tres drones, en el camino empezamos haciendo uno de madera, luego nos regalaron un chasis, luego nos regalaron otro chasis, y conseguimos más motores, los controles, las hélices que se dañaban,** que se cayeron, fue una experiencia bien interesante esta de los drones que trabajamos también. O sea que, desde el 2014 a hoy, el balance es bien interesante en cuanto a eventos y en tanto a proyectos que se han desarrollado en el semillero, y que los muchachos se sienten muy contentos de haber sido parte de ese semillero.