

## Estrategia alternativa en contexto Latinamericano para reforzar aprendizaje de matemáticas en educación media: Una innovación disruptiva

### Alternative Strategy in Latin American Context for Reinforcing Learning of Mathematics in Secondary Education: A Disruptive Innovation

Alvaro Hernán Galvis

[alvaro@metacursos.com](mailto:alvaro@metacursos.com)

Metacursos SAS. Universidad de los Andes. Colombia.

Nyckyret Flórez

[nyckyret.florez@unibague.edu.co](mailto:nyckyret.florez@unibague.edu.co)

Universidad de Ibagué. Colombia.

Mauricio A. Bermúdez

[mauricio.bermudez@unibague.edu.co](mailto:mauricio.bermudez@unibague.edu.co)

Universidad de Ibagué. Colombia.

Jaime Humberto Vera

[jhvera@ut.edu.co](mailto:jhver@ut.edu.co)

Metacursos SAS. Colombia.

#### **Resumen**

Este artículo presenta los fundamentos, caracterización, desarrollo y evaluación del primer año del proyecto TEAM GALILEO TOLIMA en grados 10 y 11 de instituciones de educación media donde se ha detectado necesidad de cerrar brechas de rendimiento en educación matemática y en las que se cuenta con infraestructura tecnológica al servicio de estudiantes y docentes; esta focalización es muy usual en instituciones de Latino América y lo estudiado puede ser de interés en la región. El trabajo deja a consideración lecciones aprendidas al innovar las estrategias de aprendizaje de matemáticas con la metodología y herramientas propuestas, bajo un enfoque problémico y colaborativo, con apoyo de tecnologías de información y comunicación. El presente informe muestra que el impacto del uso de innovaciones como la que trata este proyecto en el rendimiento en pruebas estandarizadas de competencia matemática, depende en buena medida de la participación efectiva de los estudiantes y de sus docentes en las actividades de reforzamiento propuestas. Esta participación tiene que ver con trabajo en equipo y continuado a lo largo del año para solucionar problemas auténticos (diez por quincena a lo largo del año escolar) con apoyo de laboratorios digitales con los que se modelan y analizan situaciones problemáticas, así como con acompañamiento metodológico y tecnológico de los docentes de cada equipo. En atención a las lecciones aprendidas, el documento presenta un plan de acción para el segundo año del proyecto TEAM GALILEO TOLIMA, donde se someterán a prueba, con inferencia y verificación estadística, las hipótesis surgidas del primer ciclo de innovación educativa en educación media superior del que trata este trabajo.

#### **Palabras claves**

Innovación educativa, innovación disruptiva, formación de docentes en servicio, educación matemática, educación media, tecnologías para aprender.

#### **Abstract**

This article presents the foundations, characteristics, development, evaluation and lessons learned from the GALILEO TOLIMA TEAM project. This initiative seeks to reinforce grades 10 and 11 in math education, in middle schools where there are math-achieving

competence gaps and computers and Internet available for students and their teachers. This problem and improvement opportunities are very common in Latin American middle schools, what makes findings from this report very interesting for them. This study shares lessons learned from innovating math-education learning strategies by using problemic and collaborative approaches implemented with information and collaboration technologies. It shows that standardized test results in math, at high schools participating in the project, depend in good manner from effective participation of students and their teachers in a year-long math thinking competence. Ten authentic problems are biweekly posted through all the school year; small groups with access to computer labs and their teachers participate in the contest. The study proposes an action plan for the second year of the GALILEO TOLIMA TEAM project that builds on hypothesis derived from the first cycle of this educational innovation for high school education.

**Keywords**

Educational innovation, disruptive innovation, in-service teacher training, mathematics education, secondary education, learning technologies

**La innovación educativa con tecnología**

Más allá de la inclusión de computadores con acceso a Internet en instituciones educativas (IE), al referirnos a innovación educativa con tecnología estamos hablando de cambios en la manera de hacer educación que agreguen valor en lo educativo a las IE y que saquen buen provecho a las oportunidades que ofrecen tanto las tecnologías para el aprendizaje como las tecnologías de información y comunicación.

Esto construye sobre la propuesta de Salinas (2004) cuando señala que la innovación es una forma creativa nueva y propia de selección, organización y utilización de recursos humanos y materiales, que da como resultado el logro de objetivos previamente definidos. En el contexto educativo, es clave tener claridad sobre lo que se desea lograr, pues el éxito de una innovación educativa está ligado a alcanzar el tipo de resultados deseados en los beneficiarios y facilitadores del proceso, más que al uso apropiado de las tecnologías, toda vez que estas son un medio y no el fin mismo de la innovación.

El otro elemento que cabe destacar es que cuando se habla de cambios en la manera de hacer educación, es necesario entender que no basta con la creatividad que va ligada al chispazo cuando se analiza una necesidad y se halla cómo aprovechar oportunidades para atenderla; es fundamental entender el contexto en el cual se busca que dicho cambio suceda y ser persistente en la atención de los condicionantes y facilitadores del cambio, para que sea alta la probabilidad de que la transformación organizacional y personal se dé, en cada uno de los actores del proceso donde se desea innovar.

Estudios sobre la difusión de innovaciones, es decir, sobre cómo lograr que lo que alguien halla innovador llegue a ponerse en práctica en una organización (Rogers, 1983) señala que esta difusión conlleva un cambio social en el que las estructuras se modifican al conocer, someter a prueba y confirmar o rechazar la propuesta. Estamos hablando de la participación y compromiso de las directivas y docentes con la iniciativa, así como de quienes ponen a punto y dan soporte a los tipos de tecnologías mencionadas.

## **Problemas de rendimiento en pruebas de matemáticas y oportunidades para tratar de resolverlos sin y con apoyo de tecnología digital**

Muestran los resultados de las pruebas PISA 2012 analizados por el ICFES (2013) que el 74% de los estudiantes colombianos que tomaron dicha prueba [una muestra nacional estratificada y representativa de quienes terminan grado 11] tienen baja capacidad para formular, emplear e interpretar las matemáticas en diversos contextos, incluido el razonamiento y uso de conceptos matemáticos, procedimientos, datos y herramientas para describir, explicar y predecir fenómenos.

Frente a este problema cabe intentar *soluciones incrementales y a pequeña escala*, como se están dando en muchas IE donde han logrado repensar el modo de enseñar matemáticas haciendo uso de tecnologías educativas que cambian el eje del proceso de aprendizaje del profesor a los estudiantes o a los grupos (*e.g.*, pedagogías de tipo activas, invertidas, y personalizadas), con o sin apoyo de tecnologías digitales, y que exigen una buena participación de docentes de matemáticas para lograr el nivel de calidad deseado.

También se pueden poner en marcha *soluciones innovadoras y escalables a costos razonables*, tales que pueden llevar a grandes grupos a obtener altos niveles de calidad con alta eficacia; claro ésta, dichas soluciones exigen una buena dosis de recursos humanos para su diseño y acompañamiento, pero si existe acceso efectivo a tecnologías digitales que apalanquen el proceso, podrían ser expandibles a gran escala sin mucho capital humano. Dicen estudios sobre este tipo de innovaciones a las que se las llama *disruptivas* (Christensen, 2008, pág. 47) que estas creaciones, en vez de sostener la trayectoria de mejoramiento en una dirección establecida, rompen con dicha trayectoria (en mal Spanglish, la “disrupten”) poniendo a disposición del mercado un producto o servicio que tiene potencial de atender la necesidad, es escalable a costo razonable y es fácil de usar, de modo que quienes tradicionalmente son “no consumidores” de las soluciones convencionales pasan a beneficiarse de la solución alternativa. Los computadores e Internet son cada vez más frecuentes en las IE, pero usualmente no se dedican a lograr mejor los objetivos educativos propuestos, son un recurso que abre puertas a la modernidad y habilita a algunos para avanzar en educación acerca de informática, pero no necesariamente impactan el quehacer educativo de las instituciones. Al estar disponibles en las IE, dichos recursos crean el potencial de hacer innovaciones disruptivas, pero exigen mucho más que acceso a computadores con software de productividad y comunicaciones vía Internet, pues imponen hallar maneras de hacer viables innovaciones pedagógicas como las arriba mencionadas, con efectos sobre la gran mayoría de los estudiantes, con apoyo de tecnologías digitales y con facilitación por parte de los educadores a cuyo cargo están tales alumnos (Galvis, 2014). No se trata de reemplazar al docente con dispositivos o soluciones tecnológicas, sino de complementar lo que ellos saben hacer muy bien orientando sus grupos a partir del mejor entendimiento posible de sus características, con recursos que ayuden a que crecientemente los aprendices asuman control del proceso de aprendizaje; esto exige al

docente iluminar con luz indirecta la búsqueda de información antes de entregar conocimientos en forma directa, a lo que la literatura llama “*facilitación desde el lado*” (Collison, Elbaum, Haavind, & Tinker, 2002), en contraposición a “*facilitación desde el centro*”, en la que el educador transfiere sus modelos mentales a los aprendices antes que ayudarlos a que los construyan.

### **TEAM GALILEO VERACRUZ: Una exitosa innovación disruptiva**

TEAM (Tecnología Educativa para el Aprendizaje de las Matemáticas) es una innovación educativa desarrollada y sometida a prueba en Veracruz, México, por el Instituto Galileo de Innovación Educativa<sup>1</sup>, con el fin de intentar encontrar solución a uno de los problemas más serios de la educación media superior Mexicana, como es el bajo nivel de desarrollo de competencias matemáticas, lo que tiene serios efectos en el ingreso de estudiantes a la educación superior en programas que exigen competencias relacionadas.

TEAM GALILEO es un proyecto que se sustenta en la relevancia de lo que se aprende y el efecto que esto tiene en la motivación intrínseca de los aprendices (Wertheimer, 1944), en la importancia de la actividad conjetural del sujeto sobre los objetos de aprendizaje (Piaget, 1972), así como en la importancia de la colaboración entre quienes están en una zona de desarrollo próximo (Vygotsky, 1978). En atención a esto TEAM GALILEO hace uso de una pedagogía problémica (centrada en resolver problemas que tengan sentido para el aprendiz), en el aprovechamiento de las oportunidades de tener experiencias que sirven de base para generar conocimiento, discernimiento repentino y afianzamiento de conocimientos que brindan los laboratorios digitales de matemáticas, así como en la importancia de hacer esta exploración inquisitiva mediante trabajo en pequeños grupos heterogéneos donde estudiantes de distinto nivel de competencia matemática interactúan, con *facilitación desde el lado* por parte de sus docentes.

TEAM GALILEO brinda las siguientes oportunidades a docentes y estudiantes de las IE que toman parte en el proyecto:

- *Laboratorios digitales* que pueden ser usados sin conexión a Internet, que apoyan el modelaje matemático y solución de problemas auténticos, instalables en los equipos de la IE o de los estudiantes y docentes. Incluyen una colección de nueve soluciones para apoyar aprendizaje activo alrededor de los diferentes ejes temáticos que componen el conocimiento matemático y que apoyan temas de todo el curriculum de matemáticas en educación básica y media.
- *Capacitación por la red a los docentes de matemáticas*, para el uso de pedagogías activas centradas en la solución colaborativa de problemas auténticos que promueven el desarrollo del pensamiento matemático y que pueden resolverse colaborativamente con apoyo de laboratorios digitales.
- *Torneo de pensamiento matemático*, conformado por cuatro rondas, cada una de ellas con cinco concursos y uno extra (opcional), que incluyen diez problemas auténticos de respuesta única. En el torneo participan todos los

---

<sup>1</sup> Ver <http://www.galileo2.com.mx/portal/>

equipos de estudiantes (máximo cuatro por equipo) de grados 10 y 11 de todas las IE focalizadas por el proyecto, con asesoría de su respectivo profesor de matemáticas. Los dos grupos finalistas de cada ronda del torneo participan en una sesión final, presencial, donde resultan dos grupos ganadores.

- *Soporte continuado*: facilitadores locales que viven en el vecindario de las IE de cada provincia, quienes acompañan a los docentes de las IE de su ámbito de residencia en el proceso de aplicar lo aprendido en la capacitación y demostrar su apropiación de la pedagogía activa y problémica objeto de estudio. También se brinda soporte en línea a docentes y a estudiantes para la solución de problemas técnicos en el uso de los laboratorios digitales, o en la participación en la capacitación o en el torneo.
- *Sistema de seguimiento y monitoreo apoyado en tecnología*: permite conocer participación y logro de cada docente en su capacitación y de cada grupo de estudiantes en el torneo. También brinda estadísticas asociadas a lo anterior.

En el Estado de Veracruz, MX se puso en marcha el Proyecto GALILEO VERACRUZ de educación matemática en 2009. Llamó la atención, que el Estado pasó del puesto 28 (entre 32 entidades territoriales de México) en pruebas de ENLACE<sup>2</sup> del año 2008 al lugar 11 en la misma prueba en el 2010, ubicando al Estado como el de mayor crecimiento en resultados educativos en ese año. Dado que no todas las IE de Veracruz tomaron parte en el Proyecto Galileo, se hizo análisis de resultados que mostraron que las IE que tomaron parte tuvieron mejoras significativas comparando resultados de años anteriores. Esto hizo que se diera un acercamiento del programa GALILEO con algunas IE del CECYTEV (sigla de Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Veracruz) y que se pusiera en práctica en ellas lo que hoy se conoce como TEAM GALILEO. Con la finalidad de documentar los resultados de la intervención en 17 IE del CECYTEV en los ciclos 2009-2010 y 2011-2012 el Programa Galileo solicitó a Valora (un evaluador externo) realizar un estudio que diera cuenta de las experiencias que se han tenido en estas escuelas en el uso de los recursos que ofrece el Programa, y de su efecto en el aprendizaje de las matemáticas. Los resultados de dicho estudio ex post-facto, transversal y referido a los estudiantes y docentes de las 17 IE del CECYTEV (VALORA, 2012, págs. 49-50) muestran que:

- Los CECYTEV han tenido un progreso importante en los resultados de la prueba Enlace, particularmente en la aplicación de 2010. Este avance se debe a la definición de una clara estrategia por parte de la autoridad educativa que dirige este subsistema. Esta estrategia incluye la realización de simulacros de examen, repasos y tutorías. Como material informático de apoyo, los docentes han utilizado los Laboratorios Galileo.
- El Programa Galileo juega un papel relevante no sólo en preparar a los alumnos para esta prueba sino como estrategia sostenida a lo largo de todo el curso. La frecuencia de uso de los Laboratorios Galileo correlaciona positivamente con las

---

<sup>2</sup> La prueba ENLACE se aplica en Educación Media Superior de México para conocer en qué medida los jóvenes son capaces de poner en práctica, ante situaciones del mundo real, las competencias disciplinares básicas de los campos de Comunicación (Comprensión Lectora) y Matemáticas adquiridas a lo largo de la trayectoria escolar; con ella se hace evaluación nacional del logro académico en centros escolares, es anual y censal. Ver <http://www.enlace.sep.gob.mx/ms/>

calificaciones de los estudiantes en matemáticas. Sin duda este es un hallazgo muy importante, ya que la calificación que los alumnos obtienen de su maestro es un indicador de aprovechamiento fundamental que, de acuerdo con algunos estudios, correlaciona a su vez con los resultados en pruebas estandarizadas.

## **Los problemas de la educación matemática en el Departamento del Tolima y la apuesta de TEAM GALILEO TOLIMA**

El Departamento del Tolima es una de las entidades territoriales de Colombia, está situado en el centro del país, y dividido en 47 municipios organizados en 9 provincias; dos de los municipios están certificados para manejar directamente su educación (Ibagué y Girardot), mientras que los demás están bajo la tutela de la Secretaría de Educación y Cultura del Tolima.

### **El problema de la educación matemática en IEM del Tolima**

Datos del Departamento Nacional de Estadística (DANE, 2011) muestran que en el año 2010 en el Departamento del Tolima tomaron parte en educación media 34.092 estudiantes en edad escolar, la gran mayoría de ellos (30.843) en instituciones oficiales, en proporción de 10 a 1 respecto a los de no oficiales. Al desagregar por grado, 18.504 cursaron grado 10, 15.226 de grado 11 de bachillerato y los demás de grados 12 y 13 de Normal Superior.

Los indicadores de calidad para la educación media del Tolima, como son los resultados en Pruebas Saber 11<sup>3</sup> muestran que en 2011 sólo cerca del 21% de las instituciones de educación media (IEM) sus graduandos de grado 11 alcanzaron nivel alto o superior de rendimiento en matemáticas en la Prueba Saber 11; en las demás IEM, los estudiantes que presentaron la prueba alcanzaron niveles medio, bajo o inferior. Peor aún, dichos resultados también muestran brechas grandes de calidad entre las IEM oficiales y no oficiales, como lo evidencia la **Figura 1** siguiente, generada con base en datos de Pruebas Saber 2011 (SED Tolima, 2012).

---

<sup>3</sup> El Examen de Estado SABER 11 se compone de cinco pruebas: Matemáticas, Lectura Crítica, Sociales y Ciudadanas, Ciencias Naturales e Inglés. Se centra en la evaluación de competencias, entendidas como un saber hacer en contexto, lo cual implica que se movilicen conocimientos y habilidades ante distintas situaciones de evaluación. El examen SABER 11 busca: a) Seleccionar estudiantes para la educación superior, b) Monitorear la calidad de la formación que ofrecen los establecimientos de educación media y c) Producir información para la estimación del valor agregado de la educación superior. (ICFES, 2015)

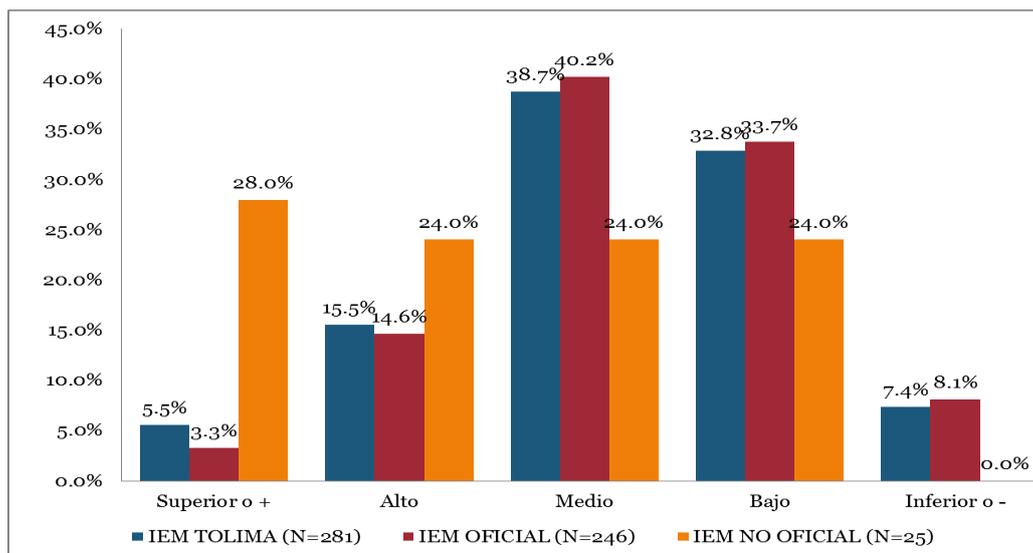


Figura 1. Resultados en matemáticas de las IEM del Tolima en Pruebas Saber 11, año 2011. Fuente: SED TOLIMA

El análisis de Pruebas Saber 2011 del Departamento del Tolima mostró que el problema de calidad de la educación media era multidimensional, es decir, que lo antes señalado para Matemáticas también se daba, con matices, en las demás áreas de competencia medidas por el Examen Saber 11. Frente a esto, la Gobernación del Departamento del Tolima firmó el Convenio Especial 1026 de 2013 de Cooperación en Ciencia y Tecnología con la Universidad de Ibagué para la ejecución del proyecto “Desarrollo de una Cultura Científica en niños, niñas y jóvenes del Departamento del Tolima”, la primera de cuyas líneas de acción es el proyecto TEAM GALILEO TOLIMA. Ésta línea del Convenio se desarrolla en colaboración del Instituto Galileo de Innovaciones Educativas (Veracruz, Mx) y Metacursos SAS (Bogotá), con la Universidad de Ibagué (Ibagué, Tolima) y la Secretaría de Educación y Cultura de la Gobernación del Tolima (Ibagué, Tolima).

Los datos disponibles en bases de datos oficiales sirvieron de referencia para preseleccionar 37 IEM oficiales cuyas sedes cumplían con los siguientes criterios: (1) Los puntajes de sus estudiantes de grado 11 en Pruebas Saber 11 en el año anterior estaban en niveles inferior, bajo o medio; (2) las sedes de dichas instituciones estaban ubicadas en una de las tres provincias con menor rendimiento educativo según las mencionadas Pruebas Saber (provincias Sur, Sur Oriente y Centro) o en zona suburbana de Ibagué; (3) las sedes contaban con fluido eléctrico estable, con computadores en proporción de no más de 20 estudiantes por equipo y con Internet de medio o alto ancho de banda contratado para por lo menos la duración del proyecto. La distribución por provincia de estas IE preseleccionadas es: [centro, 14 IE; Ibagué, 5 IE; Sur, 14 IE; Sur oriente, 4IE].

### Las promesas, los supuestos y el desarrollo de TEAM GALILEO TOLIMA

TEAM GALILEO TOLIMA es una adaptación del proyecto creado y probado en México, tomando en cuenta la idiosincrasia de la educación en el departamento del

Tolima y los condicionantes de dotación y ubicación de las sedes de educación media superior que tomen parte. En este proyecto se considera el entorno y el medio social en el que se desenvuelven los principales actores. La decisión de someter a prueba esta innovación disruptiva tiene que ver con la relevancia de sus promesas en Colombia y Latinoamérica, donde se está lejos de la excelencia en pruebas PISA pero crecientemente hay computadores e Internet en las IE (Galvis, 2014), lo que brinda oportunidad de innovar disruptivamente en la educación matemática.

#### Las promesas del proyecto TEAM GALILEO TOLIMA

En los párrafos siguientes se presentan los razonamientos que sustentan el proyecto, lo que éste se propone y la alineación con los ejes temáticos para educación matemática de los medios de que se vale esta innovación.

*Lógica de lo que propone TEAM GALILEO TOLIMA.* Si en las IEM se logra que sus estudiantes aumenten el nivel de comprensión de situaciones problemáticas auténticas, es decir, tomadas de la vida real y que sean significantes para el estudiante, y se trabaja con aprendizaje colaborativo y bajo enfoque solución de problemas en forma transversal al currículo, se podría avanzar en el desarrollo cognitivo de los estudiantes, toda vez que además de ganar motivación, ganarían en análisis e interpretación de información que son vitales en las pruebas del Saber. Si, adicionalmente, se logra hacer uso de tecnologías disruptivas, es decir que rompen con el patrón de trabajo académico, para ayudar a profesores y estudiantes a hacer uso de laboratorios digitales matemáticos para el modelaje de las situaciones problemáticas, se estaría empoderando a profesores y estudiantes al ayudarles a pasar de lo concreto a lo abstracto y viceversa, en búsqueda de soluciones a problemas que exigen hacer uso de saber avanzado. Esto es transferible entre dominios, se estaría desarrollando lenguaje, favoreciendo trabajo colaborativo, haciendo uso de razonamiento lógico matemático y de matemáticas de secundaria, así como aprendiendo a solucionar problemas en distintos dominios.

*Lo que se busca con el proyecto.* Con esta propuesta se persiguen dos objetivos complementarios:

- Elevar los niveles de conocimiento y de competencias de los estudiantes de Educación Media (Grados 10 y 11) en el área de matemáticas, incluyendo sus capacidades de razonamiento, de solución de problemas y de trabajo en equipo.
- Proporcionar a los maestros del sistema educativo Tolimense que imparten las asignaturas de matemáticas para los grados 10 y 11, los conocimientos necesarios sobre utilización didáctica de los laboratorios digitales de matemáticas para la enseñanza bajo enfoque problemático.

*Un proyecto alineado con los estándares para educación matemática de Colombia.* El proyecto está en capacidad de atender los requerimientos establecidos en las normas de educación matemática definidas por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MINEDUCACIÓN, 1998), de manera que los profesores del Departamento de Tolima que participen en el proyecto, tengan laboratorios digitales para apoyar el desarrollo de los programas de estudio establecidos; para este fin se presenta en la **Tabla 1** la

relación de cobertura de los diferentes laboratorios con los cinco ejes temáticos establecidos por el Ministerio.

<b>Ejes temáticos</b>	<b>Laboratorios digitales Galileo</b>
Pensamiento Numérico y Sistemas Numéricos.	Laboratorio Arimetrón, Laboratorio de Fracciones y Laboratorio de Algebra
Pensamiento Espacial y Sistemas Geométricos	Taller de Euclides y Modelador Geométrico 3D.
Pensamiento Métrico y Sistemas de Medidas	Laboratorio de Geometría Analítica y Laboratorio de funciones
Pensamiento Aleatorio y Sistemas de Datos	Laboratorio de Probabilidad y Estadística
Pensamiento Variacional, Sistemas Algebraicos y Analíticos	Laboratorio de Funciones y Laboratorio Modelador Geométrico 3D.

Tabla 1. Ejes temáticos y laboratorios de matemáticas considerados en el Proyecto TEAM GALILEO TOLIMA

Los supuestos del proyecto TEAM GALILEO TOLIMA y su cumplimiento

Un proyecto de innovación educativa disruptivo y con apoyo de tecnología como el propuesto, requiere que se cumplan una serie de supuestos. Para poderlos verificar mediante visitas de inspección a las sedes preseleccionadas, se pusieron de presente los siguientes aspectos.

*Compromiso institucional para participar en el proyecto.* Los secretarios de educación de Tolima y de Ibagué enviaron una circular a los rectores de las 37 IEM preseleccionadas, invitándolos a tomar parte, lo cual implicaba que los docentes y alumnos de grados 10 y 11 se vincularan, los primeros en la capacitación ofrecida y, los segundos, en el Torneo de Pensamiento Matemático 2015. Hubo respuesta positiva de todos los rectores y, con base en esto, se echó a andar el proyecto a comienzos del año lectivo 2015 con las visitas iniciales de verificación de aprestamiento.

*Aprestamiento tecnológico de IEM focalizadas por el proyecto.* La selección preliminar incluyó 37 IEM de 12 municipios de las 3 provincias que, según información en las BD oficiales, cumplían con las condiciones deseadas para participar en el proyecto. Las visitas indicaron que solamente 25 de las 37 IEM preseleccionadas contaban con el aprestamiento tecnológico requerido, siendo la carencia de Internet o la mala calidad de este servicio la principal causa de no inclusión de la IEM respectiva en el proyecto.

*Posibilidad de hacer acompañamiento presencial periódico.* Un proyecto como TEAM GALILEO TOLIMA hace uso de combinación de ambientes virtuales y presenciales de aprendizaje para la capacitación de docentes en servicio y a combinación en ambientes de aprendizaje presenciales sin y con tecnología en lo que se relaciona con la participación de los alumnos en el Torneo de Pensamiento Matemático. Por el motivo

anterior, se consideró pertinente crear grupos de IEM al cuidado de facilitadores presenciales itinerantes que estuvieran a no más de dos horas de desplazamiento desde su lugar de residencia a las sedes de las IEM a su cargo. Las visitas de inspección hicieron evidente que algunas IE preseleccionadas estaban en zona roja de seguridad pública y que otras tenían vías de acceso desde el casco urbano muy limitadas en algunas épocas del año o estaban muy alejadas de aquel. Esto llevó a retirar otras 3 IEM de la lista del proyecto.

*Alineación con calendario académico de las IEM del Departamento del Tolima.* Dado que el proyecto conlleva que los docentes tomen parte en 20 sesiones de capacitación de dos horas y por video conferencia, y que los alumnos participen en un torneo en cuatro rondas, cada una de ellas con cinco concursos, y conformados por diez problemas auténticos, se acordó con las secretarías de educación participantes que: (1) la capacitación en vivo para docentes se haría los martes de 10am a 12m cada quince días, que sería video-grabada y puesta a disposición de los docentes de matemáticas de las IEM participantes, para lo cual se pediría a los rectores de las IEM focalizadas ajustar los horarios de los docentes para que hubiera mínima interferencia con el horario de la capacitación; (2) el torneo incluiría dos rondas de cuatro concursos cada una por semestre, cuidando que el contenido de los reactivos de prueba recorriera todos los contenidos de matemáticas en educación básica, de modo que sirviera de repaso a lo de grados previos y de reforzamiento a lo que se estudia en los grados 10 y 11. La gran mayoría de las IEM preseleccionadas que cumplieron con los supuestos antes mencionados se acogieron a esta alineación, salvo 1 donde el plan de trabajo anual no tenía holgura para que los estudiantes de grados 10 y 11 participaran en otro proyecto y otra donde los docentes de matemáticas no se comprometieron a participar. De las 20 IEM que cumplía con todos los requisitos 17 iniciaron con la ronda 1 del Torneo y otras tres con la ronda 2.

Los anteriores hallazgos llevaron a concertar con las SED Tolima y SED Ibagué nuevos criterios de focalización, ampliándose el ámbito geográfico del proyecto a otras tres provincias e incluyendo once nuevas IEM en el proyecto que cumplen con los demás criterios. Debido a que la verificación de condiciones de participación se hizo con el proyecto en acción, las nuevas IEM se vincularon al proyecto en la tercera o cuarta ronda del concurso, como lo muestra la **Tabla 2** siguiente.

Provincia	Número de IEM adscritas al proyecto				
	Pre-selección	Ronda 1	Ronda 2	Ronda 3	Ronda 4
Centro	14	9	10	10	10
Ibagué	5	3	4	4	4
Sur	14	4	4	4	4
Sur oriente	4	1	2	2	2
Nevados				1	1
Oriente				2	3
Norte				1	3
<b>Total IEM</b>	<b>37</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>27</b>

Tabla 2. Número de IEM adscritas al proyecto por rondas del Torneo de Pensamiento Matemático 2015

De este modo, la participación en el proyecto por parte de equipos de estudiantes y de docentes tuvo cuatro niveles, dependiendo de la ronda del Torneo en que se vinculó

cada IEM al proyecto. La siguiente tabla visualiza las cifras de los cuatro grupos de IEM, según su exposición a los medios y métodos de TEAM GALILEO TOLIMA:

Grupo 1	IE que participaron desde ronda 1	17
Grupo 2	IE que participaron desde ronda 2	3
Grupo 3	IE que participaron desde ronda 3	4
Grupo 4	IE que participaron desde ronda 4	3

Tabla 3. Número de IEM según la ronda del Torneo donde comenzaron

Resulta importante destacar que el sistema de inducción al proyecto puso a disposición de cada nuevo docente y sus equipos de estudiantes, todos los recursos metodológicos y tecnológicos explorados hasta el momento de ingresar (laboratorios digitales + enunciados y soluciones de los concursos ya realizados, así como los videos y presentaciones de la capacitación adelantada). Por otra parte, las reglas de juego del Torneo permitían que cada nueva ronda comenzara con cero puntos por equipo, con lo que las oportunidades de ir al concurso presencial final eran iguales en cada una de las rondas del Torneo.

### **El desarrollo y la evaluación de TEAM GALILEO TOLIMA**

Durante el año 2015 el proyecto se dedicó a someter a prueba la propuesta y lograr las condiciones de ejecución adecuadas, para lo cual se puso en marcha lo concertado con la SED Tolima y, en paralelo, lo que en la literatura se denomina un *sistema de evaluación para el desarrollo* (Patton, 2004). En este tipo de evaluación de lo que se trata es de apoyar el proceso de toma de decisiones, formulando y hallando respuesta a preguntas evaluativas para someterlas a la prueba de fuego del examen de la realidad (ibid, p.12). De este modo, el desarrollo del proyecto y la evaluación del mismo van de la mano. A continuación se presentan las interrogantes (P1 a P5) que han guiado la reflexión permanente sobre el proyecto, los métodos para resolverlos, y las respuestas que se han obtenido durante el primer año.

#### **Pregunta #1. ¿Tienen el debido aprestamiento tecnológico y están comprometidas las IEM focalizadas, para tomar parte en el proyecto? ¿Qué hacer cuando no lo están?**

Para responder lo relacionado con aprestamiento tecnológico, se llevaron a cabo dos acciones complementarias: (1) La SED Tolima y la SED Ibagué pidieron a cada rector respuesta escrita sobre su interés por participar en el proyecto descrito en la *Circular 009 de 2015* del Secretario de Educación y Cultura del Tolima a los rectores de las IE focalizadas inicialmente, donde se les pedía colaboración para llevar a cabo una visita de verificación de condiciones de conectividad e infraestructura y apoyar a los docentes de matemáticas de los grados 10 y 11 para participar los martes del 10am a 12m en la capacitación quincenal del proyecto. (2) La Universidad de Ibagué contrató un trabajo de campo para establecer mediante visita a la sede de cada IE y entrevista con rector o coordinador el estado de aprestamiento de la infraestructura tecnológica. Los hallazgos derivados de preparación tecnológica fueron presentados en el numeral de *supuestos del proyecto TEAM GALILEO TOLIMA y su cumplimiento*, destacando la vinculación

progresiva de IEM con aprestamiento tecnológico que se decidían a tomar parte en el proyecto. Al detectarse carencias tecnológicas no solucionables en el corto plazo, se buscaron IEM alternas que cumplieran con los criterios de focalización, ampliados geográficamente

El compromiso de participación de las IEM se materializó en la cantidad de equipos de estudiantes y docentes por IEM que tomaron parte en actividades del proyecto, tal como lo muestra la **Tabla 4** siguiente. En ella se hace evidente que hubo una progresión creciente de IEM que, teniendo aprestamiento tecnológico, tomaron parte en el Torneo de Pensamiento Matemático 2015. Ligado a este aumento de IEM por ronda se da un crecimiento importante en número de equipos de estudiantes acompañados por sus profesores, tal que casi duplica el número de estudiantes en la ronda inicial sin que se haya duplicado el número de profesores. Por otra parte, si se considera que cada equipo de estudiantes tenía a lo sumo 4 personas, se hace evidente que un poco más de 2000 estudiantes de 27 IEM focalizadas tomaron parte en el Torneo.

Variable	Ronda 1	Ronda 2	Ronda 3	Ronda 4
Equipos estudiantes	253	357	449	504
Profesores	21	26	33	37
Instituciones	17	20	24	27

Tabla 4. Participación en el Torneo de Pensamiento Matemático 2015 de equipos hasta de 4 estudiantes y su docente en IEM con aprestamiento tecnológico

La **Figura 2** siguiente ilustra, en forma de matriz de dispersión, la relación existente entre el número de docentes participantes, estudiantes e instituciones a medida que se iban incorporando en las primeras cuatro rondas del proyecto.

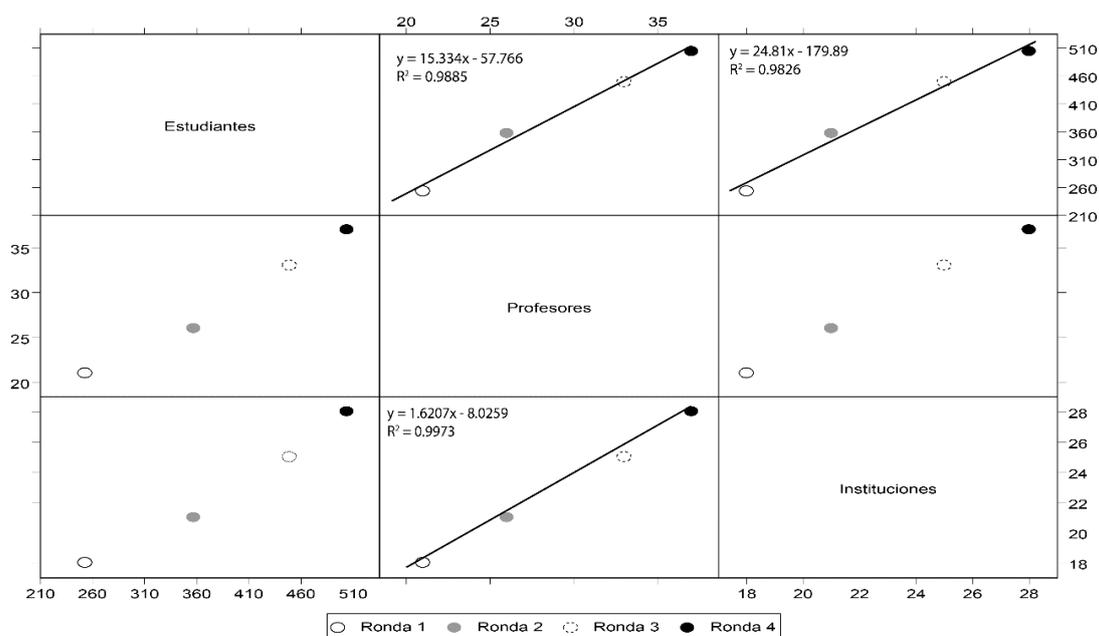


Figura 2. Matriz de dispersión que relaciona número de estudiantes, profesores e instituciones por ronda

Se establece que existe una relación fuertemente lineal, con coeficiente de regresión mayor a 0.9 entre cada una de las variables comparadas, lo cual explica que a medida que transcurre el tiempo existe una mayor incorporación de elementos en el espacio muestral. Esta comparación demuestra el carácter dinámico y las características de apertura que ha tenido el proyecto TEAM GALILEO TOLIMA y lo positivo del esfuerzo que se ha realizado por motivar participación de los diferentes actores a lo largo del desarrollo del mismo.

La **Tabla 5** de la página siguiente ayuda a entender el crecimiento de equipos de estudiantes y docentes en el Torneo de Pensamiento Matemático 2015.

- En las provincias *Centro*, *Sur* y *Sur Oriente* se mantienen constantes las cifras iniciales de docentes y número de equipos de estudiantes salvo en dos municipios (Espinal y Guamo), donde a partir de la segunda ronda se duplica el número de docentes y entran a participar un número grande de equipos de estudiantes.
- En *Ibagué* sucede algo semejante a partir de la segunda ronda; aumentan en dos los docentes y se duplica el número de equipos de estudiantes.
- Las IEM de las provincias *Nevados*, *Norte* y *Oriente* hacen su contribución al proyecto con equipos de estudiantes y docente a partir de la ronda 3, con algunos incrementos en la ronda 4.

		Equipos de estudiantes por Provincia				Profesores por Provincia			
Provincia	Municipio	Ronda 1	Ronda 2	Ronda 3	Ronda 4	Ronda 1	Ronda 2	Ronda 3	Ronda 4
CENTRO	ALVARADO	16	16	16	16	2	2	2	2
CENTRO	CAJAMARCA	24	24	24	24	2	2	2	2
CENTRO	COELLO	24	24	24	24	3	3	3	3
CENTRO	ESPINAL	10	64	64	68	2	4	4	4
CENTRO	ROVIRA	5	5	6	6	1	1	2	2
IBAGUÉ	IBAGUÉ	52	101	101	106	6	8	8	8
NEVADOS	LÉRIDA			18	18			2	2
NORTE	ARMERO			22	26			1	3
NORTE	FRESNO				22				1
ORIENTE	MELGAR			51	71			3	4
SUR	CHAPARRAL	77	77	77	77	2	2	2	2
SUR	NATAGAIMA	1	1	1	1	1	1	1	1
SUR	SAN ANTONIO	4	4	4	4	1	1	1	1
SUR ORIENTE	GUAMO		1	1	1		1	1	1
SUR ORIENTE	PRADO	40	40	40	40	1	1	1	1
TOTALES		253	357	449	504	21	26	33	37

Tabla 5. Participación de equipos de estudiantes en el Torneo de Pensamiento Matemático 2015 y de sus docentes

La estrategia de vincular nuevas IEM que tienen aprestamiento tecnológico y compromiso con la propuesta del proyecto, en reemplazo de las inicialmente seleccionadas pero que no tenían las condiciones esperadas, muestra resultados positivos en lo que respecta a aprovechamiento de las oportunidades del proyecto.

**Pregunta #2. ¿De qué manera toman parte los docentes en el proyecto? ¿Qué agrupaciones de docentes se pueden hacer desde la perspectiva de su participación? ¿Cómo puede haber influido la participación docente en los logros de los estudiantes?**

Los docentes de matemáticas de grados 10 y 11 juegan un rol fundamental en el proyecto TEAM GALILEO TOLIMA, toda vez que son ellos los que inscriben sus equipos de estudiantes en el portal del Torneo de Pensamiento Matemático y los dinamizan en el proceso de aprendizaje. Por otra parte, los docentes tienen necesidad de enriquecer sus competencias tecnológicas para dar apoyo efectivo a sus alumnos en el uso de los laboratorios digitales, y de contrastar sus prácticas docentes con las que propone la pedagogía problémica que conlleva el proyecto, con lo cual se espera que tomen parte en la capacitación virtual quincenal que se ofrece. Como se mencionó anteriormente, se puede tomar parte en esta capacitación en vivo o en diferido, toda vez que se graba cada videoconferencia y se ponen a disposición los materiales de cada presentación.

Al inicio del proyecto, el facilitador de cada provincia (quien es un experto en educación matemática que reside cerca de las IE a su cargo) visitó a cada uno de los docentes de matemáticas de las IEM focalizadas de su provincia, los indujo al proyecto, los puso al tanto de las oportunidades disponibles y de los requerimientos asociados, detectándose gran interés por parte de los docentes y rectores visitados y grandes expectativas sobre lo que el programa ofrecía a sus Instituciones; además, manifestaron su interés en participar en cada una de las actividades propuestas. En unos pocos casos particulares, algunos docentes se mostraron preocupados por su escaso dominio tecnológico y otros por su nivel de desarrollo de competencias didácticas y disciplinares, sin embargo, todos coincidieron en la necesidad de implementar acciones como las propuestas por TEAM GALILEO TOLIMA para enfrentar la poca o nula motivación de sus estudiantes hacia el aprendizaje de las matemáticas.

Para cada una de las 27 IEM que se vincularon al proyecto, la **Tabla 6** resume la cantidad de equipos de hasta de 4 estudiantes que estaban inscritos en la ronda 4, en cuáles concursos del Torneo participaron, qué porcentaje de los equipos inscritos participó en los concursos y a qué porcentaje efectivo de concursos equivale; así mismo indica qué porcentaje de participación tuvieron el o los profesores que acompañaban cada equipo a lo largo del proceso. El grupo 1 de IEM son las que iniciaron desde la ronda 1, el grupo 2 las que iniciaron desde la ronda 2, y así sucesivamente.

Institución Educativa IE		Equipos	Participa 18 concursos		%Participación Equipos		capacitaciones		
Provincia	Municipio e IE	Ronda 4	Cuáles	%	Eq. Estuds	Efectiva	Profe 1	Profe 2	Profe 3
CENTRO	ALVARADO IE 1	11	1 a 18	100%	91%	91%	68%		
CENTRO	ALVARADO IE 2	5	1 a 18	100%	62%	62%	89%		
CENTRO	CAJAMARCA IE1	16	1 a 7	39%	18%	7%	84%		
CENTRO	CAJAMARCA IE 2	8	1 a 18	100%	34%	34%	58%		
CENTRO	COELLO IE1	10	1 a 18	100%	14%	14%	74%		
CENTRO	COELLO IE2	6	1 a 18	100%	48%	48%	47%		
CENTRO	COELLO IE3	8	1 a 5	28%	73%	20%	32%		
CENTRO	ESPIRAL IE1	10	1 a 18	100%	25%	25%	53%	11%	
CENTRO	ROVIRA IE1	6	1 a 18	100%	96%	96%	37%	32%	
IBAGUÉ	IBAGUÉ IE1	44	1 a 13	72%	15%	11%	63%	21%	
IBAGUÉ	IBAGUÉ IE2	38	1 a 18	100%	15%	15%	79%	32%	
IBAGUÉ	IBAGUÉ IE3	7	1 a 7	39%	16%	6%	95%	74%	37%
SUR	CHAPARRAL IE1	56	1 a 18	100%	62%	62%	100%		
SUR	CHAPARRAL IE2	21	1 a 3	17%	73%	12%	68%		
SUR	NATAGAIMA IE1	1	no participaron			0%			
SUR	SAN ANTONIO IE1	4	1 a 10	56%	20%	11%	79%		
SUR ORTE	PRADO IE1	40	1 a 18	100%	43%	43%	21%		
Subtotales grupo 1 de IEM		291							
CENTRO	ESPIRAL IE2	58	7 a 18	73%	3%	2%	91%	11%	
IBAGUÉ	IBAGUÉ IE4	17	6 a 18	87%	15%	13%	35%		
SUR ORIEN	GUAMO IE1	1	no participaron						
Subtotales grupo 2 de IEM		76							
NEVADOS	LÉRIDA IE1	18	14 a 18	50%	16%	8%	32%		
ORIENTE	MELGAR IE1	13	11 a 18	80%	40%	32%			
ORIENTE	MELGAR IE2	48	11 a 18	80%	8%	6%	84%		
NORTE	FRESNO IE1	22	11 y 12	20%	25%	5%			
Subtotales grupo 3 de IEM		101							
NORTE	ARMERO IE1	19	16 a 18	60%	30%	18%	64%		
NORTE	ARMERO IE2	7	no participaron			0%			
ORIENTE	MELGAR IE3	10	16 a 18	60%	7%	4%			
Subtotales grupo 4 de IEM		36							
Total equipos de estudiantes		504							

Tabla 6. Intervención de docentes dinamizando sus equipos de estudiantes y participando en la capacitación

De esta tabla conviene destacar aspectos como los siguientes:

- Tres de las 27 IEM que cumplían con los criterios de focalización no participaron en el proyecto, toda vez que aunque inscribieron equipos de estudiantes éstos no tomaron parte en los concursos ni los docentes en la capacitación. Más adelante se comentan los hallazgos acerca de razones argüidas para no participar en una u otra dimensión, a partir de las visitas de seguimiento.
- La columna de “participación efectiva”, que se calcula multiplicando el porcentaje de concursos en que tomaron parte por el porcentaje de equipos de la IE que presentaron respuestas al concurso, es muy interesante de analizar, pues al cruzar esta información con los ocho equipos que ganaron en las 4 rondas del concurso (4 de Alvarado IE1, 3 de Rovira IE1, 1 de Armero IE1), muestra una muy estrecha relación entre “participación efectiva” y “ganar una ronda” para las IE que tomaron parte en todas las rondas. Sin embargo, al cruzar la información de los equipos ganadores del Torneo con participación efectiva, (primer puesto un equipo de Armero IE1 y segundo puesto un equipo de Rovira IE1) se hace evidente que el tipo de acompañamiento del docente y la estrategia

de preparación para el concurso presencial final pudieron hacer diferencia, toda vez que el nivel de participación de los docentes fue distinto y que, al estar disponibles todos los enunciados y respuestas de todos los concursos, y al tener acceso a todos los laboratorios digitales y a sus manuales, el equipo de estudiantes que inició en la ronda 4 pudo estar tan preparado para un concurso comprensivo y presencial como los que comenzaron desde la ronda 1.

- c) Otro asunto que muestra la **Tabla 6** es que la calidad del acompañamiento que puede dar un docente puede verse amenazada por el tamaño de los grupos a su cargo. Por lo general las IEM con un docente de matemáticas en grados 10 y 11 tienen hasta 20 equipos de estudiantes, lo que equivale a tener hasta 80 alumnos en ambos grados. Sin embargo, en dos de los casos el docente tiene a cargo alrededor de 50 grupos (200 estudiantes), lo que hace pensar que es limitada la calidad del acompañamiento que puede brindar a sus alumnos.
- d) Las 24 IEM restantes muestran un comportamiento sin patrones bien definidos en lo que respecta a participación de los docentes en la capacitación y en la dinamización de equipos de estudiantes a cargo de ellos, ver **Tabla 7** siguiente.

Participación capacitación	Participación en concursos del Torneo				TOTAL
	1% a 25%	26% a 50%	51% a 75%	76% a 100%	
1% a 25%	1		3	1	5
26% a 50%		2		2	4
51% a 75%			3	4	7
76% a 100%		3	2	3	8
TOTAL	1	5	8	10	24

*Tabla 7. Participación de docentes en su capacitación y en dinamizar equipos de estudiantes*

De acuerdo con esta tabla, si bien las mayores frecuencias de participación están en los valores más altos de cada escala, hay docentes que no se capacitaron bien en el uso pedagógico de los laboratorios digitales Galileo pero que sin embargo dinamizaron sus equipos de estudiantes, lo que genera incertidumbre sobre la propiedad del acompañamiento que dieron en relación con el uso pedagógico de los laboratorios para solucionar problemas auténticos (ellos saben de matemáticas mas no necesariamente de usar laboratorios digitales para resolver problemas auténticos); también muestra que hay docentes que se capacitaron en esto, pero que no dinamizaron sus estudiantes para tomar parte en los concursos, es decir, que no transfirieron lo aprendido; esto es una lástima.

Frente a los problemas de participación que dejan ver las **Tablas 6** y **7**, se hicieron visitas de seguimiento a cada una de las IEM participantes, indagando sobre el uso de las oportunidades que ofrece el proyecto y las razones para mayor o menor aprovechamiento. En estas visitas se identificaron algunos de los factores que han incidido en la limitada participación de docentes en el programa de capacitación, en los cuales se destacan los siguientes:

- situaciones de orden institucional, como la dificultad para que docentes y estudiantes puedan acceder a las salas de informática, problemas de configuración de los equipos de cómputo que impiden la instalación de los laboratorios digitales en forma permanente (al reformatear los equipos no

reinstalan el software) y problemas de conectividad en las Instituciones Educativas;

- otros, de orden personal, como la falta de interés por participar en las actividades propuestas, la baja motivación generada porque el tipo de estímulos ofrecidos a los docentes (certificación a nivel de diplomado, créditos para escalafón, tableta para los docentes que asesoran a los equipos ganadores del torneo) no es significativo para algunos docentes, y por el poco interés demostrado por sus estudiantes o sencillamente por la resistencia natural al cambio cuando hay actividades de aprendizaje extracurriculares.

**Pregunta #3. ¿Funciona la estrategia de trabajo colaborativo en grupos heterogéneos y extracurriculares? ¿Qué los motiva? ¿Cómo se les apoya localmente? ¿Cómo mejorarla?**

Con la conformación heterogénea de los equipos de estudiantes que participan en el torneo (mediante entrecruce de estudiantes de distinto grado, con variedad de competencias matemáticas, edad y género), se buscó que hubiera transferencia positiva de conocimientos entre quienes tuvieran más fresco un saber matemático relevante a cada problema (éstos recorren a lo largo del Torneo todo el contenido de la disciplina en primaria y secundaria), que las diferencias en desarrollo de competencias matemáticas fuera ocasión de ayudar a los compañeros vía cooperación en la solución de problemas, y que la colaboración para el uso de recursos tecnológicos fuera viable. Sin embargo, en un buen número de las IEM fue difícil el desarrollo de este esquema de trabajo, debido a que en las jornadas escolares no coinciden los horarios de las clases de matemáticas de los grados 10° y 11°, y en las jornadas contrarias otros factores como las distancias, los costos de desplazamiento y el compromiso con otras actividades (en algunos casos académicas de la misma Institución Educativa), hicieron casi imposible generar espacios de encuentro de los integrantes de los equipos.

Como alternativa a esta problemática algunos docentes han optado por dedicar en cada uno de los salones de clase una de las horas destinadas a matemáticas para la solución de las dudas que puedan tener los estudiantes frente a los problemas propuestos en el torneo, y algunos de sus estudiantes han decidido aprovechar otros espacios como los descansos para ser asesorados por su profesor. En casos cuando la conexión a Internet institucional no es la deseada, ha habido docentes que comparten su plan de datos con sus grupos de estudiantes para subir las respuestas a los concursos.

Entrevistados por los facilitadores locales en visitas de seguimiento al programa, un buen número de estudiantes indicó que el trabajo que deben realizar en cada concurso del torneo exige 2 a 5 horas extracurriculares y con acceso a tecnología, lo cual no siempre es posible. A pesar de esto, un grupo significativo de estudiantes manifiesta haber descubierto grandes potencialidades en el programa TEAM GALILEO TOLIMA, pues han encontrado interesantes y motivadores los problemas propuestos, y ven en los laboratorios digitales un recurso que motiva y permite aprendizaje más significativo.

Algunas de las razones que motivan la participación de los estudiantes son: Esta es una alternativa para aprender matemáticas diferente a la tradicional, donde la motivación y

apoyo que les brindan sus docentes, y los premios ofrecidos (una tableta para cada estudiante de los dos equipos ganadores del torneo en cada año y una beca por un semestre para cualquier programa de pregrado ofrecido por la Universidad de Ibagué) son muy llamativos.

Una de las modificaciones planeadas para el año 2016, contempla que los equipos de estudiantes que participarán en la segunda versión del torneo, estarán integrados por jóvenes de un mismo grado y de un mismo salón de clase, igualmente heterogéneos en nivel de competencias y género, de modo que se les facilite reunirse y tengan mayor interacción entre ellos alrededor de los problemas que se les proponen.

Se ha encontrado que el papel del docente es fundamental en el desempeño de sus estudiantes en el torneo, pues los equipos que han mostrado altos niveles de participación y alcance de los logros esperados son aquellos asesorados por docentes altamente comprometidos con las actividades del programa. Frente a esto el gran reto es lograr que haya sinergia entre lo que hace el docente en cada grado y lo que propicia el proyecto con sus actividades.

#### **Pregunta #4. ¿Qué efectos hay atribuibles a participación en TEAM GALILEO TOLIMA en los docentes y en los estudiantes que toman parte activa?**

Entendemos por *efectos* aquellos resultados directos en los beneficiarios del proyecto (estudiantes y docentes), de alguna índole (organizacional, cognitiva, afectiva, tecnológica), que se pueden asociar al hecho de haber tomado parte en la iniciativa. Para establecerlos recurrimos a dos estrategias complementarias: (1) se analizaron los testimonios grabados por los equipos de estudiantes y sus capitanes cuando ganaron en una de las rondas o cuando se reunieron para el certamen presencial final. (2) se aplicaron y analizaron encuestas a los miembros de los equipos finalistas del Torneo y a sus docentes, para recabar información de retorno y sugerencias.

Los testimonios grabados en video clip de estudiantes que fueron finalistas en las cuatro rondas del Torneo, disponibles en el portal Team Galileo<sup>4</sup> y los de los capitanes de equipos<sup>5</sup>, muestran lo siguiente:

- Consideran muy buenos los problemas que les plantea cada concurso del *Torneo de Pensamiento Matemático*, pues exigen reflexionar y en ocasiones repasar lo que se supone que uno sabía; dicen que hay que estar enfocados para resolverlos, toda vez que los problemas auténticos son retadores, a pesar de que al resolverlos con ayuda de los laboratorios Galileo es posible concentrarse en el análisis de soluciones y no en los cálculos.

---

<sup>4</sup> Ver testimonios de equipos finalistas <http://www.galileo2.com.mx/tolima/index.php/testimonios>

<sup>5</sup> Ver en [https://www.youtube.com/watch?v=hn\\_F8OK90js&feature=youtu.be](https://www.youtube.com/watch?v=hn_F8OK90js&feature=youtu.be) testimonios de capitanes de equipos finalistas

- Indican que la clave del éxito en el *Torneo* tiene que ver con la dedicación, el esfuerzo y el compromiso de cada equipo y de sus miembros. Para llegar a la solución de los problemas trabajan en grupo buscando cada quien compartir lo que sabe, pero también acuden a Internet, YouTube y otras herramientas online para resolver los problemas, con posibilidad de acudir a su docente cuando hace falta. Para reunirse como equipos los estudiantes a veces sacrifican clases y tiempo libre para así cumplir con los compromisos del Torneo; igualmente, participan en talleres para apropiarse los laboratorios digitales, con sus docentes o con compañeros que son buenos para la tecnología.
- Para los estudiantes el programa TEAM GALILEO TOLIMA ha sido muy bueno pues les permite acceder a recursos tecnológicos que antes no podían usar en sus IE, como los laboratorios digitales Galileo en las salas de informática y los celulares y tabletas para comunicación dentro y fuera de la IEM entre miembros de los equipos y con su docente de matemáticas.
- Agradecen a sus docentes por la dinamización y apoyo a lo largo del proceso, pues motivaron participación y dieron tiempo para trabajar y resolver las dudas. El grado de motivación de sus docentes es alto; por ejemplo, un solo profesor adquirió el compromiso de acompañar más de ocho grupo de estudiantes participantes dentro de una misma institución.

Las respuestas de los estudiantes finalistas del Torneo a las encuestas de fin de proyecto corroboran lo dicho por ellos en los video clips sobre efectos de participar en el proyecto y adicionalmente muestran que:

- Participar en TEAM GALILEO TOLIMA ayuda a ver las matemáticas de una manera diferente, más divertida y fácil. Así mismo, promueve trabajar con compañeros en la solución de problemas, lo que fue mejorando con la práctica.
- La estrategia de trabajo en equipos heterogéneos se usó en tres de los ocho grupos, y mencionan que se sintieron muy cómodos pero que no siempre era aplicable.
- La organización para prepararse para el concurso fue variada, estando dividida entre reunión una vez por semana y trabajar un poco cada día.
- En dos de los ocho grupos hubo líder bien definido y estable a lo largo del proceso, en los demás lo hubo pero no fue fijo, pues el liderazgo se dio en función de lo que cada uno podía aportar, no solamente para el manejo de la plataforma con el fin de bajar enunciados y subir soluciones a concursos.
- El uso de los laboratorios digitales de matemáticas estuvo predominantemente ligado a resolver los problemas de los concursos salvo en dos IEM en que también se usaron para apoyar aprendizaje relacionado.

Las encuestas a los 4 docentes cuyos equipos estudiantes fueron finalistas mostraron que:

- Participar en el *Torneo de Pensamiento Matemático* reforzó su rol como docente que facilita el proceso de aprendizaje, que aclara dudas y sensibiliza a los estudiantes, más que dando las respuestas o revisando que estas fueran correctas antes de enviarlas al concurso respectivo.

- Tomar parte en las *video conferencias* fue importante y significativo en 3 de los 4 casos pues ayudó a aclarar las dudas, en el otro fue un buen material de referencia cuando iba a explicar el uso de los laboratorios a los estudiantes.
- El uso de los *laboratorios digitales* es muy bien valorado por todos los docentes, como recurso que permite resolver problemas y cuyo uso es apoyado por la IEM.
- El proyecto sirvió para apreciar el uso educativo de Internet y del software para explorar soluciones matemáticas, pero echan de menos que sea de mejor el ancho de banda y que se flexibilicen los horarios de las capacitaciones por Internet pues no todas la IEM autorizan participar en vivo.

### **Pregunta #5. ¿Qué impactos hay en los estudiantes y en su desempeño en las pruebas SABER 11 en las IE donde se toma parte activa en el proyecto?**

Entendemos por *impactos* en los beneficiarios del proyecto aquellas evidencias de que el proyecto cumplió con su cometido, que en este caso tiene que ver con ayudar a cerrar la brecha de aprendizaje de las matemáticas en grados 10 y 11 en las IEM que tomaron parte en la iniciativa. Para establecer esto acudimos a la fuente de la que partimos en la justificación del proyecto, como son las pruebas estandarizadas *Saber 11* que aplica el ICFES a todos los bachilleres del país todos los años.

La **Tabla 8** de la página siguiente muestra los datos de base sobre resultados en pruebas Saber 11 en dos años consecutivos (2014 y 2015), agrupados por IEM según la ronda en la que iniciaron su participación en el proyecto: Grupo 1 desde ronda 1... grupo 4 desde ronda 4.

Durante el año 2014 el proyecto *Team Galileo Tolima* no se había puesto en marcha, mientras que el 2015 correspondió al primer año de aplicación de la metodología y herramientas de trabajo. Para 2014 se tienen datos sobre el espacio muestral sin ninguna influencia de métodos educativos de innovación que pudieran haber incidido en los resultados, y para 2015 se comienza gradualmente a influenciar el universo muestral, en 4 grupos según la ronda de vinculación. De los datos en la **Tabla 8** se hace evidente que:

1. El promedio nacional en matemáticas en las pruebas *Saber 11* disminuyó entre  $56\pm 8$  en 2014 a  $51.2\pm 6$  en el 2015 sin que por ahora exista información para explicar tal disminución. En atención a esto, mientras que en 2014 la gran mayoría de las IEM del proyecto estaba por debajo del promedio nacional (salvo una IEM), en 2015 la mayoría sigue estando por debajo, pero en este año son cinco las IEM que están por encima del promedio.
2. Para analizar qué pasa con las IEM del proyecto, **en la Figura 3** se realiza una comparación de valores promedios obtenidos en el área de matemáticas en las distintas IEM's participantes para los años 2014 y 2015, organizadas en grupos según el momento en que inició su participación en el proyecto. Las líneas de referencia son las horizontales (punteada para 2014 y continua para 2015), así como las cotas mínimas y máximas al aplicar una desviación estándar.

Institución Educativa IE		Saber 11 matemáticas			
Provincia	Municipio e IE	2014	sd2014	2015	sd2015
CENTRO	ALVARADO IE 1	48	6.4	49.9	9.7
CENTRO	ALVARADO IE 2	49	8.5	54.5	10.2
CENTRO	CAJAMARCA IE1	49.6	9.1	47.5	10.4
CENTRO	CAJAMARCA IE 2	49	7.6	53.8	10.7
CENTRO	COELLO IE1	45.9	6.3	47.7	10
CENTRO	COELLO IE2	46.4	7.4	49.8	5.1
CENTRO	COELLO IE3	44.8	8.6	41.6	6.5
CENTRO	ESPINAL IE1	45.4	5.9	40.4	9.6
CENTRO	ROVIRA IE1	48.4	8.1	48.7	9.6
IBAGUÉ	IBAGUÉ IE1	53.4	7.6	50.24	9.6
IBAGUÉ	IBAGUÉ IE2	44.2	6.3	51.6	9.4
IBAGUÉ	IBAGUÉ IE3	47	8.1	46.6	10.5
SUR	CHAPARRAL IE1	50.2	8.3	49.3	9.1
SUR	CHAPARRAL IE2	46.6	7	47.6	10.9
SUR	NATAGAIMA IE1	41.6	4.7	42.3	7
SUR	SAN ANTONIO IE1	49.1	7.1	45.2	7.4
SUR ORTE	PRADO IE1	48.5	8.7	48	10.6
Subtotales grupo 1 de IEM		47.5	7.4	47.9	9.2
CENTRO	ESPINAL IE2	49.6	8.2	46.6	9.3
IBAGUÉ	IBAGUÉ IE4	51.83	8.1	52.06	8.55
SUR ORIE	GUAMO IE1	47.3	7.6	43.8	7.2
Subtotales grupo 2 de IEM		49.6	8.0	47.5	8.4
NEVADOS	LÉRIDA IE1	46.7	7.8	48.9	12
ORIENTE	MELGAR IE1	63.4	6.6	70.7	9.5
ORIENTE	MELGAR IE2	48.8	7.4	48.2	9.8
NORTE	FRESNO IE1	50.1	9.4	52.2	10.9
Subtotales grupo 3 de IEM		52.3	7.8	55.0	10.6
NORTE	ARMERO IE1	50.3	8	48	9.3
NORTE	ARMERO IE2	48	6.7	46.9	9.8
ORIENTE	MELGAR IE3	51.6	7.3	53.3	9.5
Subtotales grupo 4 de IEM		50.0	7.3	49.4	9.5
Promds nacionales matemáticas		56	8	51.2	6

Tabla 8. Datos de resultados en Pruebas Saber 11 en 2014 y 2015 para cada una de las IEM del proyecto

Para las IEM del grupo 1 en la **Figura 3** se observa una mejoría de 0.4 puntos y una reducción considerable en la desviación estándar (ver barras verticales). En las IEM del grupo 2 los resultados obtenidos durante el 2014 fueron mejores que los alcanzados en el 2015, pues se observa un retroceso de 2.1 puntos (diferencia entre el valor 2014 y 2015). Para las IEM del grupo 3 se observa una mejoría de 2.7 en los resultados obtenidos en 2015 con respecto al 2014, aunque la desviación estándar sugiere un comportamiento diferencial dentro de la categoría IEM grupo 3. Para las IEM del grupo 4 se observa un retroceso de 0.6 puntos con respecto al valor obtenido durante el 2014.

En la **Figura 3**, la distancia entre los valores promedios para el 2014 (rombos negros) deben ser comparados con la línea punteada, que corresponde al promedio nacional de dicho año ( $56 \pm 8$ ). Análogamente, los del año 2015 (círculos blancos) deben ser comparados con la línea negra horizontal ( $51.2 \pm 6$ ). Globalmente, puede decirse que los resultados obtenidos en las pruebas Saber

ICFES para el año 2015 en las IEM del proyecto están más cerca del valor promedio nacional que los del 2014.

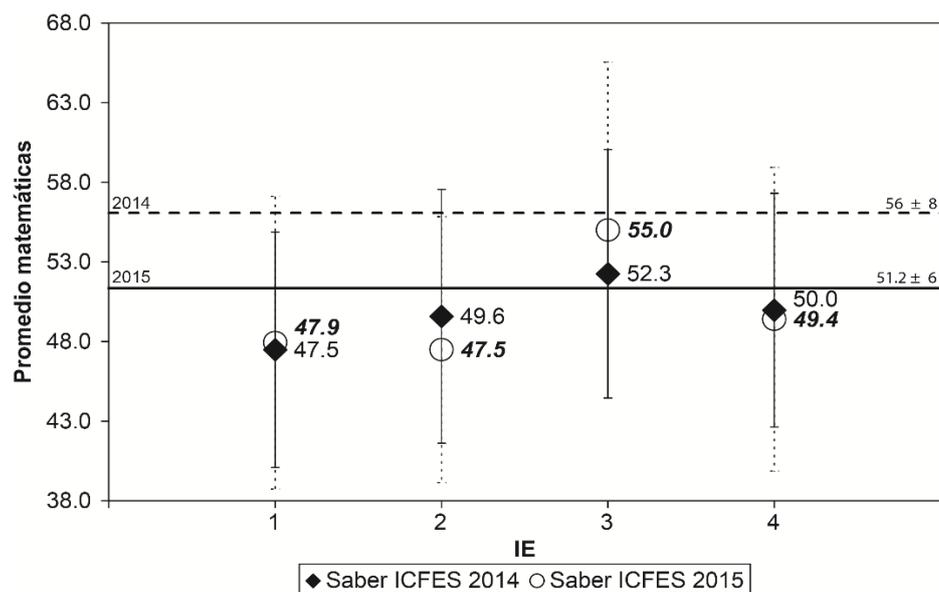


Figura 3. Comparación entre valores promedios y desviación estándar en matemáticas en pruebas Saber 11 para las IE durante los años 2014 y 2015. Fuente: ICFES

- Vistas las diferencias de participación efectiva por IEM que se documentaron en la **Tabla 6**, se decidió establecer la relación entre el nivel de participación efectiva en el proyecto por parte de los alumnos (porcentaje de participaciones en el Torneo de Pensamiento Matemático) y los cambios (positivos o negativos) en las diferencias entre resultados en Pruebas Saber 11 entre los años 2014 y 2015. La **Figura 4** siguiente ilustra estas relaciones.

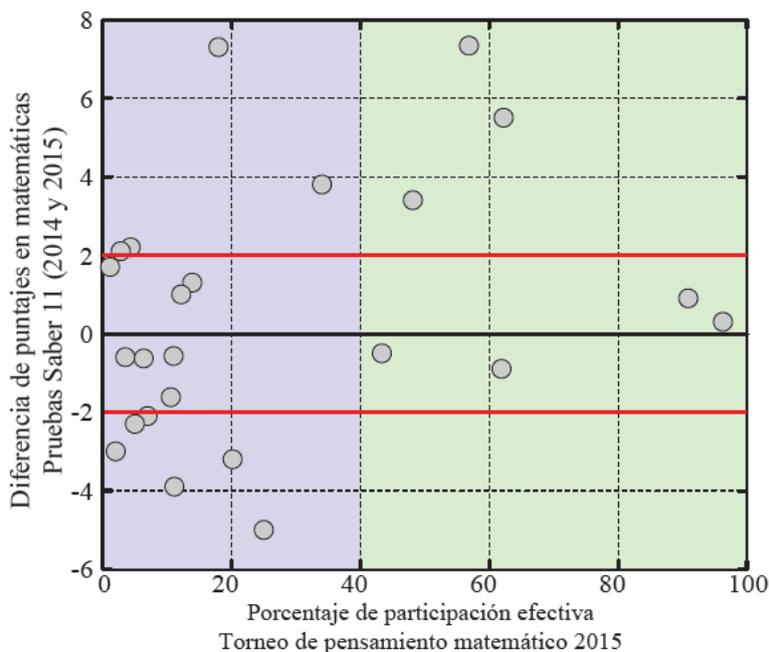


Figura 4. Relaciones entre participación efectiva en concursos del Torneo de Pensamiento Matemático 2015 y el nivel de logro en matemáticas en Pruebas saber 11 de 2015

En la **Figura 4** hay dos tendencias visuales principales (que pueden ser discriminadas a simple vista por el lector) con respecto al eje de las abscisas (x) y tres tendencias con respecto al eje de las ordenadas (y). Las tendencias en el eje x indican dos comportamientos diferenciales, trece (13) de las instituciones participantes reportan una diferencia positiva (por encima del eje x) con respecto a los resultados de las pruebas Saber ICFES 2015, de las 13 instituciones participantes 6 de ellas registran una participación en las rondas mayor al 20%. Las doce (12) instituciones restantes reflejan una diferencia negativa, lo cual indicaría que los resultados en las pruebas SABER ICFES 2015 estarían por debajo del promedio departamental; llama la atención que de esas 12 instituciones, 9 de ellas tienen un porcentaje de participación menor o igual al 20%. Existen sólo dos instituciones con diferencias negativas (muy pequeñas: -0.7) y con un porcentaje de participación mayor al 40%.

Las tres tendencias verticales (eje y) reflejan tres tipos de participación de las instituciones educativas, el primer grupo con una participación menor al 30%, el segundo con una participación entre 35 y 62% situado en la parte central de la gráfica, y un tercer grupo con una participación mayor al 90%. Con la finalidad de analizar hasta qué punto son válidas tales discriminaciones visuales, se procedió a realizar un análisis de clúster para datos multidimensionales usando el paquete estadístico R (R Core Team, 2013) para diferenciar cuántos grupos distintos son posibles descomponer con alta significancia estadística. Todos los análisis se centran en discriminar grupos a nivel de la variable "y" (diferencias) de la **Figura 4**.

El primer análisis consiste en la determinación del número óptimo de grupos basados en análisis de clúster (Rousseeuw & Kaufman, 1990) bajo el método de K-means; esta es una de las técnicas de particionamiento de datos más usada en la actualidad. El método requiere que el analista especifique *a priori* el número de clústeres o grupos a extraer. La técnica se basa en la optimización de la distancia entre puntos de un mismo grupo el método de mínimos cuadrados (Honarkhah & Caers, 2010), así mientras menor sea la distancia entre observaciones eso indicaría que existe una alta probabilidad de que las mismas pertenezcan a un mismo grupo.

La **Tabla 9** muestra en valores porcentuales la probabilidad de que se puedan discriminar dos, tres, cuatro y hasta cinco subgrupos dentro del espacio muestral.

Número de grupos asumidos a priori	Robustez de la discriminación (%)
2	63,5
3	85,2
4	92,3
5	94,5

Tabla 9. Estudio *a priori* del número de clústeres y valorización porcentual de la discriminación realizada por el método K-means

A partir de 3 grupos se obtiene 85,2% de discriminación de los grupos, lo cual es significativo estadísticamente, así se decide *a priori* que el espacio muestral se puede descomponer en 3 grupos (clústeres).

Una vez conocida la cantidad de subgrupos, se procede a calcular los valores promedios dentro de cada uno de ellos, obteniéndose los resultados mostrados en la **Tabla 10**. El método logra discriminar dos comportamientos dentro de las diferencias positivas de la **Figura 4**, y 1 comportamiento dentro de las instituciones con diferencias negativas.

Subgrupo	Número de instituciones dentro de cada subgrupo	Participación (%)	Diferencia
1	6	51,0	3,1
2	2	93,5	0,6
3	17	10,2	-0,4

Tabla 10. Valores promedios para las variables consideradas en la Figura 4 discriminadas por subgrupos mediante el análisis de clúster

El número de subgrupos determinados, así como las instituciones educativas que lo conforman según los resultados de la tabla anterior pueden ser observados en forma de dendograma en la **Figura 5**; en ella se observan dos brazos principales el de la izquierda conformado por el subgrupo 3 de 17 instituciones con una participación promedio de 10,2% y una diferencia negativa con respecto a las pruebas Saber ICFES 015. El brazo de la derecha conformado por dos subgrupos (1 y 2 en la tabla anterior) el primero con 8 instituciones con una participación mayor al 51% y una diferencia significativa positiva con respecto a las pruebas saber ICFES 2015, y el segundo subgrupo con una diferencia menor (0,6).

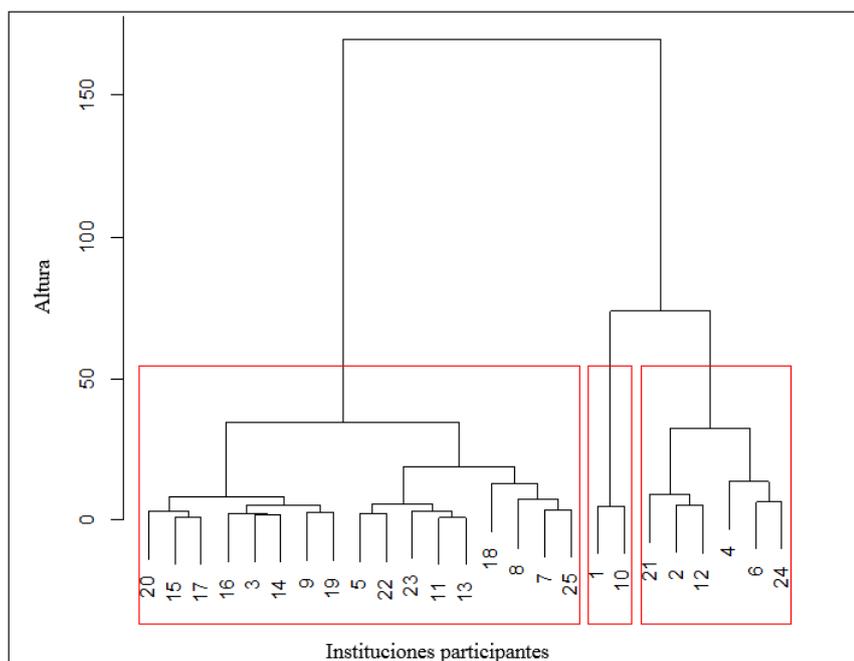


Figura 5. Dendograma resultado del análisis por clúster de tipo jerárquico. Las tres cajas rojas representan cada uno de los grupos discriminados en la tabla anterior. Los números en el eje y representan cada una de las 25 instituciones participantes

La **Tabla 11** siguiente define la numeración usada en el dendograma para referenciar las IE participantes

Nº	ZONA	MUNICIPIO	INSTITUCIÓN EDUCATIVA
1	CENTRO	ALVARADO	I.E. GENERAL ENRIQUE CAICEDO
2	CENTRO	ALVARADO	I.E. LUIS CARLOS GALAN SARMIENTO-SEDE PRINCIPAL
3	CENTRO	CAJAMARCA	I.E.T. NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO - SEDE PRINCIPAL
4	CENTRO	CAJAMARCA	I.E.T. AGROINDUSTRIAL CAJAMARCA- SEDE PRINCIPAL
5	CENTRO	COELLO	I.E. SIMON BOLIVAR - SEDE PRINCIPAL.
6	CENTRO	COELLO	I.E. CARLOS LLERAS RESTREPO -SEDE PRINCIPAL
7	CENTRO	COELLO	I.E. T. LA VEGA DE LOS PADRES - SEDE PRINCIPAL
8	CENTRO	ESPINAL	I.E. DINDALITO CENTRO- SEDE PRINCIPAL
9	CENTRO	ESPINAL	I.E. SAN ISIDORO
10	CENTRO	ROVIRA	I.E. FRANCISCO DE MIRANDA - SEDE PRINCIPAL
11	IBAGUÉ	IBAGUÉ	COLEGIO DIEGO FALLON
12	IBAGUÉ	IBAGUÉ	I.E. MAXIMILIANO NEIRA LEMUS
13	IBAGUÉ	IBAGUÉ	I.E. SAN JOSE
14	IBAGUÉ	IBAGUÉ	I.E. SAN LUIS GONZAGA
15	NEVADOS	LÉRIDA	INSTITUCION EDUCATIVA ARTURO MEJÍA JARAMILLO
16	NORTE	ARMERO	INSTITUCION EDUCATIVA ARMERO
17	NORTE	FRESNO	I.E TECNICA NIÑA MARIA
18	ORIENTE	MELGAR	GIMNASIO MILITAR "TC LUIS F. PINTO"
19	ORIENTE	MELGAR	I.E. SUMAPAZ
20	ORIENTE	MELGAR	INSTITUCION EDUCATIVA GABRIELA MISTRAL
21	SUR	CHAPARRAL	I.E. MANUEL MURILLO TORO - SEDE PRINCIPAL
22	SUR	CHAPARRAL	I.E. NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO - SEDE PRINCIPAL
24	SUR	SAN ANTONIO	I.E.SAN JOSE DE TETUAN - SEDE PRINCIPAL
25	SUR ORIENTE	PRADO	I.E. LUIS FELIPE PINTO - SEDE PRINCIPAL

Tabla 11. Instituciones participantes en el Proyecto TEAM GALILEO 2015, organizadas por provincia (zona).

## Conclusiones

Hay razones para creer que la participación efectiva en el proyecto incide positivamente en los resultados de las pruebas Saber 11, pero esto es más una hipótesis a ser confirmada que una conclusión categórica: hace falta en la siguiente iteración del proyecto que todas las IEM estén sometidas al mismo tratamiento a lo largo del año, que los equipos de estudiantes con apoyo de sus docentes tomen parte activa en el proceso y que podamos incidir en variables críticas para que esto se dé, desde acceso efectivo a tecnologías, participación de los docentes en su capacitación para sacar máximo provecho a las oportunidades, hasta crear las condiciones locales que hagan posible que los equipos de estudiantes trabajen como tales en la solución de los problemas auténticos que se sometan a su consideración.

La anterior idea también se refuerza con hechos como el que narra la docente de matemáticas de una de las IEM del grupo 1 y cuyos estudiantes tomaron parte en 91% del Torneo de Pensamiento Matemático 2015, cuando escribió a su tutora de TEAM GALILEO “Estamos de celebración pues es la primera vez que en matemáticas [Pruebas Saber 11] tenemos 17 chicos con puntaje por encima de 55 hasta llegar a 80 en la primera sesión de ICFES. En la segunda sesión, en razonamiento cuantitativo es la

primera vez que tenemos 18 chicos con puntaje superior a 55 hasta llegar a 96, que es el máximo” (Mensaje digital de Nelly Constanza Alvarado a Diana Villabón, 28 octubre de 2015)

### **Plan de acción para el segundo año**

Teniendo en cuenta que el Internet sigue siendo el problema de acceso más frecuente en las IE focalizadas por el proyecto y que hay disparidad de preparación entre quienes tomaron parte activa en capacitación 2015 y quienes se vincularon recientemente al proyecto o tuvieron problemas para participar, se propone cambiar las capacitaciones actuales vía video-conferencia por talleres de educación matemática en formato híbrido (parte en la red y parte presencial), haciendo uso de pedagogía invertida (ITESM, 2014). Se aprovecha que las SED Tolima e Ibagué tienen en el calendario académico instancias de mejoramiento institucional, dos de ellas de una semana, al inicio y a la mitad del año, y otras periódicas, para llevar a cabo lo siguiente:

1. Hacer un taller presencial de dos días y medio durante la semana inicial del calendario académico 2016 (hacia finales de Enero 2016). Las SED Tolima e Ibagué convocarán a docentes de las IE focalizadas a dicho taller, con apoyo de los rectores.
  - Este taller tendrá lugar en la Universidad de Ibagué (Unibagué), con medio día de aprestamiento tecnológico, y dos días de taller de diseño e instrumentación de unidades didácticas de matemáticas tales que hagan uso de pedagogías problémicas y se apoyen en uso de Laboratorios Galileo, para todos los docentes de IE en el proyecto.
  - En portal TEAM GALILEO TOLIMA se pondrán a disposición de los docentes del proyecto, en la zona privada, accesos a los video-clips de las sesiones realizadas en 2015, así como a los tutoriales de los laboratorios de matemáticas. De este modo en el medio día se induce a los docentes nuevos en la capacitación al uso de estos recursos y a la instalación de los laboratorios en sus IE.
  - Dado que son 7 los laboratorios incluidos en el proyecto, se hará en dos días cuatro talleres de diseño e instrumentación de unidades didácticas de medio día cada uno y se dejara los otros 3 para la segunda mitad del año. Este taller será liderado por una o dos personas de Innovaciones Educativas Galileo y los facilitadores de Metacursos.
2. Hacer talleres mensuales presenciales de medio día en viernes y en la Universidad de Ibagué, donde los docentes deben traer como insumo sus propuestas de unidades didácticas que apoyen el desarrollo de su plan de estudios 2016 para grados 10 y/o 11, tomando en cuenta la guía metodológica suministrada por el proyecto, aplicando lo aprendido en los talleres antes mencionados.
  - Cada sesión será a modo de comunidad de práctica local, con participación presencial de facilitadores de Metacursos y de profesores de Galileo, en línea.
  - Entre sesión y sesión de capacitación mensual se espera que los docentes apliquen con sus estudiantes las unidades didácticas diseñadas por ellos, para lo cual dedicarán una hora de clase a la semana a poner en práctica la metodología problémica y herramientas del proyecto Galileo.
3. Hacer un taller de 2.5 días a mitad de año, durante la instancia de mejoramiento institucional, en forma semejante al del inicio de año y, durante el segundo semestre, talleres mensuales de medio día semejantes a los del primer semestre.

Para tener éxito en las sesiones de trabajo con los docentes es necesario garantizar el acceso a una sala de sistemas o a computadores y que a ellos se les garantice el acceso con sus estudiantes a las salas de sistemas de su respectiva I.E.

En lo que se refiere al *Torneo de Pensamiento Matemático 2016*, está comprobado por testimonios de los estudiantes que los concursos en cuatro rondas son motivantes para los alumnos y que tomar parte en pequeños grupos agrega valor a sus integrantes. También está claro que el premio del Torneo es muy significativo, toda vez que un descuento del 100% en costos de matrículas en Unibagué por un semestre abre las puertas a educación de calidad cercana al lugar de residencia y a posibilidades de beca parcial o total, dependiendo de méritos académicos. Por otra parte, se estableció en las visitas de seguimiento a las IE participantes que en zona rural y donde hay más de una jornada escolar, es difícil que grupos de estudio multigrado se reúnan regularmente. Por otra parte, algunos docentes manifestaron que una de las razones para no apoyar plenamente la participación en los concursos era que el contenido de estos no estaba plenamente alineado con el curriculum que tenían a cargo desarrollar. En atención a estas razones se convino entre las SED Tolima e Ibagué, Innovaciones Educativas Galileo y Metacursos hacer en paralelo dos torneos de matemáticas, uno para los estudiantes de grado 10 y otro para los de grado 11. De este modo los docentes pueden aplicar con sus grupos los diseños de unidades de aprendizaje que elaboran en su capacitación, al tiempo que pueden hacer uso de los laboratorios digitales Galileo durante al menos una de las sesiones de clase por semana.

De lograrse en compromiso de directivos y docentes para poner en marcha la capacitación en modalidad *blended* y con pedagogía invertida, es muy posible que se logre un cambio en la manera de diseñar y desarrollar procesos de aprendizaje activo con pedagogía problémica (Galvis & Pedraza, Desafíos del eLearning y del bLearning en Educación Superior: Análisis de buenas prácticas en instituciones líderes, 2013) que sirvan de marco a la participación de los estudiantes en los concursos de torneo de pensamiento matemático 2016. Esta es la gran apuesta para el segundo año del proyecto TEAM GALILEO TOLIMA.

### **Expectativas en contexto Latinoamericano**

TEAM GALILEO TOLIMA genera muchas expectativas toda vez que esta innovación disruptiva tiene potencial de escalar con calidad a regiones dentro y fuera de Colombia, una vez que se haya calibrado el modo de implementación y demostrado su efectividad. Lo hecho hasta el momento ha permitido hallar respuesta a algunos de los interrogantes asociados a sacar adelante la iniciativa, con evidencias de logro preliminares promisorias. Para el segundo año se someterán a prueba las condiciones de ejecución que parece pueden resolver los retos actuales, para lo cual la evaluación para el desarrollo y la investigación asociada al proyecto serán de gran ayuda. Se espera que las evidencias de logro y las lecciones que deje el proyecto sirvan de base para afinar lo que sea necesario en nuevas implementaciones y para proponer lineamientos de acción para el mejoramiento de la calidad de la educación media en América Latina.

A nivel nacional colombiano hay el entorno apropiado para que iniciativas como esta prosperen, en el sentido de que la educación de calidad es un compromiso nacional (MINEDUCACIÓN, 2010) y se busca lograrla en todos los niveles (MINEDUCACIÓN, 2013), bajo el entendido de que uno de los determinante de los procesos de aprendizaje y del desempeño de los estudiantes es el nivel y la calidad de la formación docente y de las prácticas pedagógicas en el aula (DNP, 2014).

A nivel Latinoamericano también hay un buen contexto, como lo indica Juan Carlos Tedesco (2014, pág. 5) al analizar las políticas TIC en los sistemas educativos de América Latina e indicar que, siendo las TIC un objeto nuevo en el campo de las políticas públicas, obligan a un vínculo distinto al tradicional entre el sector público y el privado y exigen niveles de financiamiento significativamente altos, al tiempo que general la necesidad de nuevos vínculos al interior del sector público entre áreas tradicionalmente no vinculadas con la gestión educativas, particularmente las que manejan las políticas de comunicación. Esto pone en evidencia la capacidad endógena de innovación en tecnología que hay en los países, para evitar que las innovaciones lleguen en forma abrupta y sin participación en procesos de innovación y desarrollo de nuevos productos y servicios. Es acá donde experiencias como TEAM GALILEO TOLIMA son fundamentales, toda vez que permiten entender y calibrar las innovaciones cuando aún son en pequeña escala, sometiendo a prueba los supuestos, los procesos y sus condiciones de entorno, con miras a comprobar o rechazar las hipótesis que se hayan formulado.

### **Agradecimientos**

Este documento y el proyecto TEAM GALILEO TOLIMA son financiados con recursos del Sistema General de Regalías, dentro del Convenio Especial de Cooperación 1026 de 2013 firmado entre la Gobernación del Tolima y la Universidad de Ibagué.

El grupo de trabajo del proyecto TEAM GALILEO TOLIMA, miembros Universidad de Ibagué, Innovaciones Educativas Galileo y Metacursos SAS, agradecen a la Universidad de Ibagué y en su nombre al Doctor Alfonso Reyes Alvarado, rector de la institución, por su apoyo incondicional al proyecto. Igualmente a la Secretaría de Educación y Cultura Departamental del Tolima por el compromiso adquirido con el proyecto y la constante comunicación entre docentes, estudiantes y rectores de las Instituciones Educativas participantes.

Especial mención merecen el Dr. Enrique Calderón Alzati, Rodrigo González, Minerva Villa e Isidro Huesca, de Innovaciones Educativas Galileo, de Veracruz, MX, por sus aportes al desarrollo de cada uno de los componentes del proyecto y la disposición de información actualizada en el portal de TEAM GALILEO TOLIMA. Así mismo Diana Villabón de Metacursos SAS y Dayana Serrato de Unibagué, quienes con su colaboración hicieron posible el desarrollo de actividades en las instituciones educativas participantes y el procesamiento de datos usados para este artículo.

Presentación del artículo: 30 de noviembre de 2015

Fecha de aprobación: 17 de diciembre de 2015

Fecha de publicación: 30 de enero de 2016

Galvis, A. et al. (2016). Estrategia alternativa en contexto Latinoamericano para reforzar aprendizaje de matemáticas en educación media: Una innovación disruptiva. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 48(3). Consultado el (dd/mm/aaaa) en <http://www.um.es/ead/red/48>

## Bibliografía

Christensen, C. M. (2008). *Disrupting Class - How disruptive innovation will change the way the world learn*. New York: McGraw-Hill.

Collison, G., Elbaum, B., Haavind, S., & Tinker, R. F. (2002). *Facilitating Online Learning: Effective Strategies for Online Facilitators*. Madison, WI: Atwood Publishing.

DANE. (2011). *Información Estadística - Investigación de Educación Formal año 2010 - Formulario C600*. Bogotá: Autor.

DNP. (2014). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 - Todos por un nuevo país, Paz, Equidad, Educación. Versión para el Congreso*. Retrieved from Departamento Nacional de Planeación: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/PND%202014-2018%20Bases%20Final.pdf>

Galvis, A. H. (2014). *Las políticas TIC en los sistemas educativos de América Latina: Caso Colombia*. Buenos Aires, Argentina: UNICEF.

Galvis, A. H., & Pedraza, L. C. (2013). *Desafíos del eLearning y del bLearning en Educación Superior: Análisis de buenas prácticas en instituciones líderes*. Retrieved 05/09/2014, from Portal ConectaTE: [http://conectate.uniandes.edu.co/images/pdf/desafios\\_conectate.pdf](http://conectate.uniandes.edu.co/images/pdf/desafios_conectate.pdf)

Honarkhah, M., & Caers, J. (2010). Stochastic Simulation of Patterns Using Distance-Based Pattern Modeling. *Mathematical Geosciences*, 42, 487 - 517.

ICFES. (2013). *Colombia en PISA 2012 - Informe nacional de resultados - Resumen ejecutivo*. Bogotá: ICFES. Retrieved septiembre 2014, 2014, from <http://www.icfes.gov.co/resumen-ejecutivo-de-los-resultados-de-colombia-en-pisa-2012>

ICFES. (2015, diciembre 11). *Información de la prueba Saber 11*. Retrieved diciembre 19, 2015, from ICFES: <http://www.icfes.gov.co/index.php/instituciones-educativas/saber-11/informacion-de-la-prueba-saber11>

- ITESM. (2014, octubre). *Aprendizaje invertido*. Retrieved 12 01, 2015, from Edutrends: <http://www.observatorioedu.com/edutrendsaprendizajeinvertido>
- MINEDUCACIÓN. (1998). *Serie Lineamientos curriculares - Matemáticas*. Retrieved 05 23, 2015, from Portal del Ministerio de Educación Nacional: [http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89869\\_archivo\\_pdf9.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf9.pdf)
- MINEDUCACIÓN. (2010). *Educación de calidad: El camino para la prosperidad*. Retrieved from Portal Mineducación: [http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/articles-237397\\_archivo\\_pdf.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/articles-237397_archivo_pdf.pdf)
- MINEDUCACIÓN. (2013, 06 26). *Mejorar la calidad de la educación en todos los niveles*. Retrieved from Portal Mineducación: [http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/articles-237397\\_archivo\\_pdf.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/articles-237397_archivo_pdf.pdf)
- Patton, M. Q. (2004, 09). *Desarrollo organizacional y evaluación*. Retrieved 08 20, 2015, from PREVAL: <http://preval.org/files/00421.pdf>
- Piaget, J. (1972). *The principles of genetic epistemology*. New York: Basic Books.
- R Core Team. (2013). *R: A language and environment for statistical computing*. Retrieved from R Foundation for Statistical Computing: <http://www.r-project.org>
- Rogers, E. M. (1983). *Diffusion of Innovations*. New York: Free Press.
- Rousseeuw, P., & Kaufman, L. (1990). *Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis*. Wiley.
- Salinas, J. (2004, Noviembre). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista Universidad y Sociedad del Conocimiento -- RUSC*, 1(1), 1-16. Retrieved 9 24, 2014, from <http://journals.uoc.edu/index.php/rusc/article/view/v1n1-salinas/v1n1-salinas>
- SED Tolima. (2012). *Estadísticas derivadas de resultados del Examen SABER 11 en 2011*. Ibagué, Tolima: Autor.
- Tedesco, J. C. (2014). Prólogo. In A. H. Galvis, *Las Políticas TIC en los sistemas educativos de América Latina; Caso Colombia* (pp. 5-8). Buenos Aires: UNICEF.
- VALORA. (2012). *El desempeño en matemáticas en los CECYTEV y su relación con el Programa Galileo - Evaluación 2012*. México DF: Valora Consultoría S.C.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wertheimer, M. (1944). Gestalt Theory. *Social Research*, 11, 78-99.