

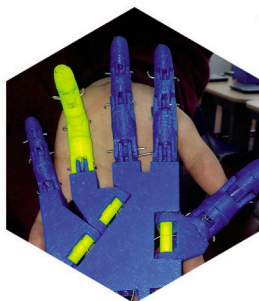
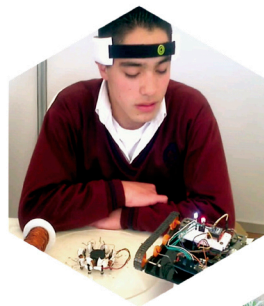
# INVESTIGAR EN LA ESCUELA

## La experiencia de TRV Research Group

Semillero Escolar de Investigación  
del IED Tomás Rueda Vargas (Bogotá)

### EDITORES

Julián Darío Torres Sánchez  
Carlos Alberto Merchán Basabe





# **INVESTIGAR EN LA ESCUELA**

## **La experiencia de TRV Research Group**

Semillero Escolar de Investigación del  
IED Tomás Rueda Vargas (Bogotá)



# INVESTIGAR EN LA ESCUELA

## La experiencia de TRV Research Group

Semillero Escolar de Investigación  
del IED Tomás Rueda Vargas (Bogotá)

### AUTORES Y EDITORES

Julián Darío Torres Sánchez  
Carlos Alberto Merchán Basabe

*Episteme*. Grupo de Investigación en Cognición y Educación

### SEMILLERO TRV RESEARCH GROUP

Jeisson Steven Hernández  
Luisa Natalia Daza Vargas  
Jorge Andrés Soler Pérez  
David Arley Rodríguez Rodríguez  
Jennifer Andrea Prada Díaz  
Nicolás Daniel Álvarez Rincón  
Lisseth Milena Cruz Ruíz  
Elisa Alejandra Marín Claros  
Leidy Natalia González Hernández  
Daniel Alejandro Macana Castellanos  
Kevin Vega Hortua



Investigar en la escuela : la experiencia de TRV Research Group, Semillero Escolar de Investigación del IED Tomás Rueda Vargas (Bogotá) / compiladores, Julián Darío Torres Sánchez, Carlos Alberto Merchán Basabe. – 1a. ed. – Bogotá : Secretaría de Educación del Distrito, 2018.

p.

“Semillero TRV Research Group: Jeisson Steven Hernández, Luisa Natalia Daza Vargas, Jorge Andrés Soler Pérez, David Arley Rodríguez Rodríguez, Jennifer Andrea Prada Díaz, Nicolás Daniel Álvarez Rincón, Lisseth Milena Cruz Ruíz, Elisa Alejandra Marín Claros, Leidy Natalia González Hernández, Daniel Alejandro Macana Castellanos, Kevin Vega Hortua”. – Incluye bibliografía.

ISBN 978-958-48-5364-6

1. Estudiantes de educación media – Investigaciones
2. Investigación científica I. Torres Sánchez, Julián Darío, comp.  
II. Torres Sánchez, Julián Darío, comp.

CDD: 370.72 ed. 23

CO-BoBN- a1036652

#### Modo de citación:

Torres, Julián; Merchán, Carlos. (2018) Investigar en la escuela. La experiencia de TRV Research Group. Semillero Escolar de Investigación del IED Tomás Rueda Vargas (Bogotá). Secretaría de Educación del Distrito, Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico, IDEP. Editorial Magisterio. orcid.org/0000-0002-9922-3954, orcid.org/0000-0002-5265-5303.

## © INVESTIGAR EN LA ESCUELA La experiencia de TRV Research Group

- © Julián Darío Torres Sánchez
- © Carlos Alberto Merchán Basabe (compiladores)

### © Semillero TRV Research Group

Jeisson Steven Hernández  
Luisa Natalia Daza Vargas  
Jorge Andrés Soler Pérez  
David Arley Rodríguez Rodríguez  
Jennifer Andrea Prada Díaz  
Nicolás Daniel Álvarez Rincón

Lisseth Milena Cruz Ruíz  
Elisa Alejandra Marín Claros  
Leidy Natalia González Hernández  
Daniel Alejandro Macana Castellanos  
Kevin Vega Hortua

Bogotá, D. C., Colombia  
Primera edición, diciembre de 2018

ISBN: 978-958-48-5364-6

Fotografías: archivo proyecto

Edición y diseño: Editorial Magisterio

Impresión y acabados:

LA PRESENTE PUBLICACIÓN SOLO SE PODRÁ DISTRIBUIR  
DE FORMA GRATUITA Y NO TIENE CARÁCTER COMERCIAL.

*Los textos y contenidos, así como las imágenes y fotografías que aparecen en la presente publicación, son responsabilidad de los autores.*

*Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida en su totalidad o en sus partes, ni registrada o transmitida por un sistema de recuperación, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico o fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o cualquier otro, sin el permiso previo por escrito del autor.*

*La presente publicación se produce en el marco de las actividades para el apoyo y fomento a redes y colectivos de docentes y directivos docentes del Distrito, según lo establecido en los Convenios Interadministrativos 1452 de 2017 y 488404 de 2018, suscritos entre la Secretaría de Educación del Distrito, a través de Subsecretaría de Calidad y Pertinencia - Dirección de Formación de Docentes e Innovaciones Pedagógicas, y el Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico - IDEP.*





# Contenido

|   |    |
|---|----|
| <b>PRESENTACIÓN</b>   | 11 |
| <b>1. SEMILLERO ESCOLAR DE INVESTIGACIÓN<br/>TRV RESEARCH GROUP. ORIGEN</b>                   | 19 |
| JULIÁN DARÍO TORRES SÁNCHEZ   |    |
| <b>LA SEMILLA</b>   | 21 |
| <b>2. DE LA INTENCIONALIDAD Y SUS PRETENSIONES</b>  | 25 |
| JULIÁN DARÍO TORRES SÁNCHEZ   |    |
| <b>3. LA BRÚJULA Y OTROS MECANISMOS DE ORIENTACIÓN</b>  | 31 |
| JULIÁN DARÍO TORRES SÁNCHEZ & CARLOS ALBERTO MERCHÁN BASABE                                   |    |
| <b>PEDAGOGÍA MEDIADA POR LA INVESTIGACIÓN</b>   | 32 |
| <b>LOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN COMO<br/>HERRAMIENTA PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO</b>  | 34 |
| <b>4. EL CONOCIMIENTO Y LOS ARTEFACTOS</b>  | 35 |
| JULIÁN DARÍO TORRES SÁNCHEZ   |    |
| <b>5. LA AVENTURA Y SUS FRUTOS</b>  | 41 |
| JULIÁN DARÍO TORRES SÁNCHEZ   |    |
| <b>6. SEMILLERO ESCOLAR DE INVESTIGACIÓN: UNA<br/>RECONFIGURACIÓN DEL SABER EN LA ESCUELA</b> | 47 |
| CARLOS ALBERTO MERCHÁN BASABE   |    |
| <b>SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN. CONCEPTOS FUNDAMENTALES</b>                                   | 49 |
| <b>RETOS PARA LOS SEMILLEROS ESCOLARES DE INVESTIGACIÓN</b>                                   | 53 |
| <b>CONDICIONES, APERTURAS Y AVENTURAS</b>   | 56 |

|  |    |
|--|----|
| <b>7. EXPERIENCIAS Y APRENDIZAJES:<br/>LA MIRADA DE LOS ESCOLARES</b>                          | 59 |
| <b>ROBOT “MACAJAJA”. EL INICIO DE TODO</b><br>DANIEL ALEJANDRO MACANA CASTELLANOS              | 60 |
| <b>DE LAS BARBAS DE JULIUS</b><br>KEVIN VELA HORTÚA  | 62 |
| <b>UNA GRAN EXPERIENCIA JUVENIL</b><br>JENNIFER ANDREA PRADA DÍAZ                              | 63 |
| <b>SUEÑOS FORMADOS EN LA ESCUELA</b><br>JEISSON STEVEN HERNÁNDEZ                               | 65 |
| <b>APRENDIENDO CADA DÍA MÁS</b><br>LUISA NATALIA DAZA VARGAS                                   | 69 |
| <b>EXPERIENCIA PARA TODA LA VIDA</b><br>JORGE ANDRÉS SOLER PÉREZ                               | 70 |
| <b>LA VIDA TE DA MOTIVOS PARA CREER EN TI</b><br>DAVID ARLEY RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ               | 72 |
| <b>LAS COSAS Y OPORTUNIDADES QUE A VECES NO VEMOS</b><br>NICOLÁS DANIEL ÁLVAREZ RINCÓN         | 74 |
| <b>PORQUE ESTUVE SENTADO EN HOMBROS DE GIGANTES</b><br>ELISA ALEJANDRA MARÍN CLAROS            | 75 |
| <b>ENCONTRANDO MI CAMINO</b><br>LISSETH MILENA CRUZ RUIZ                                       | 76 |
| <b>EL CONOCIMIENTO EN PRÁCTICA</b><br>LEIDY NATALIA GONZÁLEZ HERNÁNDEZ                         | 78 |
| <b>8. PROVOCACIONES FINALES</b><br>CARLOS ALBERTO MERCHÁN BASABE & JULIÁN DARÍO TORRES SÁNCHEZ | 80 |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>  | 85 |
| <b>SOBRE LOS EDITORES</b>  | 89 |

# Presentación

La escuela siempre está en la necesidad de innovar con el fin de, por un lado, incorporar los nuevos conocimientos que las sociedades tecnológicas y científicas generan casi a diario y, por el otro, gestar con responsabilidad los cambios socioculturales a través de la nueva generación de científicos, artistas, y tecnólogos gestores de cultura que hacen uso y generarán avances de manera responsable en la búsqueda del desarrollo sostenible del país y del mundo.

Consciente de esto, y con el fin de dar respuesta a las exigencias de la Constitución Política de Colombia en su preámbulo, artículos 1, 2, 67 y 68 y a la Ley General de Educación (MEN, 1994), en especial al Artículo 5, y el Numeral 9 de los artículos 23 y 31; así como, a las políticas de investigación en ciencia y tecnología promovidas por Colciencias, se conforma, dinamiza y consolida como innovación educativa el Semillero Escolar de Investigación *TRV Research Group* del Colegio Tomás Rueda Vargas; experiencia formativa y educativa para la generación de personas capaces de resolver problemas y necesidades de orden tecnológico en los ámbitos de las energías sustentables, la producción y recuperación del campo y el diseño de interfaces para la discapacidad.

*TRV Research Group* es una innovación educativa que permite a los estudiantes de secundaria del Tomás Rueda Vargas, sin distinción de grado, vivenciar formas novedosas en la construcción de conocimiento que van más allá de las prácticas disciplinares de las áreas escolares y es próxima a la manera en que se construye en los ámbitos científico-tecnológicos de producción intelectual.

Si bien, el trabajo en semilleros ha sido impulsado de diversas formas por Colciencias desde el 2000 y por RedColSi a través de

sus encuentros anuales, resulta ser innovadora para el estudiantado del Tomás Rueda Vargas pues:

- Transforma sus prácticas escolares más allá de las tradicionales y ensimismadas prácticas de aulas, laboratorios y talleres.
- Sitúa el saber en relación con las problemáticas cotidianas de la comunidad y sus habitantes.
- Permite la vivencia de la producción del conocimiento con el rigor de la producción científica y tecnológica.
- Experimenta e incorpora tempranamente la comprensión, uso y lógicas de la investigación dura.

Para lograr esto, el Semillero Escolar de Investigación *TRV Research Group* trabaja en torno a cinco líneas:

- Energías sustentables. Centrada en la búsqueda de soluciones al problema de escasez de energía económica, limpia y amigable con el medio ambiente.
- Robótica escolar y competencia. Su objetivo es desarrollar en los estudiantes habilidades que les permitan utilizar conocimientos previos de diversas áreas para la solución de problemas propios en las competencias de robótica, se orienta por el lema olímpico "citius-altius-fortius", "más rápido-más alto-más fuerte".
- Tecnología para la discapacidad. 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.
- Tecnología para el campo. Generar soluciones eficientes y eficaces que permitan automatizar procesos industriales en el campo y promuevan el uso responsable de los recursos no renovables.

- Imagen, TICs y creatividad. Fomentar el pensamiento crítico frente a la concepción de la imagen, lo visual y su papel como medio de comunicación cultural y social bajo la premisa “Tus ojos te engañan”.

Estas líneas fueron seleccionadas de acuerdo a los intereses de los estudiantes y son consecuentes con las tendencias y problemáticas que esta generación de investigadores afrontará en el siglo XXI.

En concordancia con la política educativa nacional, esta innovación aporta al trabajo de las áreas básicas y las articula con procesos y prácticas de carácter investigativo que son fundamentales en la construcción de una cultura científico-tecnológica, facilita la conformación de comunidades de conocimiento que, transversalmente ligado al desarrollo de competencias ciudadanas, personales y del aprovechamiento del tiempo libre, permiten la constitución de un aprendizaje con sentido social; contribuye al desarrollo de procesos cognitivos de orden superior, la generación de competencias en y para el aprendizaje autónomo; favorece la alfabetización tecnológica mediante la generación de soluciones de impacto social que favorecen a comunidades y personas reales, facilitan el uso y comprensión de dispositivos tecnológicos y el dominio de procesos y técnicas para la fabricación de productos tecnológicos para el campo, la discapacidad y las energías renovables.

Esta innovación utiliza la metodología de investigación formativa-aplicada, la cual toma saberes ya consolidados en las diferentes áreas de estudio para redescubrirlos mediante su aplicación en contextos nuevos y retadores que surgen y atañen a la realidad más próxima de los estudiantes del Semillero Escolar de Investigación en el marco de las líneas de trabajo arriba mencionadas (energías sustentables, discapacidad, etc.). Desde allí los estudiantes de *TRV RG*, identifican un problema, lo delimitan, formulan un proyecto, consultan información, elaboran hipótesis, diseñan, modelan y desarrollan soluciones-pruebas

y transfieren conocimientos que conllevan a los dos productos: conocimiento nuevo y útil en la búsqueda de alternativas novedosas de solución y un artefacto tangible en condición de prototipo.

Mediante el producto fáctico, los estudiantes comprueban que sus sueños y propuestas de innovación, por complejos que sean, pueden volverse realidad y que estos son una respuesta a la búsqueda de un mejor país y no una utopía educativa; además, les suministra certeza acerca de que sus prácticas escolares son una forma concreta de transformar su realidad y de construir valoraciones críticas de su cotidianidad (Colciencias-Fes-Ondas, 2009) y se reconoce como sujeto de cambio y no como depósito de saberes históricamente constituidos, avalados por las fuerzas del orden comercial, científico-tecnológico y productivo pero que son lejanos de su realidad.

La innovación comenzó en 2014, con resultados exitosos y demostrando que la construcción de ambientes de aprendizaje innovador, fortalecen el proyecto de vida de los estudiantes. Su implementación fue tan exitosa, que las directivas de Tomás Rueda Vargas lo tomaron como eje para la estructuración e implementación de la jornada única en 2016, generalizándolo como práctica curricular. En esta medida el Semillero Escolar de Investigación actualmente cubre tres fases: semilleros de exploración, semilleros de innovación y semilleros de investigación. Este recorrido formativo puede asumir su énfasis en cualquiera de las áreas escolares iniciando en grado 6° y finalizando en 11°.

Es de resaltar que *TRV Research Group* cuenta con el apoyo y acompañamiento de los integrantes del grupo de investigación *Episteme* de la Universidad Pedagógica Nacional, quienes brindan a los estudiantes asesoría en los temas de discapacidad, uso de mediaciones educativas y tecnológicas y generan oportunidades para la divulgación de sus avances en encuentros y congresos nacionales. La experiencia ha sido tan exitosa que el escolar de investigación *TRV Research Group* del Colegio Tamas Rueda Vargas es punto de

referencia de instituciones distritales, gubernamentales y privadas, que han iniciado estas alternativas de innovación educativa.

En ese orden, el objetivo de este libro no es otro que el de compartir nuestro recorrido, logros y experiencias significativas e invitar, a través de la voz de los estudiantes, a los diversos agentes escolares interesados en la investigación y la innovación educativa, a construir su propio Semillero Escolar de Investigación. Confiamos, en que estos capítulos serán una guía útil para ello.

Así, en el primer capítulo damos cuenta del origen, constitución y estado actual de Semillero Escolar de Investigación *TRV Research Group*. En el segundo, declaramos las intencionalidades formativas del Semillero Escolar de Investigación, las problemáticas seleccionadas y el modelo de intervención pedagógica, centrado en tres acciones: exploración-caracterización, estructuración-experimentación y, finalmente, resolución-transferencia. El capítulo “La brújula” y otros mecanismos de orientación da cuenta de las cuatro estrategias de aprendizaje empleados en *TRV RG*: el aprendizaje basado en la investigación y el aprendizaje basado en herramientas TICs.

El cuarto capítulo esboza algunos de las mediaciones técnicas para la discapacidad desarrolladas por el Semillero Escolar de Investigación *TRV Research Group* en estos cuatro año de trabajo: 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.

“La aventura y sus frutos”, capítulo quinto, narra los logros más significativos alcanzados en relación con las prácticas pedagógicas y las formas de aprendizaje de los estudiantes. El capítulo “Semillero Escolar de Investigación: una reconfiguración del saber en la escuela”, presentamos la conceptualización realizada por los integrantes del grupo de investigación en torno a los semilleros de investigación,

sean escolares o universitarios. Allí entendemos que semillero es un ambiente educativo de preparación temprana para la investigación en que aprendices y maestros se convocan para estudiar, reflexionar y construir conocimiento en torno a un interés o intereses específicos sobre un campo de conocimiento disciplinar o profesionalizante; derivando de ellos múltiples resultados.

Once integrantes del Semillero Escolar de Investigación *TRV Research Group* presentan sus motivaciones, aprendizajes y logros alcanzados durante su participación en el semillero; algunos integrantes son egresados y otros están en ejercicio. En el capítulo “Experiencias y aprendizajes. La mirada de los escolares” están consignadas sus narraciones, las cuales fueron motivadas desde un conjunto de preguntas que brindan una mirada diversa en torno al quehacer del semillero y sus impactos. Tales narraciones, desprendidas de las poses académicas, las hemos categorizado en tres campos de aprendizaje: personales, sociales y académicos.

En “Provocaciones finales”, capítulo que cierra el libro, hemos dejado diez recomendaciones para que aquellos docentes y estudiantes interesados puedan constituir su propio Semillero Escolares de Investigación y sentirse acompañados desde este decálogo. Reiteramos nuestra confianza en que este libro sea faro de tales iniciativas.

Finalmente, queremos agradecer a las entidades y personas que nos brindaron apoyo y sin las cuales la publicación no hubiese sido posible:

A la Secretaría de Educación del Distrito y al Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico-IDEP, por realizar la Primera Convocatoria para el apoyo y fomento de Semilleros Escolares de Investigación de docentes y directivos docentes del Distrito Capital, en el marco del componente Innovación Educativa del Convenio No. 488404 de 2018; gracias por confiar en nuestra experiencia.

A la editorial Magisterio por seguir creyendo en las publicaciones educativas como oportunidad de desarrollo de la escuela y sus



maestros, por su acompañamiento editorial y todas las enseñanzas en este sentido.

A los integrantes del Grupo de Investigación *Episteme* de la Universidad Pedagógica Nacional por su apertura y amparo durante este camino.

A las directivas, compañeros y estudiantes del IED Tomás Rueda Vargas, en cabeza de su señora rectora Ruth Isabel Rojas Neira, por su incondicional apoyo con esta aventura.

Por último, agradecemos a todos los integrantes, egresados y en ejercicio del Semillero Escolar de Investigación *TRV Research Group*, aquí están reflejados sus logros.



Foto de los integrantes de TRV RG.

# 1. Semillero Escolar de Investigación *TRV* Research Group. Origen

**Julián Darío Torres Sánchez**

Secretaría de Educación del Distrito  
Colegio Técnico Tomás Rueda Vargas

El Colegio Técnico Tomás Rueda Vargas (IED) es una institución pública adscrita a la Secretaría de Educación Distrital de la ciudad de Bogotá que atiende estudiantes de estrato 1 y 2 de la localidad cuarta, San Cristóbal Sur, cuya situación socioeconómica es compleja, diversa y de alto riesgo. Sus dificultades económicas expone a diario a sus habitantes por los riesgos sociales de sus alrededores, con la urgencia de aprovechar su tiempo libre e interesados en participar en actividades que les permitan ser reconocidos, el intercambio de conocimientos e ideas entre pares y salir de su entorno inmediato para experimentar el mundo.

La condición de desesperanza social de muchos de los estudiantes es tan alta que su credibilidad sobre la escuela es mínima, esto se agrava con las prácticas escolares tradicionales, muchas veces anquilosadas y paquidérmicas, lejanas a la realidad sociocultural y sus problemas, así como a los avances científicos y tecnológicos de vanguardia.

Esta realidad de desesperanza no es ajena a la escuela colombiana y en muchos casos ha sido motivo para que muchos estudiantes prefieran abandonar las aulas, convirtiéndose así en presa fácil de grupos delincuenciales, drogadicción, prostitución y en menor medida, sin ser mejor, de ambientes de explotación laboral de la infancia.

Esta situación ha llevado al equipo directivo y docente del Tomás Rueda Vargas a cuestionar las prácticas educativas y el sentido de la escuela, debatiendo la función social de la educación escolar y la importancia de la construcción de ciudadanos con esperanza, reconociendo que los estudiantes son seres humanos en formación, comprometidos con sus problemáticas y la búsqueda de soluciones, interesados en ser escuchados y ser reconocidos como agentes transformadores del mundo que los rodea. Preguntas y reconocimientos que motivaron al Tomás Rueda Vargas a la búsqueda de innovaciones con función social y aprovechar la capacidad e interés del estudiantado.

Con el ánimo de gestar nuevas respuestas educativas para esta comunidad y sus problemáticas y dar cumplimiento a las exigencias de la Ley Educativa Nacional incorporando los nuevos conocimientos que las sociedades tecnológicas y científicas generan casi a diario, se propuso la creación del Semillero Escolar de Investigación *TRV Research Group*.

El Semillero Escolar de Investigación (SEI en lo que sigue) como innovación educativa, persigue la construcción de una nueva generación de ciudadanos, que confían en la escuela y ven en ella una esperanza de progreso en tanto permite que sus sueños, por utópicos que sean, pueden volverse realidad a través de prácticas solidarias, colaborativas, autónomas y persistentes, que hacen uso de la creatividad, el conocimiento y la disciplina. El estudiantado se aproxima tempranamente a la investigación y a la cultura científico-tecnológica mediante el aprovechamiento de su tiempo libre, la conformación de comunidades solidarias que trabajan por la producción de conocimiento con función social, y se alejan y hacen conciencia sobre las adversas condiciones sociales de violencia que rodean la localidad y de las nefastas garras de la delincuencia.

Además, se constituye en una nueva práctica educativa, lejana del trámite disciplinar del conocimiento y sus rutinas de evaluación y promoción, ya que el estudiante busca, usa y emplea el conocimiento

que necesita en ejercicio de la resolución de los problemas que selecciona; es focalizado y transversal en tanto acude a relaciones interdisciplinarias y transdisciplinarias que emergen de estos problemas, construye una mirada holística de la utilidad del conocimiento y no se rige por la tiranía de las calificaciones sino del interés y el aprendizaje.

El SEI está abierto a los estudiantes de 6° a 11° grado y se desarrolla en tiempos y espacios dentro del plan de estudios, las horas destinadas están constituidas por la ampliación de horario con los que cuenta la implementación de jornada única.

## **La semilla**

El Semillero Escolar de Investigación *TRV Research Group* nace al interior del área de Tecnología e Informática en la especialidad de electricidad, 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.

De allí, y con el interés de un grupo de estudiantes, en febrero de 2014 se conforma el semillero que inicialmente trabaja en contra jornada y atendiendo estudiantes de 10° y 11° grado, lo que les permitió fortalecer sus procesos cognitivos de orden superior, los conocimientos adquiridos en las otras áreas y hacer buen uso de su tiempo libre. *TRV* estableció grupos de trabajo orientados a incentivar el conocimiento, uso y la aplicación de conocimientos en ciencia y tecnología en temas de punta, con lo que se dio inicio al semillero bajo la idea de un trabajo en robótica educativa y aplicaciones asociadas a esta en el campo educativo, tales como la participación en concursos y torneos de robótica, como en el desarrollo de material educativo para las áreas escolares del Tomás Rueda Vargas.

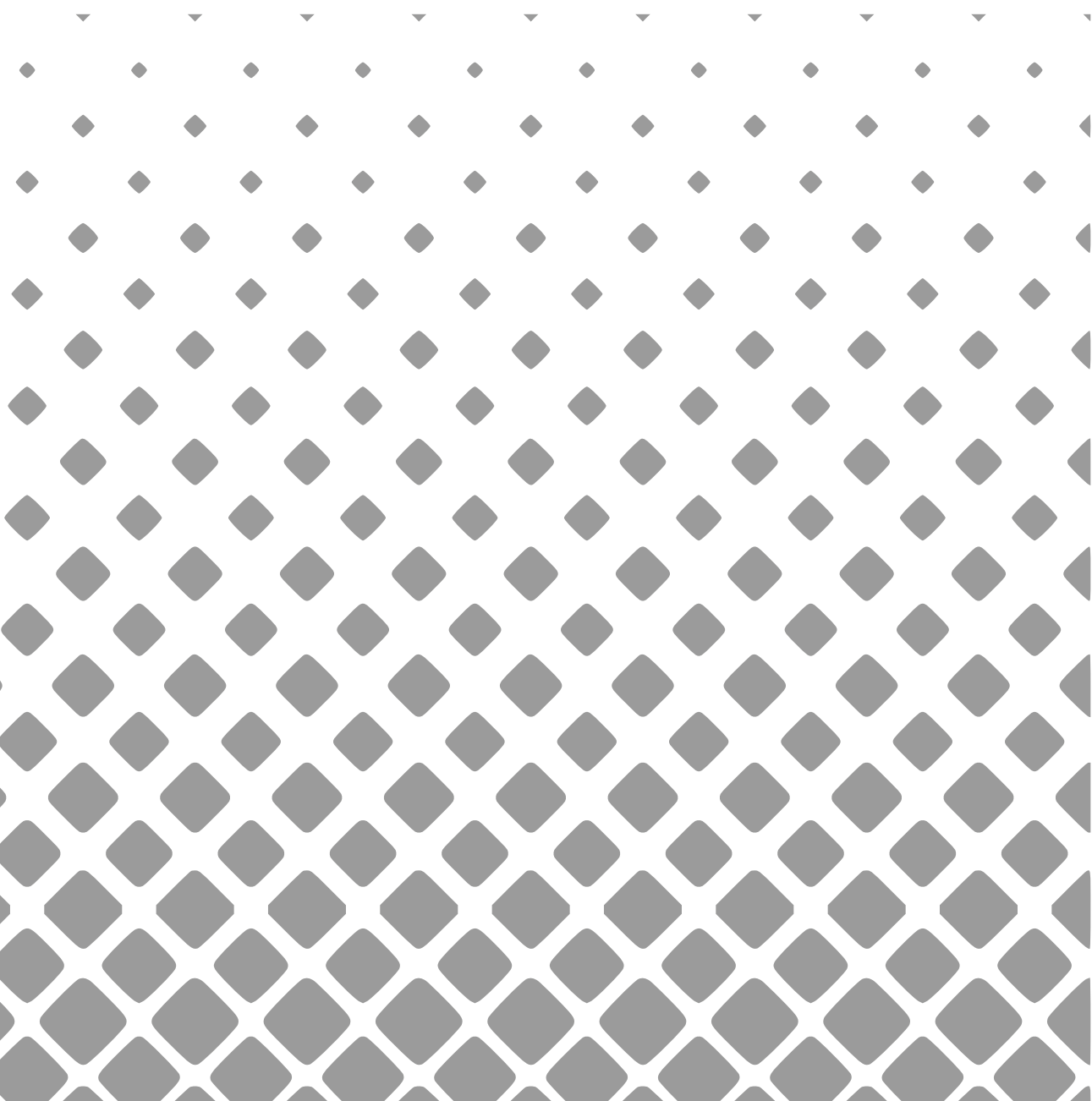
Si bien el trabajo en 2014 presentó resultados positivos respecto al proyecto formativo de la especialidad, fue necesaria la reestructuración del semillero su conformación y objetivos pues quedaban por fuera líneas de interés de muchos estudiantes del colegio y se dificultaba su sostenibilidad, adaptabilidad y replicabilidad del mismo en otras áreas escolares e incluso en otros escenarios educativos distritales, regionales y nacionales.

Esto llevó a la definición de cinco líneas de investigación: energías sustentables, robótica, tecnología para la discapacidad, tecnología para el campo e imagen TICs y creatividad. Líneas que están asociadas a los intereses de los estudiantes y a las problemáticas que afectan la localidad, la ciudad y el mundo, de modo que su estudio temprano los hace conscientes y empáticos con esta realidad y, sobre todo, que favorece el desarrollo de competencias para resolverlas; además de brindar una estructura sólida para conformar redes de conocimiento de orden local, distrital y nacional.

El Semillero Escolar de Investigación *TRV Research Group* pretende trascender en cuanto al impacto de la escuela y de los aprendizajes que allí adquieren los estudiantes para que cada uno de ellos asuma un rol como agente social de transformación y gestor de cultura, de su realidad y de su entorno inmediato.

Es necesario resaltar que la institución cuenta con precedentes de proyectos que no han tenido la trascendencia esperada, como es el caso del programa *Ondas* de Colciencias, cuya intencionalidad estaba orientada hacia la construcción de una cultura de ciencia y tecnología, pero que sin embargo, evidenció falencias como la poca intensidad de las sesiones de trabajo, la escasa continuidad del proceso de un periodo escolar a otro y la dependencia de la labor de terceros (el proyecto era acompañado por entidades educativas ajenas al colegio), situaciones que dificultaron el desarrollo de los procesos y el alcance de los objetivos que buscaba el programa, al igual que su sostenibilidad.

Actualmente, 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; así las áreas básicas debieron conformar semilleros en sus campos ampliando con esto el espectro de intereses de los estudiantes. Los SEI se desarrollan en tiempos y espacios dentro del plan de estudios de jornada única.





## 2. De la intencionalidad y sus pretensiones

**Julián Darío Torres Sánchez**

Secretaría de Educación Distrital  
Colegio Técnico Tomás Rueda Vargas

Como innovación educativa, el Semillero Escolar de Investigación *TRV Research Group* persigue los siguientes objetivos:

- Construir una nueva generación de ciudadanos que confían en la escuela y ven en ella una esperanza de progreso en tanto permite que sus sueños, por utópicos que sean, pueden volverse realidad a través de prácticas solidarias, colaborativas, autónomas y persistentes, que hacen uso de la creatividad, el conocimiento y la disciplina.
- 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.
- Situar el saber escolar en relación con las problemáticas del siglo XXI que afectan su entorno inmediato, personas y comunidades de orden mundial.
- Favorecer la participación, constitución y conformación de comunidades solidarias que trabajan por la producción de conocimiento con función social a través del intercambio de conocimiento entre pares, la participación en eventos académicos, divulgación de los hallazgos, productos en redes y comunidades de conocimiento.

- Transformar las prácticas escolares más allá de las prácticas ensimismadas de aulas, laboratorios y talleres, el trámite disciplinar del conocimiento y sus rutinas de evaluación y promoción a través de la vivencia, elaboración e interiorización de la producción del conocimiento con el rigor de la producción científica y tecnológica.
- Usar, experimentar, comprender e incorporar tempranamente prácticas de investigación aplicadas y en sentido estricto de la cultura científico-tecnológica, con el fin de generar alternativas de solución en el marco de las líneas de energías sustentables, tecnología para la discapacidad, tecnología para el campo y robótica educativa.
- Desarrollar la creatividad, el trabajo en equipo, la ciudadanía, la convivencia y fortalecer procesos mentales de orden superior.

De acuerdo con ello, los estudiantes presentan un interés manifiesto por los siguientes ejes temáticos:

- Energías sustentables. Centrada en la búsqueda de soluciones al problema de escasez de energía económica y limpia, amigable con el medio ambiente.
- Robótica escolar. Su objetivo es desarrollar en los estudiantes competencias que les permitan utilizar conocimientos previos de diversas áreas en la solución de problemas como los que articulan las competencias de esta índole, está orientada por el lema olímpico "citius-altius-fortius", "más rápido-más alto-más fuerte".
- Tecnología para la discapacidad. 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.

- Tecnología para el campo. Generar soluciones eficientes y eficaces que permitan automatizar procesos industriales en el campo y promuevan el uso responsable de los recursos no renovables.
- TICs y creatividad. Fomentar el pensamiento crítico frente a la concepción de imagen y de lo visual y su papel de medio de comunicación cultural y social bajo la premisa "Tus ojos te engañan".

Cada uno de los ejes mencionados 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.

Mediante dicha conceptualización se da el primer paso hacia el proceso investigativo, se plantea como primera actividad la conformación de grupos que "es el primer ejercicio de aprendizaje colaborativo y negociación cultural, desde donde se construye el germen de los otros aprendizajes que tienen lugar durante la trayectoria de la investigación como estrategia. Desde él, además, se propicia una práctica formativa, situada, significativa y propositiva en su cultura" (Colciencias-Fes-Ondas, 2009) con el fin de identificar una problemática de índole personal, familiar, local,

distrital, nacional o global que requiera de una solución y que sea del interés de los estudiantes.

Esta estrategia, aparte de fomentar el trabajo colaborativo, permite identificar las motivaciones, intencionalidades y preocupaciones contextuales de los estudiantes. Además de reflejar, en gran medida, aspectos relevantes de su personalidad y de su historia de vida. En cuanto a los procesos cognitivos, la actividad favorece la observación, definición, distinción, interpretación, relación causa-efecto, sistematización, la crítica y la síntesis (Hernández & Martínez, 2008).

Gracias a la labor exhaustiva que se llevó a cabo durante la planeación del semillero, las problemáticas identificadas por los estudiantes pueden ser enmarcadas de acuerdo a las temáticas en las líneas de investigación planteadas.

Finalmente, desarrollamos un modelo de intervención pedagógica centrada en tres momentos:

***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.

Esta actividad requiere del desarrollo de hábitos y habilidades de pensamiento. De acuerdo con (Hernández & Martínez, 2008) quien lleva a cabo una investigación requiere desarrollar actitudes, habilidades y hábitos. En concordancia con lo anterior, durante todo el proceso se estimula el hábito de la lectura, las habilidades informativas, habilidades para construir método, trabajo en equipo, la autocrítica, el espíritu científico, entre otros no menos importantes.

**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. Esta fase le permite al estudiante empezar a estructurar opiniones, juicios y decisiones a partir del uso de hechos, reglas y principios.

**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

y gestos técnicos posibles presentes en ellos, o en gestos técnicos realizados y gestos técnicos posibles presentes en las actividades biológicas naturales (Merchán, 2008). En esta etapa, Se presentan resultados y se comunican de forma sistemática y creativa, además se demuestra de qué manera influye en la construcción y transmisión de conocimiento entre pares y redes.

Finalmente, cabe agregar que todas las fases son documentadas mediante un diario de campo, fotos y videos. Además, cada uno de los grupos integrantes de *TRV RG* debe comprometerse a dar a conocer su proyecto a la comunidad mediante redes sociales, redes de conocimiento, recursos digitales, orales y/o escritos, encuentros, foros, concursos y ponencias. Para este momento cada uno de los estudiantes debe ser competente en cualquier contexto de: concluir, evaluar, juzgar, argumentar opiniones, defender y priorizar (entre otras no menos importantes).

### 3. La brújula y otros mecanismos de orientación

**Julián Darío Torres Sánchez**

Secretaría de Educación Distrital  
Colegio Técnico Tomás Rueda Vargas

**Carlos Alberto Merchán Basabe**

Profesor de planta de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN)

La dinámica del Semillero Escolar de Investigación se desarrolla bajo dos estrategias de aprendizaje: aprendizaje basado en investigación y el aprendizaje basado en herramientas TICs. En el primer caso entendemos que 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.

Estas estrategias buscan educar para problematizar, conceptualizar, diseñar, fabricar y evaluar (Merchán, 2012) mediante la apropiación de herramientas tecnológicas de producción digital 3D, propiciando la innovación abierta y la inteligencia colectiva que favorezca el potencial creativo de los estudiantes mediante prácticas colaborativas propias de la cultura *maker*.

Con la filosofía de *maker* (Anderson, 2002), se pretende en aulas centradas en experiencias *fablabs*, *Makerspace*, generar ambientes de aprendizaje y Actividades Tecnológicas Escolares –ATE– (Merchán, 2009) donde se aprenda haciendo y por interacción distribuida, donde se libere la creatividad de los estudiantes a partir del

uso de estas nuevas tecnologías y se intercambie conocimiento con pares de otras latitudes a través de las redes sociales y especializadas movilizando la creatividad colectiva.

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 además donde crecen como individuos responsables evolucionando de consumidores a productores o "proconsumer" (Anderson, 2002; Rozas, 2015; Fressoli & Smith, 2016).

## **Pedagogía mediada por la investigación**

La innovación se sustenta en una propuesta de orden cognitivista centrada en aprendizaje verbal significativo de Ausubel *et al.* (1978) donde se entiende que la persona tiene el papel fundamental en la construcción del conocimiento, acorde a sus intereses y motivaciones, su ritmo de aprendizaje y experiencias previas, pero que es dependiente de la guía intencional, procesual y constante del maestro. En esta propuesta se entiende que el aprendizaje es un proceso cognitivo social e instrumental (Vygostky, 1984), basado en cuatro momentos: vivencia, elaboración, interiorización y transferencia (Merchán, 2012).

Así, 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. El docente oficia como un agente problematizador, resolutor de dudas y proveedor de información que conecta intereses particulares de investigación con intenciones curriculares de enseñanza. El desarrollo de la investigación, proyecto seleccionado, implica que el estudiante vivencie, elabore e interiorice los procesos asociados a la resolución del problema tales como: identificar el problema, buscar información, presentar alternativas de



solución y la fabricación. La transferencia queda sujeta a los intereses de los estudiantes por incorporar estos aprendizajes a la solución de otros problemas y en otros contextos.

El semillero como innovación educativa, permite la incorporación parcial o total del estudiante en una investigación (Bastidas V., 2017; Bastidas D., 2009) que surge de su interés particular, implica la cooperación social del conocimiento y la orientación del maestro. En este sentido la investigación se adapta el carácter de estrategia de aprendizaje.

De acuerdo con (Hernández & Martínez, 2008), la investigación demanda en el estudiante llevar a la práctica una gran gama de procesos cognitivos involucrados en tareas como definir, distinguir, analizar, criticar, establecer relaciones y sus causas y sistematizar. Además, dicha estrategia requiere que el estudiante desarrolle actitudes, habilidades y hábitos esenciales para su formación tanto intelectual como personal. Por ejemplo, se consolidan hábitos de lectura, se fortalecen las habilidades comunicativas, se desarrollan estrategias para construir método, se propicia el trabajo en equipo, la autocrítica y el espíritu científico.

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.

## **Los proyectos de investigación como herramienta para el aprendizaje significativo**

En este sentido, Chávez (2012) plantea que la necesidad de que los alumnos desarrollen competencias está directamente relacionada con un aprendizaje significativo. Al trabajar con proyectos se fortalecen habilidades propias para integrar grupos de trabajo; los estudiantes se involucran directamente a un campo de estudio; se combinan los saberes empíricos con nueva información; crean estrategias para dividir el trabajo, plantear metas definidas y dirigidas; se responsabiliza por el desarrollo personal y colectivo; se destierra la simulación; y se generan productos y resultados paulatinos reales, que son evidencia innegable del éxito de la técnica aplicada.

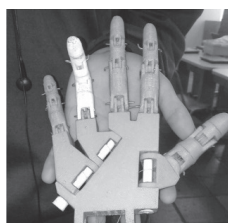
El uso de las herramientas TIC en el aprendizaje basado en proyectos ayuda a que los estudiantes que se involucren en las cuestiones y preguntas relevantes de sus vidas; hacen del quehacer investigativo un puente de acceso al conocimiento real y les permite generar estrategias de solución a problemáticas cercanas. Los recursos de las TIC les dirigirán a una variedad de recursos en este enfoque, la investigación detrás de esta, y cómo puede usarla para transformar su entorno a partir de una postura de pensador independiente (Domingo, 2015).

## 4. El conocimiento y los artefactos

**Julián Darío Torres Sánchez**

Secretaría de Educación del Distrito  
Colegio Técnico Tomás Rueda Vargas

En el transcurso de estos cuatro años de las instalaciones del IID se han gestado conocimientos, bienes digitales 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.



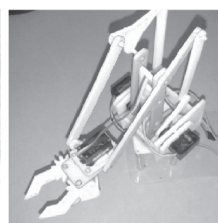
a) Prótesis



b) Control EEG



c) AT invidentes

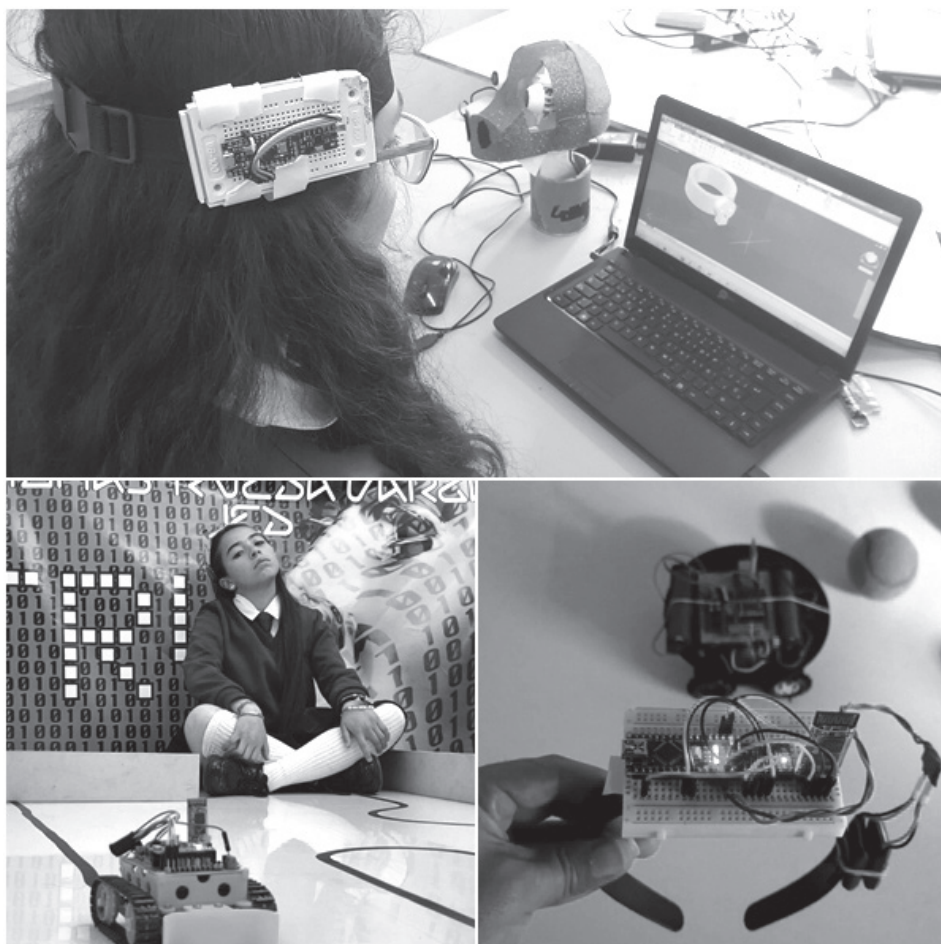


d) Brazo Robótico

La gran mayoría de estos productos se han desarrollado mediante la adopción de herramienta *free source* como Arduino, Processing, Frizzing, etc.

El resultado de este tiempo de trabajo reafirma el postulado de Fressoli y Smith (2016): “los momentos más creativos de la fabricación digital parecen suceder cuando se establecen espacios híbridos de experimentación que combinan saberes formales y académicos con la experimentación informal que se produce en los *FabLabs* y *Makerspaces*” (Anderson, 2002; Rozas, 2015; Fressoli & Smith, 2016).

Por ejemplo, para el diseño e implementación de una ayuda técnica para personas con cuadriplejía 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.



Dispositivos para el acceso al computador giroscopio.

Y seguimos pensando en el futuro, en tecnologías vasculares (Larrondo, 2014) o de impresión con fibras y organismos vivos que nos permitan brindar más opciones a personas con problemas de salud e implicación social.

Es de resaltar que todos los artefactos implementados como solución requirieron indagar en temas específicos y acceder a todo tipo de información habilitada en la red, de manera responsable y respetuosa. Esto es, con reconocimiento a los derechos de autor, con uso

y fines prácticos y educativos; y acordes con las intenciones de desarrollo tecnológico y científico. La experiencia ha sido desarrollada a partir del constante uso de las TICs en ámbitos propios del quehacer investigativo. El uso de escaneo e impresión 3D en la implementación de dichos desarrollos, han requerido, debido a su complejidad, del intercambio de conocimiento con comunidades especializadas *online* en estos campos de estudio; el acceso a blogs, tutoriales, manuales de fabricante, videos en diversos idiomas e información de expertos han orientado el trabajo en las cinco líneas de investigación implementadas.

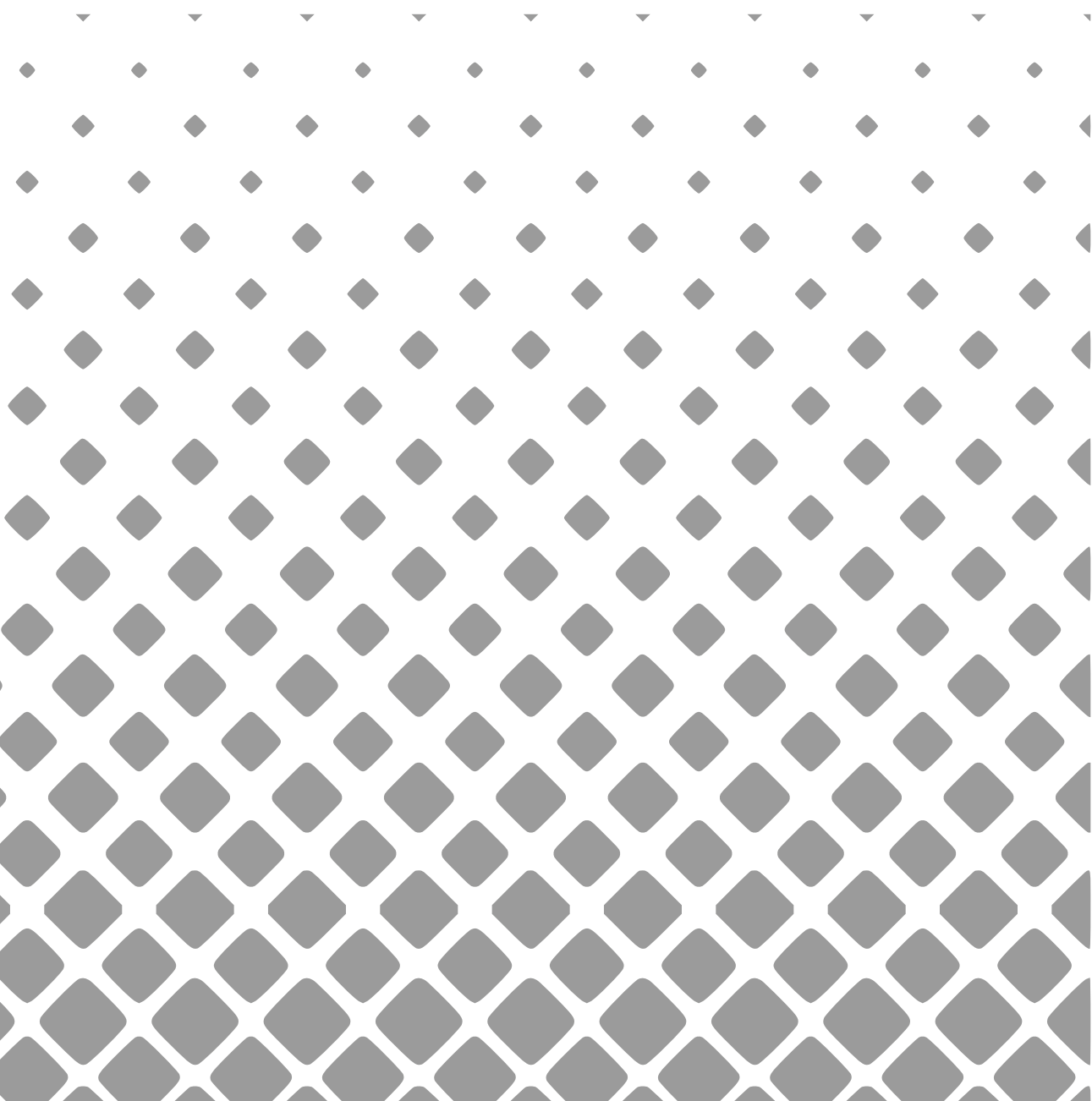


Estudiantes trabajando en la impresión 3D y los montajes.

Dada la naturaleza innovadora de muchos de los proyectos desarrollados en el semillero se ha recurrido a páginas como eBay, Amazon y Pololu para la compra e importación de dispositivos electrónicos no disponibles en el mercado colombiano. Cabe agregar que tanto el trabajo colaborativo como la divulgación de los diversos desarrollados han sido difundidos mediante videos, fotos y archivos multimedia a través de redes sociales. También se ha recurrido a técnicas como Chroma Key para divulgar muchos de los dispositivos implementados.

El diseño e implementación tanto de Robótica escolar como de Robótica de competencia se realizaron mediante la utilización de graficadores, simuladores y programación por ordenador. Cabe agregar que muchas de las piezas diseñadas para dichos artefactos han sido compartidas en línea con el objeto de crear redes de colaboración y conocimiento.

Es importante enfatizar que el semillero pretende incentivar el espíritu investigativo en los estudiantes con el fin de promover cambios sociales que permitan asumir posturas más críticas frente al consumo, al desarrollo de conocimiento científico y tecnológico como a la transformación de su realidad y sus contextos.





## 5. La aventura y sus frutos

**Julián Darío Torres Sánchez**

Secretaría de Educación Distrital  
Colegio Técnico Tomás Rueda Vargas

El grupo inicio con 2 estudiantes en el mes de febrero de 2014, actualmente el semillero atiende estudiantes desde grado 6° a undécimo dos horas semanales por grado de acuerdo con plan de estudios en jornada única y asesora exalumnos que aún hacen parte del semillero y que cursan carreras afines a las líneas de investigación ofrecidas por el semillero. Antes de la curricularización de los semilleros los estudiantes no estaban obligados a asistir y tampoco se encontraban institucionalizados los espacios destinados al semillero, sin embargo, su asistencia era continua durante 12 horas a la semana.

Algunos de los logros más significativos en estos cuatro años son:

Transformación en las prácticas escolares más allá de las prácticas en el aula, a través de la experiencia directa mediante la utilización de eventos académicos como ambientes de aprendizaje autónomo y solidario. La participación en diversos eventos académicos a diferentes universidades ha permitido que los estudiantes que asisten reevalúen su proyecto de vida frente a una carrera profesional y a su ingreso. Los ha acercado a la vida universitaria cambiando su posición en cuanto a las falsas dificultades de ingresar a la educación superior. Prueba de lo anterior es el aumento de estudiantes que para el 2016 ingresaron a una institución de educación superior respecto al año anterior. Varios de los estudiantes que hicieron parte del semillero han

sido beneficiados con el programa Ser Pilo Paga gracias a su notable desempeño académico.

Durante la elaboración de cada una de las fases los estudiantes han manifestado la necesidad de evocar conceptos aprendidos en otras áreas de conocimiento. Durante el diseño e implementación de prototipos se observó en los estudiantes habilidades procedimentales y cognitivas propias de las ciencias exactas.

Gracias a las encuestas realizadas se logró establecer que los participantes del semillero manifiestan interés y agrado por el trabajo que allí desarrollan, además manifiestan tener nuevas posturas frente al mundo que los rodean producto de las experiencias vividas en competencias y exposiciones. La responsabilidad que implica representar al colegio en dichos eventos ha demostrado fortalecer la identidad institucional y el sentido de pertenencia.

Las problemáticas identificadas en la línea de tecnologías para la discapacidad le ha brindado al semillero el segundo puesto en la modalidad de muestra en el primer concurso distrital de robótica. Además, les ha permitido a los estudiantes la oportunidad de pensar en el otro, situación que favorece su convivencia y su rol como ciudadanos de derechos y deberes.

Consolidación de los docentes como agentes de Transmisión y adquisición de conocimiento. El semillero dio pie a llevar a la práctica metodologías desarrolladas durante los posgrados (Maestría en Tecnologías de la Información aplicadas a la educación) realizados por los docentes directores del semillero.

El Semillero Escolar de Investigación les ha brindado a los estudiantes la oportunidad de presentar sus ideas en varios contextos, también el intercambio de conocimientos entre pares y la conformación de redes académicas, de forma presencial y mediante redes sociales. Un ejemplo de esto es la articulación con grupos académicos de la misma índole como el grupo de investigación *Episteme* de la Universidad Pedagógica Nacional y su participación en el primer

encuentro distrital de semilleros de investigación de colegios del distrito en el año 2015 como ponente en las instalaciones de la Fundación Universitaria Monserrate. Ser sede y organizador del segundo encuentro distrital de semilleros de investigación de colegios del Distrito en el año 2016.

Las líneas de energías sustentables, tecnología para la discapacidad, tecnología para el campo, robótica educativa, las TICs y creatividad han facilitado el uso la experimentación, la comprensión y la incorporación de prácticas tempranas de investigación aplicada, situación que puede ser evidenciada con los desarrollos que son presentados en eventos académicos y en eventos institucionales.

Los proyectos les ha permitido a los estudiantes desarrollar la creatividad, el trabajo en equipo, la ciudadanía, la convivencia y fortalecer procesos mentales de orden superior, a partir del acceso y apropiación de tecnologías de última tendencia como la impresión 3D, el escaneo 3D, Internet de las cosas y dispositivos *Smart*. Además, les ha permitido utilizar las TICs como herramientas para transformar la vida de otros como en el caso de las ayudas técnicas para la discapacidad.

El Semillero Escolar de Investigación *TRV Research Group* fue pionero en la conformación de grupos de esta índole. Fue guía y ejemplo para la conformación de otros semilleros como el grupo de investigación *D-DREAM* de la Fundación Universitaria Monserrate, grupo conformado por estudiantes de colegios distritales de la localidad de Ciudad Bolívar y Suba. Gracias a esta articulación fue formada la Red de Semilleros de Investigación en colegios distritales. La labor desarrollada mediante la experiencia ha sido acogida y reconocida favorablemente no solo por la comunidad educativa, sino también por la comunidad local y distrital, muestra de esto es el continuo apoyo por parte de los padres de familia, de la institución, de entidades como la Alta Consejería para la TICs, de la SED Bogotá, ACOFET, Grupo *Episteme* de la Universidad Pedagógica Nacional y de algunos medios de comunicación que han mostrado interés en la experiencia.



Estudiantes en concursos y eventos hablando al público.

Las dinámicas propias de *TRV RG* han permitido que los estudiantes miembros de las diferentes líneas capaciten estudiantes y docentes en el uso de tecnologías de producción digital como la impresión 3D y el modelado 3D.

En la actualidad el colegio hace parte de jornada única y gracias en gran medida al éxito de la experiencia. El programa bandera de esta son los semilleros de investigación en todos los grados con una variedad más amplia de temáticas.

La innovación ha requerido de la colaboración y apoyo de la rectoría como gestora administrativa y de presupuesto para el desarrollo del semillero, la colaboración desde administrativos para la gestión y adquisición de equipos especializados, el apoyo del docente encargado de la especialidad de electricidad y la dirección del docente a cargo del semillero. Además, cabe agregar que los padres de familia de los estudiantes involucrados han brindado su apoyo desde su posición de acudiente.

Posterior al primer año y a partir de las indagaciones del semillero se han adquirido *kits* de robótica e impresoras 3D; sus características les brindan a los estudiantes la posibilidad de experimentar con tecnología de última generación además de participar en el proceso de diseño y fabricación de artefactos. De esta forma la institución se

convierte en el primer colegio distrital con este tipo de tecnología y se establece el *Laboratorio de Investigación y Desarrollo (LID)* espacio que busca el acceso a personas de diversos niveles educativos, capacidades y género en la solución de problemas reales para sujetos reales.

Gracias al éxito del proyecto, actualmente el *LID Makerspace*, hoy día cuenta con la participación de docentes en mecánica, química, artes, diseño y educación especial además de varias herramientas tecnológicas de producción digital: un *scanner 3D*, dos impresoras 3D y un CNC además cuenta con un sistema para reciclar el material sobrante, herramienta que brinda la oportunidad de experimentar con la producción de nuevos materiales y estructuras fortaleciendo el consumo responsable Pro-consumer (Anderson, 2002; Rozas, 2015; Fressoli & Smith, 2016).

Se cuenta además con *tablets* y *software* especializado suministrado por comunidades de desarrollo *free source*. Vale la pena agregar que gracias a los equipos con los que se cuentan se diseñan e implementan plataformas didácticas para Robótica escolar e instrumentación, equipos que además han permitido el desarrollo de dispositivos como los mencionados en el aparte 5.



LID y estudiantes trabajando con los dispositivos nombrados.

Respecto cualificación del docente acompañante del semillero, el nivel de formación y en temas de investigación, robótica, graficadores especiales y producción mediante impresión 3D han sido definitivos a la hora de gestionar, desarrollar y sostener el semillero de investigación.

# 6. Semillero Escolar de investigación: una reconfiguración del saber en la escuela

**Carlos Alberto Merchán Basabe**

Profesor de planta de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN)

La Ley de Ciencia y Tecnología y sus normas reglamentarias (Ministerio del Trabajo y Seguridad Social, 1993), así como El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de 1990, la Ley 30 de 1992 y la Misión de los Sabios de 1994 (Presidencia de la República, 1996) posicionaron 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” (Monroy, 2015); pero también impuso a las entidades educativas, en especial a las universidades, la urgente transformación de las prácticas educativas con el fin de tender una ruta formativa para los investigadores que dieran cumplimiento a tal meta.

Esta misión no es ajena a Colciencias que, desde su fundación en 1968, impulsa diversos programas para la formación de investigadores siendo el proyecto Ondas, el impulso a semilleros universitarios de investigación y los programas de Jóvenes Investigadores las estrategias más exitosas desde inicios del segundo milenio. Estas estrategias son las acciones más contundentes a las demandas exigidas por las normas, entidades y académicos señalados más atrás. Ambos retos han sido cubiertos desde la perspectiva de la formación

universitaria, principalmente. Por un lado, la formación posgradual investigativa mediante especializaciones, maestrías, doctorados y posdoctorados y, por el otro, desde la temprana formación en investigación siguiendo las estrategias ya enunciadas.

No obstante, y pese a los crecientes resultados en la formación de investigadores, la investigación sigue siendo exigua y sus resultados muestran escasos impactos en el ámbito social y productivo del país (Núñez, 2007; Aghón & Otros., 2001; Melo, 2013a; 2013b).

En este sentido coincidimos con Melo (2013b) cuando nos advierte que existe “la idea de que la investigación guarda una relación muy estrecha con el desarrollo (...) supuesto válido en sentido general, (...) pero no sabemos si esto es cierto para Colombia pues la investigación que se hace en el país tiene una relación muy tenue con el desarrollo económico y está lejos de ser una locomotora del crecimiento”.

Es por esta razón que *Episteme, Grupo de investigación en cognición y educación*, desde su inicio ha procurado darle un sentido social a la investigación y renovar el sentido y utilidad del conocimiento en la resolución de problemas educativos y sociales de relevancia. El presente libro refleja esta filosofía, perspectiva pedagógica y compromiso social, capítulos precedentes y el testimonio de los aprendices, así lo demuestran.

De fondo subyace nuestra perspectiva acerca de la sistemática producción de conocimiento que la investigación ofrece: promover el reconocimiento vital del ser humano, de la sociedad y sus transformaciones, así como la anticipación de las soluciones a problemáticas de primer orden, las cuales deben orientar la renovación activa y significativa de los valores humanos, de los campos del saber y de las prácticas pedagógicas escolares.

Ello constituye un principio fundante del quehacer de los integrantes del grupo de investigación *Episteme* y es adelantado en diversos escenarios educativos: grupos de estudio; Semilleros Escolares de Investigación (en adelante SEI), semilleros universitarios de primera,



segunda y tercera fase (Jaimes, 2001; Domínguez, 2003); dirección de trabajos de grado orientados a la investigación formativa en los niveles de pregrado y en sentido estricto postgrados del Departamento de Tecnología de la UPN (Licenciaturas en diseño tecnológico y electrónica, especialización y maestría en Tecnologías de la Información aplicadas a la educación).

Nuestra experiencia y resultados alcanzados en estos escenarios nos impulsaron, en 2013, a trabajar en torno a los SEI en educación básica y media, siendo el semillero *TRV Research Group* el de mayor tradición. La formación y cualificación temprana de investigadores a través de este semillero da cumplimiento a nuestra función y creencia de lo que la investigación debe ser, hacer y expresar.

Este capítulo da cuenta de algunos de los puntos centrales de este ejercicio en la promoción, conformación, acompañamiento, aseguramiento y dinamización de los Semilleros Escolares de Investigación.

## **Semilleros de investigación. Conceptos fundamentales**

Un Semillero de Investigación (escolar o universitario) es un ambiente educativo de preparación temprana para la investigación en que aprendices y maestros se convocan para estudiar, reflexionar y construir conocimiento en torno a un interés o intereses específicos sobre un campo de conocimiento disciplinar o profesionalizante, ello los obliga a indagar, de manera activa, significativa y sistemática, el estado del arte del campo del saber en relación con los principios que rigen este conocimiento, los avances teóricos alcanzados, los métodos de construcción de conocimiento y sus formas de divulgación, con el ánimo de renovar su 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, así como la anticipación de problemáticas

de primer orden que afectan la vida en el mundo (humana y de otras especies) y que permiten la renovación activa y significativa de los valores, derechos y deberes que los campos del saber y de las prácticas pedagógicas escolares deben promover.

En este orden, un semillero fomenta la cultura investigativa, la construcción de ciudadanos críticos, reflexivos y proactivos (Jaimes, 2001) en virtud a la utilidad práctica del conocimiento en la resolución de los problemas sociales (Domínguez, 2003) que aquejan a una generación.

Un semillero se caracteriza porque:

- 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; para ello se comprometen, participan e indagan dicho campo con el fin de reconocer sus líneas de investigación, caracterizar nuevas problemáticas, sus formas de producción de saber y artefactos y/o revisar de manera crítica los saberes establecidos, de manera que de ellos emerjan trabajos de grado, proyectos de investigación aplicada y producción académica escrita que adelantarán.
- 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. Los docentes se encargan de cualificar a los estudiantes en los métodos, técnicas de recolección y análisis de información, así como en la generación de los productos que el campo promueve. Es necesario advertir que aquellos semilleros que se orientan a la producción técnica y tecnológica aprenden

## 6. Semillero Escolar de investigación: una reconfiguración del saber en la escuela

los métodos, procesos, herramientas y procedimientos fundamentales para la producción de artefactos, que no eximen la producción de conocimiento explicativo.

- Se reúne con una determinada intensidad semanal para profundizar sobre el campo con el fin de generar 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.

Para que el semillero 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. Esto implica un agente externo al semillero, generalmente de carácter administrativo que pueden ser según su naturaleza rectores, coordinadores, jefes de área; decanos, directores de carrera o programa, entre otros. Sin estas destinaciones es posible que los semilleros queden reducidos a grupos de estudio con relatoría (Jaimes, 2001).
- 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, etc. Sin estos escenarios de intercambio los semilleros no podrán reconocerse en sus logros, dificultades y no podrán generar lazos

de intercambio, ni crear redes de conocimiento. Solo socializando el conocimiento circula.

- 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. Sin una percepción inmediata de estos valores es posible que los semilleros no lleguen a su conformación.

En ese orden, los productos de un semillero se pueden clasificar en tres ámbitos: personales, sociales y académicos. Corresponde a cada semillero definir los logros para cada ámbito. Por ejemplo, algunos de los semilleros que están a cargo de los integrantes de *Episteme* han definido:

*Los logros personales* que persiguen los integrantes del Semillero Universitario de Investigación *Prometeo*, de la Licenciatura en Diseño Tecnológico de la Universidad Pedagógica Nacional, están representados dos aspectos: por un lado en la constitución de ser humano que expresa su potencialidad y capacidad como proyecto de ser persona a través de la investigación; y por el otro, en la construcción de un profesional docente capaz de transformar sus prácticas de aula y sus estrategias didácticas en el reconocimiento del otro, de saber y de los ambientes de aprendizaje en que se inserta.

Para el Semillero Universitario de Investigación *Ee'iranajawa*, de la Licenciatura en Educación Especial de la UPN, *el logro social* está representado en la generación de mediaciones tecnológicas y pedagógicas para las personas en situación de discapacidad de manera que estas puedan implicarse de manera autónoma, activa y responsable en los entornos de su cotidianidad en que participa.

Por su parte, *el logro académico* que persiguen los integrantes del semillero Escolar de Investigación *TRV Research Group*, del colegio Tomás Rueda Vargas, está marcado por el creciente aumento de

sus capacidades cognitivas, pragmáticas y deontológicas en la producción de artefactos tecnológicos que expresan la relación interdisciplinar entre las ciencias básicas (naturales, sociales y matemática), la tecnología y la discapacidad y que resuelven problemas prácticos de la supervivencia y la comunicación; pero que además permiten el disfrute del conocimiento en la participación activa de sus integrantes en competencias nacionales e internacionales.

En estos tres ámbitos descansan los propósitos de la conformación de semilleros escolares y universitarios de investigación.

## **Retos para los Semilleros Escolares de Investigación**

Como anticipamos cuatro (4) son los objetivos que consideramos deben alcanzar los integrantes de Semilleros Escolares de Investigación:

1. Reconocerse como ser humano positivo, en potencia y acto, cuyas formas de ser y de estar en el mundo le permiten participar activamente de sus beneficios por encima de las adversidades. Una persona en co-construcción en tres escalas: el yo, el otro y el nosotros.
2. Adentrarse en las nuevas formas de constitución y transformación de las sociedades y la cultura-
3. Adquirir los principios que subyacen a un campo de conocimiento, sus modelos de representación, normas, técnicas y productos que lo rigen y sus formas de divulgación, con el fin de renovar sus aplicaciones y prestaciones en la generación de propuestas de solución a las problemáticas de primer orden que afectan la vida humana y la de las otras especies.

4. Renovar en forma activa y significativa los valores, derechos y deberes que los campos del saber y de las prácticas pedagógicas escolares deben promover para la constitución de lo humano y lo social.

En este sentido, un Semillero Escolar de Investigación debe proveer a los participantes vivencias que le permitan alcanzar estos cuatro objetivos.

Para los integrantes de *Episteme* esto se logra a través de problemáticas reales, actuales y de alta implicación afectiva, ya que trabajamos con personas reales, cuya afectación-relación hace más comprensibles los problemas, y cuya participación afectiva asegura la motivación y la vocación al servicio. Algunos de los ejes temáticos que hemos seleccionado para la promoción de los semilleros que acompañamos son: Discapacidad e implicación social; energías renovables y sostenibilidad; Alimentación y supervivencia; Superpoblación y seguridad; Movilidad y convivencia.

Como se observa estos temas están directamente relacionados con los objetivos de desarrollo del milenio (PNUD. Programa para el desarrollo de las Naciones Unidas, 2000) y los objetivos de desarrollo sostenible propuestos por la Unesco (Scott, 2015; UNESCO, 2015b; 2016) respectivamente; de acuerdo con Amartya Sen (PNUD. Programa para el desarrollo de las Naciones Unidas, 2000) estos son los problemas que debe enfrentar esta generación para asegurar la vida de la especie humana en el mundo y, por su naturaleza, exigen el desarrollo del pensamiento tecnológico (Merchán, 2013), ya sea en el nivel de formación de usuario, de adopción, adaptación o generación de productos tecnológicos.

Por ejemplo, en la línea de *discapacidad e implicación social* algunos problemas que proponemos tienen que ver con 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, biología, educación física y lenguaje.

*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 reemplazan 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.

*Superpoblación, redes sociales y seguridad* es un eje temático que convoca áreas como Tecnología e Informática, Sociales, Matemáticas, Artes y Lenguaje; se ocupa esencialmente de reconocer los problemas sociales de comunicación y convivencia que afectan a las poblaciones con alta densidad poblacional, y los problemas de seguridad que se dan dentro de ella y las redes sociales. Estos temas afectan la realidad de los aprendices, sus relaciones y la vida en la escuela.

Finalmente, el eje temático *Movilidad y convivencia* se relaciona con las problemáticas del transporte que afectan tanto a las pequeñas comunidades del mundo como a las más grandes urbes. Los problemas de movilidad traen consigo problemas de convivencia y afectan el desarrollo humano. En este sentido se busca la generación de alternativas de transporte eficiente, eficaz y rentable para las comunidades que reduzcan los trancones, el estrés y las interacciones personales. Interpela este eje las áreas escolares de Física, Ciencias Sociales, Tecnología, Matemáticas, Educación Física.

Estamos seguros de que estos ejes temáticos promueven una comprensión interdisciplinar del conocimiento y su utilidad en la resolución de problemas reales y cotidianos, dando con ello una perspectiva distinta al saber escolar y a nuestro paso por la escuela, tanto para los estudiantes como para los maestros.

## **Condiciones, aperturas y aventuras**

La investigación es la forma sistemática de indagar y estudiar una parcela de la realidad con el fin de producir conocimiento que, de un lado, permite explicarla-intervenirla (investigación social e investigación natural); y de otro, conservarla, transformarla o recrearla (investigación tecnológica), en este sentido los Semilleros Escolares de Investigación pueden abordar una de las tres tradiciones investigativas y



## 6. Semillero Escolar de investigación: una reconfiguración del saber en la escuela

familiarizarse con su naturaleza, fases y funcionamiento. Esto dependerá, principalmente, de las fortalezas académicas e investigativas del o los docentes que convoquen a la conformación del SEI.

Lo anterior, resalta la necesaria alianza con las universidades, ya que por esta vía se aseguran varias cosas (las aperturas):

1. El acompañamiento y dinamización del Semillero Escolar por parte de docentes y estudiantes universitarios que acceden y van a la vanguardia en el campo de conocimiento de interés del SEI.
2. La generación de escenarios de participación, divulgación e intercambio del saber por parte de los estudiantes de la educación básica y media en congresos, encuentros y seminarios de la educación superior.
3. La vivencia y aproximación de los estudiantes a los escenarios de investigación dura, "científica", que la universidad posee: laboratorios, talleres, grupos de investigación.
4. El fortalecimiento de las competencias investigativas del o los docentes acompañantes del SEI.
5. El reconocimiento, por parte de los aprendices de educación básica, de las oportunidades de acceso y permanencia exitosa en la educación superior, con la temprana adquisición de competencias en investigación y la producción de conocimiento.

De otro lado, como hemos insistido en este texto, el trabajo en el Semillero Escolar de Investigación posibilita la reconfiguración del ser humano en dos vías (las aventuras):

1. El reconocimiento del "yo" como sujeto en potencia capaz de configurarse y de producir, con motivos, motivaciones e intereses que se revelan desde la adhesión al semillero, su

inclinación por un eje temático y su crecimiento personal, social y académico en alguna de las líneas del campo de saber en qué se investiga.

2. El reconocimiento del otro y del nosotros. Condición empática y asertiva que se revela en dos momentos: el primero surge a medida que el integrante del semillero se reconoce, por un lado, en sus potencialidades-debilidades en función de reconocer las de sus colegas, ello le brinda una mirada social del trabajo investigativo y del valor del grupo de investigación; el segundo momento emerge cuando es capaz de empatizar con las problemáticas sociales que afectan a los otros-nosotros en el marco de esos problemas que son reales, actuales y altamente afectivos, como describimos más atrás.

Estas dos reconfiguraciones del ser humano, a su vez permiten la renovación activa y significativa de los valores, derechos y deberes que los campos del saber y de las prácticas pedagógicas escolares deben promover en el estudiante de básica y media.

Con lo anterior, confirmamos que el trabajo en el Semillero Escolar de Investigación es, sin duda, una alternativa pedagógica valiosa para la escuela y sus propósitos formativos y para las personas en el despliegue de su esencia como humano y proyecto de vida en desarrollo.

## 7. Experiencias y aprendizajes: la mirada de los escolares

El presente capítulo recoge la mirada de once integrantes del Semillero Escolar de Investigación *TRV Research Group*, cinco egresados y seis en ejercicio. Cada uno de ellos presenta sus motivaciones, aprendizajes y logros alcanzados durante su participación en el Semillero.

Sus narraciones fueron motivadas desde estas preguntas:

- ¿Cuáles fueron los motivos o razones por los cuales hizo o hace parte del semillero? (Cómo y por qué).
- ¿En qué línea de investigación se inscribió?
- Describa brevemente los proyectos desarrollados en dichas líneas y qué problemas pretendían solucionar.
- ¿De qué forma cree que las actividades desarrolladas en el semillero han contribuido en el desarrollo de habilidades de pensamiento?
- ¿Cuánto tiempo lleva (estuvo) en el semillero y qué ha aprendido durante ese tiempo? ¿Para qué le ha servido lo aprendido en el trabajo del semillero en otros campos disciplinares escolares?
- ¿De qué forma considera usted que haber pertenecido al semillero de investigación *TRV Research Group* contribuyó o contribuirá en el acceso a la educación superior y al desempeño dentro de esta?
- ¿Por qué la escuela debe brindar más espacios como este?

- ¿Mientras hizo parte del semillero de investigación participó de algún evento académico fuera de la institución? Si es así, ¿a cuáles? ¿De qué forma contribuyó la experiencia a su vida personal, académica y a su proyecto de vida?
- ¿Qué fue lo más significativo para usted de ser parte o haber sido parte de un semillero de investigación?
- ¿Porque le recomendaría a otros jóvenes y a otras instituciones hacer parte de un semillero de investigación?

Cada narración ofrece respuesta a estos interrogantes, ha sido titulada por sus autores como un modo de sintetizar su paso por el Semillero Escolar de Investigación TRV RG, y pese a brindar miradas diversas, desprendidas de la pose academicista, las hemos categorizado en tres campos: académicos, personales y sociales; ese es su modo de aparición. Esperamos que la puesta en escena de estas sinceras miradas otorgue a los maestros y estudiantes un motivo para constituir su propia aventura.

## Robot “Macajaja”. El inicio de todo

**Daniel Alejandro Macana Castellanos**

Estudiante Supervisión de redes de distribución del SENA  
(Egresado bachiller 2014, integrante fundador del semillero)

Uno de los principales motivos por los cuales hice parte del semillero fue por buscar la innovación en diferentes niveles, salir de la monotonía de las clases del colegio y explotar mi intelecto y habilidades.

Hice parte de este semillero un año y medio. Soy uno de los primeros. Me inscribí a la línea análisis de problemas, porque me interesaba buscar las respectivas soluciones a situaciones cotidianas. Así,

durante mi paso por *TRV RG* desarrollé varios proyectos: el seguidor de línea, el robot mini zumo, el robot recolector de objetos. En cada caso se buscó dar soluciones logarítmicas y de programación a problemas sencillos: seguir una ruta, de forma segura y en el menor tiempo posible, sin salirse de la guía; sacar al zumo contrincante del rin; recoger en el menor tiempo posible y de la forma más novedosa, una serie de pelotas dispuestas en un ambiente. En todos los casos el objetivo central era que la respuesta estuviese al alcance de cualquier persona que quisiera emprender el mismo camino.

Participé en varios concursos a nivel universitario, como en el de la Universidad del Bosque, en la Universidad Nacional, en la Universidad Pedagógica y en el primer Bogotá Robótica. Eventos que me enseñaron que no debemos rendirnos y que debemos luchar por lo que queremos; que tenemos que revisar muy detalladamente el problema y hallar la solución lo más pronto posible de una manera adecuada y eficaz.

Considero que mi participación en estos concursos, permitió que el semillero alcanzara otro nivel, porque mis logros proyectaron contenido, le dieron importancia a este trabajo y proyectaron metas a los integrantes que me sucedieron y que están actualmente. Por ejemplo, gracias a los logros que alcanzamos en los concursos el colegio asignó más presupuesto para el trabajo de las siguientes generaciones, lo cual es muy útil si se tiene en cuenta que no todos podemos adquirir los componentes tecnológicos que se requieren para el desarrollo de los productos.

Pienso que el semillero contribuye en dos líneas, por un lado, al desarrollo de la habilidad de pensamiento “solución de problemas” y, por el otro, a que uno no se conforme con lo más simple, sino que siga buscando una evolución o mejor solución e interpretación a dichos problemas y su aplicación en la vida cotidiana. Lo aprendido fortaleció mi pensamiento y el dominio de esas áreas de la tecnología.

Al hacer parte de un semillero los estudiantes se dan cuenta de qué están hechos, desarrollan habilidades para toda su vida y contribuyen con el desarrollo de la tecnología del país. Por eso lo recomiendo a otros jóvenes, porque es tiempo que no se pierde, es tiempo que se invertirá de tal manera que se va a ver reflejado en el intelecto y el pensamiento, porque el trabajo de un semillero es buscar la raíz de los problemas así como experimentar miles de soluciones.

Lo más significativo, en resumen, es que siempre va a existir esta semilla que una persona nueva querrá ver o hacer florecer.

## De las barbas de Julius

**Kevin Vela Hortúa**

Colegio Técnico Tomás Rueda Vargas  
(Estudiante 7°, 2018)

El profesor Julián me dio la oportunidad de pertenecer a *TRV RG* porque mostraba interés y era el más destacado de la clase. Estoy en la línea de investigación tecnología para el campo.

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.

Llevo año y medio en el semillero. Allí he aprendido a imprimir en 3D a diseñar en 3D, a programar, a ensamblar y desensamblar robots. Algunos de los temas que aprendo me ayudan en otras áreas del colegio. He fortalecido mi pensamiento tanto académico como personal, y tengo suficiente capacidad para resolver problemas. Aprendí que no todo debe hacerse de manera individual, sino que es posible hacerlo en equipo; aprendí a que me aceptarán como parte del semillero.

He ido a algunos eventos fuera de la institución por ejemplo, competencias, exposiciones, congresos en la Universidad, eventos que me ayudaron a ver algunos errores que cometo y no me había dado cuenta.

Recomendaría los semilleros a otras instituciones porque son actividades que ayudan a la institución como tal, porque les da oportunidades muy importantes a sus estudiantes, y porque aprendemos qué podemos hacer con tecnología.

## Una gran experiencia juvenil

**Jennifer Andrea Prada Díaz**

Colegio Técnico Tomás Rueda Vargas  
(Estudiante 10°, 2018)

El motivo que yo tuve para hacer parte del semillero *TRV RG* fue porque quise experimentar cosas nuevas para mi crecimiento, a nivel de conocimiento y personal; así que decidí entrar al semillero ya que nos otorga nuevos conocimientos y nuevas experiencias que nos ayudan a solucionar los problemas cotidianos que nos rodean. Además de eso, me llamó bastante la atención porque era un nuevo proceso que estaba experimentado y que he decidido seguir estudiando en la carrera de Ingeniera Mecatrónica.

He participado en tres líneas del semillero: Robótica escolar, Tecnología para la discapacidad, TICs y Creatividad.

En la línea de Robótica escolar realicé un mini zumo que tiene el nombre de "Gamín"; con este participamos en varias competencias y aunque hemos llegado al segundo puesto, ha sido mucho lo que hemos aprendido. En tecnología para la discapacidad, junto con mi compañera Elisa, quisimos dar apoyo a personas que sufren de

cuadriplejía para que pudieran realizar actividades cotidianas; este proyecto consiste en un giroscopio el cual está conectado vía *blue-tooth* a una silla de ruedas para así permitirle a la persona con discapacidad, el desplazamiento a voluntad propia por su entorno. En TICs y creatividad estuve en la universidad e hice un programa de radio, fue una experiencia nueva y emocionante.

He estado en el semillero tres años y he aprendido a programar en Arduino, diseñar en AutoCAD, imprimir en impresora 3D, entre otras cosas. Las actividades que desarrollamos nos han permitido adquirir nuevas habilidades de pensamiento como: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación estas habilidades nos permiten encontrar mejores soluciones a los problemas que nos rodean cotidianamente y nos permite utilizarlas en otras asignaturas para mejorar en aspectos que teníamos débiles; así como a mejorar en la planeación y a dar soluciones con más claridad.

He estado en varias competencias y exposiciones en varias instituciones a lo largo de estos tres años. Esto me ha permitido ver un campo de investigación que antes no conocía. Con esto pude confirmar qué quiero ser a futuro y así enfocarme en las cosas más importantes para cumplir esa meta. También tuve la oportunidad de estar en un foro educativo y dar a conocer mi experiencia en este semillero; esto sucedió en mi primer año de participación.

Hemos logrado muchas cosas en los concursos. Entre ellas, ver nuevas oportunidades tanto de comunicación como de conocimiento al interactuar con integrantes de otras instituciones; ver respuestas y enfoques nuevos a temas que hemos tratado en el semillero, y entender que el ingreso a la educación superior es algo más fácil de lo que uno imaginaba.

El semillero es el lugar que nos gusta y donde podemos hacer lo que nos gusta hacer; lo hacemos porque nos divierte, nos deja ser nosotros mismos y nos permite expresar lo que somos. Es un lugar donde puedo resolver problemas que hay en el mundo para lograr



un mejor futuro, no sólo para nosotros sino para la siguiente generación de jóvenes. Lo más significativo es poder vivir nuevas experiencias en cada competencia o evento en los que nos permiten estar, ahí nos desenvolvemos.

Lo recomiendo porque, dependiendo en que se especialicen, un semillero abre varias oportunidades, no solo cognitivas sino también profesionales, así que invito a otros colegios a que intenten tener semilleros porque no es como una clase más, sino que es un ambiente en que nos sentimos cómodos, es nuestro ambiente. Los colegios deberían brindar más apoyo pues un semillero busca mejorar la calidad de la educación de sus estudiantes para que, al salir del colegio, ellos tengan más oportunidades.

## **Sueños formados en la escuela**

**Jeisson Steven Hernández**

Estudiante Ingeniería Mecatrónica Universidad Militar Nueva Granada  
(Egresado bachiller 2015)

La oportunidad de hacer parte del semillero se presentó como una pasión por el aprendizaje. Observar los logros alcanzados y las actividades realizadas por algunos de sus integrantes de ese entonces, me llevaron a tomar en parte la decisión de integrarme y aportar con mis ideas.

Al principio era una incertidumbre personal, esto porque debía buscar un enfoque en lo que quería hacer y que fuera de la mano con los objetivos del semillero, las ideas no seguían siendo claras pero las ganas y el conocimiento aumentaron exponencialmente. El acceso a nuevos recursos investigativos que fortalecían y complementaban el aprendizaje en las aulas, me permitieron hallar una de las

problemáticas que satisficiera mi proyecto formativo, que perteneciera a las líneas de la investigación, pero en especial que lograra ayudar y contribuir a la sociedad mediante el uso aplicado de las TIC.

Todo inició con pasión, ganas y entusiasmo, el conocimiento era básico, pero la Robótica escolar me ayudó a crecer en los aspectos más importantes y fundamentales, no solo porque me dio unas bases teóricas sólidas sino porque también las practicas planteaban retos y una adquisición aún mayor de aprendizaje.

El trabajo en grupo, las salidas y participaciones en encuentros y otros sitios del mismo ámbito, así como la interacción con otras personas emprendedoras con un amplio conocimiento, hacían que no me detuviera, me motivaban cada día. La línea Tecnología para la Discapacidad fue mi profundización, porque con todo lo anterior podía permitirme innovar con mis ideas, llevarlas a un nivel más alto, más allá de lo pensado y aportar, en esta etapa, como lo venían haciendo mis compañeros de ese entonces y como lo siguen haciendo los nuevos integrantes.

Las participaciones en foros y competencias para la Robótica escolar, me parecían emocionantes. Consistían en resolver problemas de la vida cotidiana. Uno de ellos fue el desplazamiento de un robot autónomo de un lugar a otro con obstáculo, había que evitarlos y llegar al objetivo; se convirtió en aquello que quería resolver: seguidores de línea, que no solo siguieran la línea sin perderse, sino que además fueran rápidos, seguros y que cumplieran con la tarea. También estuvieron "los Zumos", robots que lograran desplazar fuera de una pista a un robot oponente. Una gran experiencia.

En Tecnología para la discapacidad, siendo mi énfasis, mi aporte fue más específico: diseñé y fabriqué una ayuda con partes móviles para que una persona con cuadriplejía y gran compromiso motor, logrará controlar su espacio y los elementos dispuestos en su entorno, contribuyendo con ello, al desarrollo de ayudas terapéuticas para un

número amplio de personas que, en nuestra sociedad, tienen esta discapacidad.

*TRV RG* fortalece lo aprendido en las aulas de clase, volviéndose una herramienta muy efectiva de aprendizaje, ya que permite que los conocimientos adquiridos en la institución tengan unas bases más sólidas y útiles para la vida en sociedad. Además, que inculca en el estudiante el interés de investigación que para los estudios universitarios es fundamental. Lo anterior es un aporte fundamental del semillero pues motiva y nos inculca a continuar con el estudio.

Hice parte del semillero durante dos años, mientras cursaban grado 10° y 11°. Participé durante mis tiempos libres, y tenía acceso a materiales tanto para trabajos del semillero como también para las demás áreas. Cada día aprendí a tener más responsabilidad, a cumplir con todos los objetivos y logros que me planteaba. Entonces, todo esto sumado dio como resultado un mejor desempeño y rendimiento académico y personal dentro y fuera de la institución.

En todas las actividades que realizamos con el semillero pude darme la oportunidad de conocer instituciones de educación superior, fue así como tenía más información y pude decidirme por la carrera que era de mi elección. Uno de los premios recibidos fue "Un día como ingenieros en la Universidad de la Sabana".

Ya en la universidad, poner en práctica todo lo aprendido: investigar, solucionar problemáticas y tener una alta responsabilidad con mis compromisos, hizo que el ingreso a ella no fuera tan difícil, no hubo un cambio grande, sino que por el contrario, me sentía relacionado con su quehacer académico y bien preparado.

Un espacio como el semillero siempre abre puertas a los estudiantes. Particularmente aproveché cada beneficio que se podía sacar de *TRV RG*, había muchas ventajas y en especial, siempre había el deseo por seguir adelante. Para muchachos como yo, en esa etapa de su vida, es fundamental y necesario que puedan contar con estas

oportunidades que lo enriquezcan y engrandecen como estudiante, como persona, e que le inculque a superarse cada vez más.

Participé en varias competencias, en varias exposiciones y en varias conferencias dictadas por reconocidos personajes del país, y con gran conocimiento en su línea. Durante esos dos años hicimos parte de Bogotá Robótica (2014-2015) donde aprendíamos de todas las ideas y logros alcanzados por estudiantes iguales a nosotros, pero también podíamos exponer y dar a conocer lo que estábamos haciendo y sentirnos una parte importante de este gran evento.

Concurse en una competencia realizada por la Universidad Nacional de Colombia donde conocí directamente la carrera de Ingeniería Mecatrónica y fue allí donde decidí mi futuro académico. Participé en otras competencias, en varias ganamos, en varias perdimos, pero en todas siempre había altas expectativas que lográbamos superar y varios conocimientos nuevos que afinaban nuestro desempeño gradualmente.

El Semillero de Investigación *TRV Research Group* es una herramienta con las facultades necesarias para que un estudiante pueda crearse expectativas de un sí mismo mejor, pero uno de sus beneficios es que allí puede lograrlo. El semillero deja de lado las prácticas escolares tradicionales y permite que cada persona aprenda, comprenda y ponga en práctica sus facultades cognitivas, sociales y cada una de sus cualidades. Requiere de compromiso y esfuerzo, pero se aprenden grandes cosas mientras nos divertimos en el proceso; además, permite cumplir metas y recompensa todo esto con grandes victorias personales. La implementación de estos semilleros permite un espacio más para que los estudiantes tengan más accesos a investigar, a prepararse mejor para su futuro y orientar su proyecto de vida y de formación, algo muy favorable para cada uno de ellos, para cada uno de nosotros.

El semillero generó en mí un cambio, nuevas metas, nuevo enfoque, nuevos objetivos, nuevos compañeros, nuevas experiencias y

muchas cosas más; me dieron un rumbo porque siempre crecí, siempre aprendí, siempre lo logré académica y personalmente. Desde un principio fue por elección, y al transcurrir el tiempo y cada una de las cosas a que nos enfrentábamos iban creciendo las ganas de aprender... eso nunca paraba.

El semillero me permitió demostrarme que sí podía, que no todo está hecho y, que podemos seguir innovando; me enseñó que hay muchas problemáticas pero que también hay muchas soluciones; me enseñó que lo que hacemos podemos hacerlo con profesionalismo y cumplir las reglas, pero también hay tiempo para divertirnos, crecer socialmente con compañeros y personas desconocidas que nos compartían también sus ideas y conocimientos. Me enseñó a que siempre puede fallar el proceso pero que de eso se trata, se trata de superarse, de resolver aquello y de seguir adelante, que sí es importante aprender pero también, poner en práctica lo que aprendemos y compartirlo con los demás, porque lo importante es siempre ayudar y contribuir con a la sociedad.

## **Aprendiendo cada día más**

**Luisa Natalia Daza Vargas**

Colegio Técnico Tomás Rueda Vargas  
(Estudiante 11°, 2018)

Ingresé al semillero porque desde el principio supe que iba a ser muy interesante, porque es un espacio enriquecedor y podía aprender cómo crear nuevas cosas ideando la forma de solucionar problemas de la vida real y transformar la vida de otros.

Hago parte de la línea "Tecnología para la discapacidad y Robótica escolar". Allí diseñamos y fabricamos un prototipo para el acceso al computador de personas con un alto compromiso motor, utilizando

un giroscopio y Arduino; con la ayuda de una banda se coloca y 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, también para controlar su entorno. Se busca que las personas con esta discapacidad tengan independencia con ayuda de la tecnología.

En Robótica escolar programé robots para competir en la categoría de mini zumo y velocista; allí aprendí la forma de programar, además de cómo diseñar y fabricar un robot y las partes esenciales que debe tener, dependiendo de la función que deseemos cumplir. Aprendí a investigar y a identificar problemas, también la forma como uno debe expresar sus ideas; esto me dio bases para hacer mi proyecto final y me ayudó mucho en las exposiciones, sobre todo en mi especialidad que es electricidad.

Participé en competencias fuera de la institución y también en exposiciones, eso contribuyó a mi proyecto de vida, ya que en grado 10° me ayudó a tener una idea a la hora de poder escoger una especialidad en mi colegio e igualmente, me dio una idea de qué podría estudiar después del colegio. Antes de TRV RG y de visitar universidades con los concursos, en mi mente no estaba estudiar en una universidad. Ahora ya sé qué estudiar y cuál carrera me apasiona, además de saber qué podía encontrar en las carreras. Gracias al semillero pude escoger. Me ayudó a tener una idea clara de lo que quiero y llegaré con algunas ideas de lo que se puede trabajar allí en la universidad.

Orientó mi proyecto de vida, me hizo sentir reconocida y escuchada por otros, me dio la oportunidad con mi proyecto de transformar la vida de personas con discapacidad, me enseñó a pensar cómo darme cuenta de problemas y cómo pensar en soluciones. También a aprender sobre las partes esenciales de un robot y conocí más espacios donde se trabaja la robótica.

El trabajo en el semillero ayuda al desarrollo del pensamiento para la solución de problemas complejos y el desarrollo de las habilidades

individuales, en formas diferenciales. El colegio debe aplicar estos espacios donde los estudiantes puedan aprender a hacer actividades que tengan como objetivo solucionar problemas cotidianos.

A los jóvenes les recomiendo esta experiencia. No la cambiaría por nada porque de verdad esto funcionó en mi vida para algo positivo, como ya lo dije, además de poder ocupar mi tiempo en algo que de verdad tiene funcionalidad. A los colegios también se los recomiendo porque verán que sus estudiantes, poco a poco, van mejorando y eso hace que las instituciones sean reconocidas y que los estudiantes no quieran salir de ellas.

## Experiencia para toda la vida

**Jorge Andrés Soler Pérez**

Colegio Técnico Tomás Rueda Vargas  
(Estudiante 10º, 2018)

Me llamó demasiado la atención el tema de la robótica. Primero que todo porque es algo que en la actualidad está en auge y es común; y quería hacer parte de un proyecto que sabía que iba a progresar satisfactoriamente.

Me inscribí a la línea de Robótica escolar e Imagen TICs y Creatividad.

Dentro de los proyectos que he realizado con *TRV RG*, 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. Además, he aprendido a graficar, diseñar en 3D, a tomar medidas utilizando otras herramientas tecnológicas y, en cuanto a "Imagen, TICs y Creatividad" aprendí a narrar historias multimediales, a enfocar, grabar, entrevistar, entre otras cosas.

El Semillero nos ayuda a desarrollar nuevas habilidades que la educación básica no se preocupa por enseñarnos y que el día de mañana nos puede servir demasiado. Estas habilidades aprendidas me ayudan a ser mejor en cuanto a mi ámbito escolar, pues analizo y entiendo mejor las cosas. Gracias a este semillero me volví más maduro, y mi desempeño mejor, estoy más atento a lo que hago y cómo lo hago; creo que esto me aporta a ser más consciente de qué quiero estudiar, en dónde y para qué.

Fui al evento Bogotá Robótica y a la Semana del estudiante en el Parque Simón Bolívar donde me desempeñé como expositor, entrevistador, narrador, etc. Allí pude ver cómo avanza el semillero, y cómo con mi ayuda y la de mis compañeros el semillero se ve cada vez mejor, y eso fue lo más significativo de esta experiencia, el poder contribuir a una causa que en el futuro otros podrán aprovechar, porque en estos espacios aparte de la libertad de expresión tienes demasiadas herramientas para comenzar a desempeñarte en lo que te llama la atención y porque la ayuda de los profesores es impresionante, pues siempre están dispuestos a colaborar en lo que uno necesite.

## La vida te da motivos para creer en ti

**David Arley Rodríguez Rodríguez**

SENA

(Egresado bachiller, 2017)

Principalmente, fue por las ganas de aprender cosas nuevas, las cuales tienen trascendencia, y vi una gran oportunidad de potenciar mis habilidades, y porque quería formar parte de algo que aportara a mi vida cosas positivas; por esos motivos formé parte del Semillero TRV RG.

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.

En el semillero estuve dos años, en 10° y 11°, aprendí a programar, aprendí conceptos básicos de electrónica, a ser creativo y eficaz; me sirvió mucho para potenciar mis habilidades en Matemáticas, Electricidad, Español y demás áreas escolares. Aportó mucho al desarrollo de mi creatividad y a solucionar diversos problemas cotidianos por medio de la robótica.

Concurse en un torneo internacional de Zumo lego. También participé en la CUN y múltiples exposiciones en Corferias, el Planetario Distrital y en varias universidades a nivel local. Esto, me ayudó a enfocarme en mis sueños, y a no rendirme.

Al semillero le debo mucho.

A parte de ganar las amistades que uno se lleva en el corazón, y sobre todo a ser mejor persona, allí encontré mi pasión, y es lo que actualmente estudio. El semillero me hizo pensar que podía dar más de mí. Por eso lo recomendaría. Claro que sí, porque fomenta un buen desarrollo y forma a personas íntegras que construyen una mejor Colombia desde jóvenes. Abre las puertas a un país educado con jóvenes apasionados, fundamentados en solucionar problemas y ser eficientes.

## Las cosas y oportunidades que a veces no vemos

**Nicolás Daniel Álvarez Rincón**

Colegio Técnico Tomás Rueda Vargas  
(Estudiante 10º, 2018)

Me llamó mucho la atención aprender más cosas de las que ya sabía. Llevo cinco (5) años en TRV RG. Empecé con la profe Zulay Guerrero en *Pasarte* y después de tres (3) años, llegué a radio y robótica. Allí aprendí que simplemente debemos dejar salir la imaginación y el trabajo en equipo, y a no tener miedo, aprendí que todo en la vida se puede con compromiso y dedicación.

Imagen, TICs y Creatividad es la línea de investigación en la que estoy. Allí trabajamos temas como la radio, la robótica, la fotografía y enseñamos a otros jóvenes a tener otros proyectos de vida y ver nuestro verdadero potencial.

Sin duda, el semillero nos ayuda a potencializar y reforzar nuestros conocimientos, a desarrollar nuestra creatividad e imaginación y la forma en que aprendemos, a ver más afondo nuestra mentalidad.

He participado varias veces en la Semana del estudiante, allí me llenó de motivación y alegría al ver que a compañeros de diferentes colegios les llama mucho la atención nuestros proyectos y trabajos.

Saber que cada día el profe Julián nos enseña cosas nuevas y saber que nos volvimos una familia investigadora, es lo que me exige a seguir en TRV. Cada vez somos más, ahora tenemos un salón más grande, mayor comodidad y más trabajo para todos mis compañeros porque cada día se crean cosas nuevas.

El semillero es una buena manera de aprender, no solo escribiendo programas, si no también trabajando con diferentes instrumentos, con lo que podemos aprovechar nuestras habilidades y conocimientos al máximo. Las nuevas generaciones tienen que ver que en la escuela

no todo tiene que ver con un esfero y un cuaderno, que las cosas que nos brindan nuestros docentes son muy importantes y se pueden ganar muchas cosas para la vida.

## **Porque estuve sentado en hombros de gigantes**

**Elisa Alejandra Marín Claros**  
Colegio Técnico Tomás Rueda Vargas  
(Estudiante 10°, 2018)

Un día entré al semillero de Robótica, ese día me gustó mucho la temática, y el profesor me explicó todas las oportunidades de podría tener si hacia parte de *TRV RG*. Así que decidí cambiarme de énfasis y formar parte del semillero ya que la Robótica me presentaba nuevas formas de conocimiento.

Robótica escolar y Tecnología para la discapacidad, son las líneas de trabajo que elegí. En Robótica escolar realicé un mini zumo: este fue el primer proyecto en el que trabajé y con el cual participé en varias competencias en instituciones académicas. En tecnología para la discapacidad, junto con una compañera quisimos dar apoyo a personas que sufren de cuadruplejia para que pudieran cumplir con la realización de actividades cotidianas; este proyecto consiste en un giroscopio el cual está conectado, vía *bluetooth*, a una silla de ruedas para así permitirle a la persona con discapacidad, el desplazamiento por voluntad propia.

Las actividades que desarrollamos nos han permitido adquirir nuevas habilidades de pensamiento como: comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación; estas habilidades nos permiten encontrar mejores soluciones a los problemas que nos rodean cotidianamente.

Llevo dos años en TRV RG y en muy poco tiempo he aprendido un montón. El semillero me ha servido para avanzar más y tener conocimientos en otras asignaturas, me ha ayudado a mejorar en la planeación de problemas y dar soluciones con más claridad.

Definitivamente me ha dado el espacio de pensar que la universidad no está tan lejos como creía, me ha brindado la posibilidad de conocer más sobre las oportunidades que tengo y qué quiero estudiar y por qué.

Espacios como estos son los que motivan al estudiante a dar su opinión, a ver como estas, día a día, contribuyen a solucionar diversos problemas. Si el colegio brindará más oportunidades como estas, seguro mejoraríamos muchas cosas que en el ambiente escolar se presentan como problemas.

He participado en varias competencias y exposiciones en varias instituciones a lo largo de estos dos años. Lo más significativo fue la oportunidad que el profesor me brindó al poder ser parte de este semillero y el poder asistir en representación del colegio a estos eventos. Esto me ayudó a ver un campo de investigación que antes no conocía. Con esto pude confirmarme qué futuro quiero y a enfocarme en él.

Un semillero puede brindarle mejores oportunidades a los jóvenes, además los colegios que empleen semilleros de investigación pueden mejorar en lo académico. Por eso lo recomiendo.

## Encontrando mi camino

**Liseth Milena Cruz Ruiz**

Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
(Egresada bachiller 2017)

Ingresé al semillero, inicialmente, por el interés que se me despertó durante grado 9° hacia la robótica. Durante los siguientes dos años,

hice parte de *TRV RG* para conseguir una profundización y poder desarrollar adecuadamente el proyecto final de la especialidad de electricidad en el colegio.

Hice parte de las líneas de Robótica escolar y Energías alternativas.

Participé con mis compañeros en dos competencias de Robótica escolar: Runibot y Competencia CUN; además, realizamos una exposición en el SOFA. Por el lado de las energías alternativas, concursamos en el Zayed Future Energy Prize.

Mediante las diferentes actividades, se lograron desarrollar habilidades como la anticipación y la planificación; el proceso de diseño correspondía con momentos de concentración, memoria y reconocimiento de patrones; con la modelación de las competencias se buscaba analizar, examinar y distinguir las diferentes variantes que podrían tomar los contrincantes. Luego de las competencias o concursos siempre se realizó un proceso de intercambio de opiniones para comparar y decidir lo que se hizo bien y lo que debía continuarse haciendo.

Hice parte del semillero durante tres años aproximadamente. La investigación desarrollada en energías renovables influyó en mi decisión acerca de la carrera universitaria que cursaría y actualmente continúa enfocando el área de profundización que planeó tomar. Esta área de energías renovables me mostró un amplio sector de alternativas para un futuro distinto.

Ingresé a Ingeniería Mecánica en la Universidad Distrital pensando en la posibilidad de utilizar la tecnología y la investigación para desarrollar mecanismos que utilicen toda la energía posible, eliminando al máximo las pérdidas y colaborando con el medio ambiente.

En mi caso, este semillero tenía el enfoque perfecto para lo que yo imaginaba en un futuro, pero muchas personas no compartían el interés por lo mismo. Existen muchas posibilidades de investigación que deben desarrollarse desde el colegio, que de verdad permitan el reconocimiento de los intereses personales y el acceso al descubrimiento de la verdadera vocación del individuo. Actualmente, uno

de los mayores problemas que experimentan los recién graduados del colegio es el total desconocimiento de la proyección que tienen acerca de sus vidas; no sabemos exactamente qué sigue después del colegio y lo primero que ofrezca alguna ventaja económica se convierte en el único camino y el que define el resto de nuestras vidas.

Poder descubrir mi vocación y ver que existen todavía muchas cosas que pueden ser desarrolladas fue un logro de mi paso por TRV RG. Algo importante fue ver que no es obligatorio dar por sentado que todo lo harán los demás, sino que desde la investigación con la experimentación se puede llegar a conclusiones que definen cosas con un gran potencial.

Estar en un semillero de investigación desvela partes de la persona que no se conocen en la cotidianidad. Las ansias de conocimiento las compartimos todos, y ver que día tras día surjan nuevas cosas para conocer da un aliento y un impulso para seguir descubriendo, consultando y aprendiendo.

## El conocimiento en práctica

**Leidy Natalia González Hernández**

Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
(Egresada bachiller, 2016)

Hice parte de este semillero por el conocimiento que se adquiere, porque de una manera a otra empiezas a aprender física, matemáticas y ciencias, de una forma empírica y divertida. Las competencias, los lugares, las personas y las experiencias que adquieres simplemente no se pueden llegar a describir.

Mis líneas de trabajo fueron Robótica escolar y Tecnología para el campo.

Con la línea de investigación tecnología para el campo, tratábamos de resolver la problemática con el mal uso del agua en los

sistemas de riego del país, como sabemos el mal uso del agua está haciendo que este recurso natural se acabe y Colombia, siendo un país que se caracteriza por ser agrícola, necesitaba un sistema de riego que ayudara a contribuir con el cuidado y reducción del consumo de este recurso natural. Por eso, nuestro proyecto de integración domótica buscaba dar una solución al uso, control automático y regulación de un sistema de riego.

Nuestra solución constaba de: un programador que se conecta a las electroválvulas o directamente al grifo permitiendo determinar los días, las horas y la duración del riego; el sistema de riego contaba con tuberías, codos, filtros, electroválvulas y aspersores, así mismo un relé, un Arduino, un sensor de humedad con pantalla led. Se esbozó además una manipulación remota vía *wifi* para su manejo desde cualquier dispositivo. Es decir, diseñamos un sistema de riego totalmente automatizado que funciona cuando la tierra realmente lo necesita, reduciendo con ello hasta en un 50% el consumo del agua.

Asistí a Runibot, una competencia de robótica en la universidad Católica, lo que me ayudo a proyectar mi vida académica, y ponerme metas a corto y largo plazo; metas que he ido cumpliendo.

Hice parte del semillero alrededor de un año. Allí aprendí física, matemáticas, y programación, saberes que me ayudaron a mejorar mi atención en clases e hicieron que mi rendimiento académico mejorara, además me permitió llevar la teoría a la práctica en la misma institución. Lo más significativo de pertenecer a este semillero fue la creación de elementos que pudieran ayudar a la transformación de la sociedad Colombiana.

Hacer parte del semillero de investigación y de sus distintas actividades me dio la oportunidad de conocer nuevas personas, tener nuevas experiencias, para poder desarrollar un pensamiento que me permite analizar, comprender, interpretar y argumentar ideas propias, y proponer un cambio en el uso de las tecnologías.

El haber tenido el honor de pertenecer a *TRV RG* me permitió ver que la educación superior no es solo un privilegio si no un derecho, que el conocimiento que se transmite a diario da lugar a la creación e innovación de objetos que ayudan a mejorar la sociedad. La pasión que da este tipo de semilleros te permite querer saber y comprender de dónde vienen las cosas y de qué manera las puedes mejorar. Ese es el poder de la educación.

La creación de este tipo de espacios dentro de la institución permite que los estudiantes, de una manera lúdica, aprendan a llevar a la práctica la teoría que se enseña en clase, haciendo que se interesen en acceder a una educación superior y a la culminación de una carrera profesional; que no se conformen con ser "obreros". El semillero desarrolla futuros ciudadanos capaces de transformar la sociedad.

Le recomiendo a los jóvenes hacer parte de estos semilleros por la cantidad de oportunidades que les pueden ofrecer, por las experiencias y sobre todo por el conocimiento que se puede adquirir a través de ellos. A las instituciones les digo que este escenario de formación genera en los jóvenes responsabilidades y empatía por las clases como Física y Matemáticas, ya que lo que se aprende en clases se puede llevar a los semilleros de una manera práctica y segura, lo que permite que los jóvenes puedan comprobar y apreciar que lo aprendido en clase sirve para algo; esto simplemente genera en los jóvenes más interés y permitirá que quieran acceder a una institución de educación superior.



## 8. Provocaciones finales

**Carlos Alberto Merchán Basabe**

Profesor de planta de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN)

**Julián Darío Torres Sánchez**

Secretaría de Educación Distrital, Colegio Técnico Tomás Rueda Vargas

Es común que la escuela cuente con rutinas que son estáticas, paquidérmicas y que se enquistan bajo el mote de tradicionalistas, prácticas que se centran en el dominio de una serie particular de conceptos, establecidos que casi nunca se ejercitan o transfieren, algunos llegan a quedar en la superficie del año escolar y nunca adquieren un sentido profundo. Por eso es necesaria la búsqueda de alternativas didácticas distintas para la preparación y formación de las nuevas generaciones que además, sea dicho de paso, tienen formas particulares y diferentes de aprender.

Los tiempos actuales exigen otra manera de enseñanza, una actualización de las problemáticas escolares, y nuevas formas de construcción e implementación del conocimiento. El Semillero Escolar de Investigación se ofrece como una oportunidad didáctica para que los estudiantes realicen los cuatro procesos que plantea Merchán (2012): vivenciar, elaborar, internalizar y transferir el conocimiento.

Llevar a cabo estas acciones desde temprana edad permite que los estudiantes vean en la investigación una forma de producción de conocimiento con beneficio social, un conocimiento capaz de intervenir y transformar la cultura y sociedad en que se desempeña como agente, y resignificando con ello, el sentido de la escuela y sus saberes fundamentales y obligatorios.

Como ambiente de aprendizaje el Semillero Escolar de Investigación ha demostrado ser una forma de comprensión sobre el quehacer

escolar, una manera de entender y abordar la escuela, de asumir la enseñanza y la construcción de conocimiento desde un ejercicio verdaderamente interdisciplinar, de producción social del saber. Las prácticas que son motivadoras para los estudiantes, interesantes para ellos, no están cruzadas por la obtención de un conocimiento muerto, sino de un conocimiento vivo, diverso, cuya utilidad va más allá de la acreditación, promoción y certificación escolar, asumiéndose como un saber sobre sí mismo, sobre el otro y el nosotros, en la búsqueda de ser un proyecto de vida, personal y académico. Es una práctica didáctica distinta, cuyos resultados son una comprensión del mundo y de la función del saber en mundo.

Las practicas implementadas en *TRV Resarch Group* han demostrado ser eficaces a la hora de desarrollar en los estudiantes creatividad, el trabajo en equipo, los valores ciudadanos y de convivencia, además de fortalecer procesos mentales de orden superior (Bloom, 2000; Gómez, 2004); sus relatos así lo demuestran (Capítulo 7).

Con el acompañamiento del grupo de investigación *Episteme*, se logró concientizar a los participantes del semillero acerca de la importancia del uso de los conocimientos adquiridos en el aula a la solución de problemáticas de orden mundial. Así, traer al aula los problemas reales de la población mundial y de la población con discapacidad ha favorecido la construcción de personas empáticas, asertivas, con capacidad para trabajar en equipo, desprendidas en el intercambio de conocimiento entre pares, con competencias para identificar y recopilar información, organizar y seleccionar hechos e ideas, usar reglas y principios del saber, analizar y combinar ideas para presentar alternativas novedosas de solución a problemáticas que aquejan a las comunidades, desarrollar opiniones, establecer juicios y tomar decisiones, es decir, personas con aprendizaje autónomo.

Así mismo, la adopción y apropiación de herramientas tecnológicas de producción digital han permitido a los estudiantes alcanzar las acciones tecnológicas propuestas por Merchán (2005a) mediante

la innovación abierta colaborativa e inteligencia colectiva, en la búsqueda de ampliar su potencial creativo. Nuestra experiencia es una demostración del potencial pedagógico de la cultura *maker*, sin dejar de lado la razón de ser de la escuela.

Finalmente, ofrecemos algunas recomendaciones para la constitución de Semilleros Escolares de Investigación:

1. Elija o diseñe un eje temático de investigación. Los ofrecidos en los capítulos 1 y 6 pueden servirles para iniciar. Igualmente puede extraerlos de los objetivos del milenio y/o los objetivos de desarrollo sostenible, ambos propuestos por el PNUD.
2. Defina la intencionalidad pedagógica del Semillero Escolar de Investigación (SEI): producir conocimiento, generar artefactos tecnológicos, resolver problemáticas sociales, entre otros.
3. Asuma un enfoque investigativo: Social, Experimental, Tecnológico. Recuerde que cada uno de ellos implica modelos, métodos, diseños y formas de recolección y análisis de la información característicos y diferenciables. Quizá sea útil para la escuela una perspectiva más tecnológica dada la oportunidad de diseñar y fabricar artefactos tecnológicos.
4. Diseñe un plan de formación y cualificación de los integrantes. Incluya en este plan aspectos referidos al campo del saber (principios, modelos, normas, técnicas y productos), al enfoque de investigación (dependiendo de la elección en punto 2), a la producción académica (técnicas de fabricación de los productos tecnológicos o científicos, técnicas para la elaboración de poster académicos, ensayos, ponencias entre otros), a la búsqueda y selección de información y fuentes de información (conocimiento sobre bases de datos, bibliotecas, etc.).

5. Realice una convocatoria abierta para pertenecer al SEI en diversos grados. No olvide divulgar los propósitos personales, sociales y académicos que se pueden alcanzar.
6. Genere actividades en que los integrantes a) se reconozcan como seres humanos; b) como integrantes de una comunidad académica; c) como productores de conocimiento y de bienestar social.
7. Revise y ajuste el plan de formación con los integrantes, los acuerdos deben estar basados en los intereses de ellos, más no deben modificar la intencionalidad del SEI.
8. Ejecute el plan de formación.
9. Busque el reconocimiento y aprobación institucional del SEI, de modo que le aprueben tiempos, espacios, destinación presupuestal y acceso a infraestructura.
10. Realice convenios con Semilleros Universitarios de Investigación y grupos de investigación.
11. Una vez avanzado el SEI y alcanzados algunos de los productos planteados, participe en encuentros locales, nacionales e internacionales de Semilleros de Investigación. La divulgación del conocimiento permitirá comprobar los avances de su trabajo y el de los estudiantes.

Sabemos que estos pasos no son una fórmula infalible, pero son algunas de las acciones exitosas que los integrantes del grupo *Episteme* hemos realizado desde el 2006 para la conformación y dinamización de semilleros, y que han sido efectivas, desde el 2014, para la sostenibilidad del Semillero Escolar de Investigación TRV Research Group. Confiamos sean de utilidad para usted.

# Bibliografía

- Aghón, G., y Otros., y. (2001). *Desarrollo económico local y descentralización en América Latina: Análisis comparativo*. (G. (. Aghón, Ed.) Santiago de Chile: Proyecto Regional de Desarrollo Económico Local y Descentralización. CEPAL/GTZ.
- Anderson, C. (2002). *Makers. The new industrial revolution*. Nueva York: Random House Business Books.
- Ausuble, D., and Novak, J. a. (1978). *Educational psychology: a cognitive view*. (2nd. ed. ed.). New York: Holt Rinehart and Winston.
- Bastidas, D. (2009). Estrategias metodológicas para la enseñanza de la educación en tecnología. Tesis de grado obtenida no publicada.
- Bastidas, V. (17 de septiembre de 2017). *Aprendizaje Basado en Investigación*. Recuperado el 25 de septiembre de 2018, de [http://es.slideshare.net: http://es.slideshare.net/virginiabotello/garcia/aprendizaje-basado-en-la-investigacion](http://es.slideshare.net/http://es.slideshare.net/virginiabotello/garcia/aprendizaje-basado-en-la-investigacion).
- Bloom, B. (2000). *Habilidades Cognitivas*. New York: Toronto: B.S.
- Chávez, L. (17 de Septiembre de 2012). *Los Proyectos de Investigación como Herramientas para el Aprendizaje Significativo*. Recuperado el 12 de octubre de 2015, de [http://www.dgecytm.sep.gob.mx: http://www.dgecytm.sep.gob.mx/work/models/dgecytm/Resource/552/1/images/ED\\_43\\_Luis\\_Eduardo\\_Chavez\\_Gamboa.pdf](http://www.dgecytm.sep.gob.mx/http://www.dgecytm.sep.gob.mx/work/models/dgecytm/Resource/552/1/images/ED_43_Luis_Eduardo_Chavez_Gamboa.pdf).
- Colciencias-Fes-Ondas. (2009). *La reconstrucción colectiva del Programa Ondas. Informe de gestión 2006-2008. La investigación como estrategia pedagógica*. Bogotá: Colciencias.
- Domingo, J. (17 de Septiembre de 2015). *Aprendizaje basado en proyectos con herramientas TIC*. Recuperado el 21 de septiembre de 2017, de [https://juandomingofarnos.wordpress.com: https://juandomingofarnos.wordpress.com/2011/03/02/aprendizaje-basado-en-proyectos-con-herramientas-tic/](https://juandomingofarnos.wordpress.com/https://juandomingofarnos.wordpress.com/2011/03/02/aprendizaje-basado-en-proyectos-con-herramientas-tic/)
- Domínguez, J. F. (2003). *Semilleros de Investigación. Eslabones primarios en la cadena alimenticia de la investigación científica*. Cali: RedColSI.

- Fressoli, M., y Smith, A. (1 de Junio de 2016). Impresión 3d y Fabricación Digital. ¿Una Nueva Revolución Tecnológica? *Revista Integración & Comercio*. Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 28 de Agosto de 2017, de *Revista Integración & Comercio*: <http://www19.iadb.org/intal/icom/notas/39-18>
- Gómez, J. (2004). *Neurociencia cognitiva y Educación*. Lambayeque, Perú: Fachse.
- Hernández, M., y Martínez, A. (2008). *La investigación como estrategia de aprendizaje*. División de Apoyo para el Aprendizaje. Guadalajara, México: Universidad Autónoma de Guadalajara A.C. Recuperado de <http://genesis.uag.mx/escholarum/vol11/investigacion.html>
- Jaimes, C. S. (2001). *Semilleros de investigación*. RedSI Udes. Bucaramanga: Universidad Udes.
- Larrondo, R. (29 de 12 de 2014). *Científicos lograron realizar redes vasculares con impresión 3D*. Recuperado el 20 de Agosto de 2017, de Fabricantes de Impresoras 3D en Argentina: <http://impresora3dprinter.com/cientificos-lograron-realizar-redes-vasculares-con-impresion-3d/2014/12/29/>
- Melo, J. O. (13 de 03 de 2013a). *¿Ciencias inútiles?* Obtenido de <https://www.eltiempo.com>: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-12684530>
- Melo, J. O. (21 de 03 de 2013b). El impacto de la investigación científica en Colombia: comentarios a unos comentarios. Obtenido de *Razón Pública*: <https://www.razonpublica.com/index.php/econom-y-sociedad-temas-29/3651-el-impacto-de-la-investigacion-cientifica-en-colombia-comentarios-a-unos-comentarios.html>
- MEN. (1994). *Ley 115, Ley General de Educación*. Bogotá D.C., Colombia: Ministerio de Educación Nacional.
- Merchán, C. A. (2005a). Las competencias para el área de tecnología e informática. *Cuestiones. Revista de Ciencias Sociales, Humanidades y Artes*, Año 2(3), 73-89.
- Merchán, C. A. (2009). Elementos pedagógicos para el diseño y ejecución de ATEs desde las Orientaciones Generales para la Educación en tecnología. *Memorias del 4 encuentro nacional de experiencias*

- curriculares y de aula en tecnología e informática* (págs. 1-19). Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Merchán, C. A. (2012). Pedagogía del Diseño. ¿Es enseñable el diseño? *Actas de Diseño.*, 79-89.
- Merchán, C. A. (2013). Pensamiento tecnológico. Quince años de investigación. *I Congreso internacional y V Encuentro Nacional de Experiencias curriculares y de aula en Tecnología e Informática* (págs. 1-22). Manizales.: Universidad Católica de Manizales.
- Ministerio del Trabajo y Seguridad Social. (01 de 03 de 1993). <https://repositorio.sena.edu.co>. Obtenido de Ley 29 de 1990. Ley de ciencia y tecnología: <https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/1597/13/Ley-de-ciencia-y-tecnolog%C3%ADa.pdf>
- Monroy, S. E. (02 de 02 de 2015). <https://comunidad.udistrital.edu.co>. Obtenido de Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación: [https://comunidad.udistrital.edu.co/jruiz/files/2015/02/sncti\\_vr\\_def\\_con\\_seguridad.pdf](https://comunidad.udistrital.edu.co/jruiz/files/2015/02/sncti_vr_def_con_seguridad.pdf)
- Núñez, J. (2007). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar*. Obtenido de <https://www.oei.es>: <https://www.oei.es/historico/salactsi/nunez00.htm#a>
- PNUD. Programa para el desarrollo de las Naciones Unidas. (01 de 03 de 2000). *Los objetivos de desarrollo del milenio*. Recuperado el 31 de 03 de 2015, de <http://www.undp.org>: [http://www.undp.org/content/undp/es/home/sdgoverview/mdg\\_goals/](http://www.undp.org/content/undp/es/home/sdgoverview/mdg_goals/)
- Presidencia de la República, C. p. (1996). *Informe de la misión de sabios. Colombia: Al filo de la oportunidad. Misión ciencia, educación y desarrollo*. Santafé de Bogotá, D.C.: Editorial Tercer Mundo Editores.
- Rozas, J. (14 de 10 de 2015). *Historia y Contrastes de Hackerspace, Makerspace y Fab Lab*. Obtenido de <https://desafiofablab.wordpress.com>: <https://desafiofablab.wordpress.com/2015/10/14/historia-y-contrastes-de-hackerspace-makerspace-y-fab-lab/>
- Scott, C. L. (2015). El futuro del aprendizaje. ¿Por qué deben cambiar el contenido y los métodos de aprendizaje en el siglo XXI? (UNESCO, Ed.) *Investigación y prospectiva en educación. Documentos Temáticos. Perspectiva histórica. Desafíos del cambio social.*, 18.

- UNESCO. (2015b). *Marco de Acción para la realización del objetivo de desarrollo sostenible 4: Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos*. Incheón, Korea: UNESCO.
- UNESCO. (2016). *Desglosar el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 Educación 2030. GUÍA*. Estados Unidos: UNESCO.
- Vygostky. (1984). *Pensamiento y Lenguaje* (primera ed.). (M. M. Rotger, Trad.) Buenos Aires, Argentina: Editorial La Pleyade.



# Sobre los editores

## Julián Darío Torres Sánchez

Profesor del Colegio Técnico Tomas Rueda Vargas de la Secretaría de Educación Distrital, Director del Semillero Escolar de investigación *TRV Research Group*. Es licenciado en Electrónica de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) con 10 años de experiencia. Magíster en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación, de la UPN, e integrante de *Episteme. Grupo de Investigación en Cognición y Educación* de UPN. Ha dedicado su trabajo académico al desarrollo de mediadores tecnológicos para la discapacidad y la resolución de problemas socialmente relevantes.

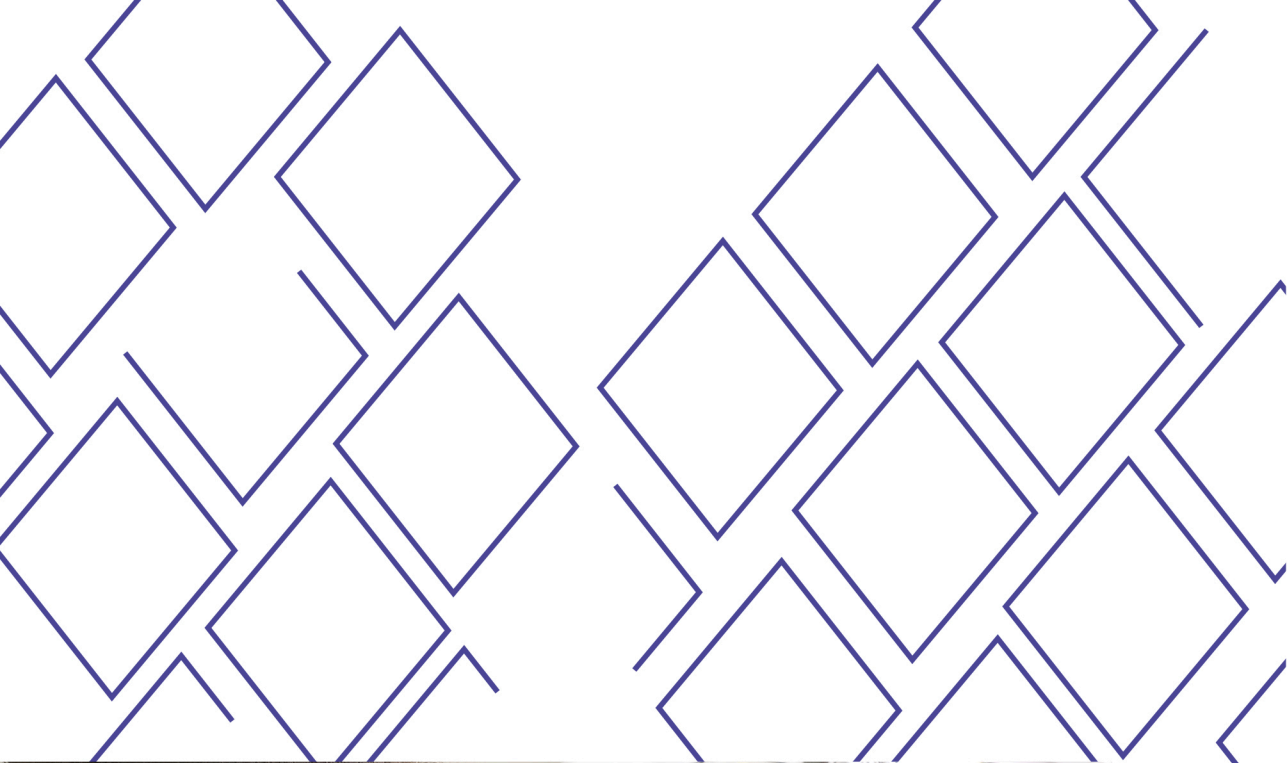
**Contacto:** jdtorress@educacionbogota.edu.co, julian\_dt25@hotmail.com. orcid.org/0000-0002-9922-3954

## Carlos Alberto Merchán Basabe

Profesor de planta de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), vinculado al Departamento de Tecnología. Licenciado en Docencia del Diseño, de la UPN; especialista en Pedagogía para el Desarrollo del Aprendizaje Autónomo de la UNAD; magíster en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación de la UPN. Estudiante del doctorado interinstitucional en educación (UPN, UD, Univalle) en la Línea de filosofía y enseñanza de la filosofía. Es director de *Episteme, Grupo de investigación en cognición y educación*. Cuenta con más de 20 años de experiencia docente, en la que ha trabajado como profesor de tecnología desde preescolar hasta grado once. Ha dedicado su quehacer académico a establecer una teoría pedagógica para el desarrollo del pensamiento tecnológico en la escuela, énfasis de su trabajo doctoral. Junto con los integrantes de *Episteme*, se interesa por el desarrollo de mediaciones pedagógicas y tecnológicas para la discapacidad.

**Contacto:** camerchan@pedagogica.edu.co. Orcid.org/0000-0002-5265-5303





ISBN: 978-958-48-5364-6



9 789584 853646