

FORMACIÓN ACADÉMICA DE ALTO IMPACTO

M. Alvarado Arellano¹
J. Olivares Ramírez²
J. A. Romero Sierra³

RESUMEN

El proyecto “Formación académica de alto impacto” tiene como objetivo la capacitación de alumnos en matemáticas, física y química, con mayor dedicación que el estudiante promedio, integrándolos a la selección académica para participación en concursos, en asesoría para sus compañeros y formándose como futuros profesores. La metodología considera: la selección de alumnos destacados en los cursos regulares, evaluar sus aptitudes y competencias para el área; integrarlos como grupo de estudio fomentando el apoyo mutuo, el trabajo en equipo y el autoestudio. Los profesores asesores coordinan las actividades con técnicas como análisis de casos, resolución de problemas con tiempo límite, liderazgo participativo, acompañamiento, autoevaluación, diseño de nuevos problemas, entre otros. Se incentiva la motivación de los participantes mediante el otorgamiento de becas, el desarrollo del sentido de pertenencia y la representación institucional en eventos académicos. A lo largo de los años se han generado resultados positivos obteniendo, en el Evento Nacional de Ciencias Básicas de los Institutos Tecnológicos la máxima preseña nacional en 2007 y tercer lugar nacional en 2013, manteniendo en los últimos ocho años el primer lugar regional. Los resultados benefician a los estudiantes en su formación y desempeño, fortaleciendo sus competencias, generando en ellos la responsabilidad, compromiso, liderazgo, capacidad de autoaprendizaje, pensamiento crítico y capacidad de trabajar en equipo.

ANTECEDENTES

En el año 2014, se realiza entre los institutos tecnológicos el Evento Nacional de Ciencias Básicas en su versión XXI. En sus inicios este evento se concretaba en un concurso individual en el que los mejores estudiantes participaban en evaluaciones de calificación de Matemáticas, Física y Química, en la temática relacionada con los programas oficiales comunes de estas ciencias básicas entre todas la ingenierías.

Con el objetivo de convertir dicho evento en una actividad institucional y no en un concurso individual, se modificó a participación institucional en equipos de 5 estudiantes de ingeniería, bajo las mismas características de eliminación primeramente local para conformar la selección representativa, para después participar en la etapa regional en la que de los cerca de 40 tecnológico pertenecientes a cada zona seleccionar a los mejores 10 equipos para participar en la etapa nacional compuesta de tres fases, una de eliminación presentando baterías de reactivos de opción múltiple y seleccionado en ésta a los mejores 16 equipos, una segunda fase semifinal de eliminatoria con reactivos de ensayo que se presentan en equipo frente al público en la cual se seleccionaba a los mejores 8 equipos, mismo que integraban la final bajo las mismas características para obtener a los mejores tres equipos y premiarlos.

Sin embargo, adicionalmente a la premiación de los ganadores exclusivamente en la etapa final, el reto fundamental del evento durante todo el proceso es acumular puntos institucionalmente, mediante los desempeños en equipo a partir de las eliminatorias de la etapa nacional, y de acuerdo con el rendimiento en las tres disciplinas obtener la evaluación

¹ Profesora de Tiempo Completo. Instituto Tecnológico de Puebla. marare@yahoo.com.

² Profesor de Asignatura. Instituto Tecnológico de Puebla. jorz4@hotmail.com.

³ Profesor de Asignatura. Instituto Tecnológico de Puebla. jarsmp_37@outlook.com.

integral del desempeño del equipo en todo el evento, de tal forma que al equipo ganador se le asigna en custodia el “Galardón Antonio Canto Quintal”, máxima presea académica de los institutos tecnológicos. Adicionalmente al equipo de Ingeniería, los institutos participan independientemente en otra faceta del evento relacionada con las carreras del ámbito económico-administrativo, que de manera conjunta con el equipo de ingeniería acumulan puntos para la asignación de la presea.

En particular, el Instituto Tecnológico de Puebla resultaba ser un competidor débil ya que en la etapa regional de manera común no destacaba, de tal forma que difícilmente participaba en la etapa nacional al ser eliminado en la región. Sin embargo, partir de 2004 se establece en el Tecnológico el proyecto de “Formación académica de alto impacto” que inicialmente desarrollan dos profesores cuyo objetivo era mejorar el desempeño institucional en el “Evento Nacional de Ciencias Básicas de los Institutos Tecnológicos”, para después evolucionar en la búsqueda de la “formación de estudiantes en las ciencias básicas para mejorar su desempeño general en ingeniería, y como meta: evaluarlos dentro del esquema del Evento de Ciencias Básicas”.

La hipótesis del proyecto es que “el desempeño en Ingeniería está fundamentado en el dominio de las Ciencias Básicas, y este dominio no se logra por ser los estudiantes más destacados por sus calificaciones en sus asignaturas, sino por contar con la voluntad de dedicar más tiempo y energía a su formación”. La población objetivo son los estudiantes de todas las ingenierías que muestren su deseo de participar en las actividades de estudio, y que tengan un desempeño por arriba de la media, observable por su disciplina de estudio, y propuestos por los profesores de Ciencias Básicas a los asesores del proyecto.

El resultado esperado a lo largo del proyecto era mejorar el desempeño de las selecciones académicas observable dentro del Evento Nacional de Ciencias Básicas de los Institutos Tecnológicos, así como mejorar colateralmente el desempeño académico global en la ingeniería de cada uno de los participantes, el proyecto no es experimental, ni está acotado a una sola generación o equipo participante.

En lo general los alumnos destacados dentro del evento, podrían resultar ganadores en versiones del mismo evento siempre que siguieran siendo estudiantes del Instituto, de acuerdo a las reglas de operación del Evento (DGEST, 2013a).

METODOLOGÍA

La primera etapa del proyecto consiste en la invitación de los estudiantes para participar en el proyecto, en lo general esto lo hacen todos los profesores de Ciencias Básicas; de tal manera que los estudiantes que aceptan la invitación son entrevistados por los asesores del proyecto, los cuales evalúan el grado de compromiso de los que manifiestan su deseo de participar, así como el dominio básico matemático.

Los alumnos son seleccionados de los cursos regulares y generalmente son recomendados por los profesores de sus cursos y una vez que son aceptados en el proyecto, comienza la etapa de asesoría en la cual se observa con más detalle las competencias que muestran los jóvenes, se detectan las lagunas o vacíos que se han dejado en los conceptos de los distintos cursos y en lo general son invitados a cursar la mayor parte de sus asignaturas de ciencias

básicas con los profesores asesores –si es que aún no las han cursado– ; en caso de que ya los hayan acreditado con otros profesores, de igual forma –si cuentan con el tiempo– se les invita a asistir regularmente a los cursos de los profesores asesores, como un estudiante regular más.

En el comienzo del proceso se realiza un repaso rápido del curso de Cálculo Diferencial con el grupo seleccionado, en el que se pone especial énfasis en las aplicaciones y análisis de los diferentes temas del contenido del curso, mientras que, de igual forma, se cubre el contenido del curso de Química. Después de este repaso, se inicia la resolución de problemas de Cálculo mismos que se desarrollan mediante ayuda del equipo y no se da ningún repaso de Física, ya que ésta es la sustancia sobre la cual se aplican los diferentes conceptos de matemáticas, y en lo sucesivo se invita al autoestudio y la discusión de los principios físicos, matemáticos o químicos en las diferentes asesorías. En esta etapa no se sigue específicamente ningún programa curricular, sino que a partir de los problemas seleccionados para el día se logra dicha revisión, es muy común que los propios estudiantes lleven sus dudas del autoestudio y los problemas o ejercicios que no han podido resolver.

No se dan asesorías individualizadas, sino trabajo en equipo, en la que sobresalen las sesiones de resolución de problemas retadores, que en lo general son aquellos que la mayoría omite de los libros de texto porque están etiquetados como difíciles por la mayoría. Adicionalmente por la propia naturaleza de los reactivos que se han aplicado en eventos de ciencias básicas previos, estos sirven de material de repaso o de avance dependiendo del caso. Ya sea con apoyo de los asesores o de los jóvenes más adelantados, se resuelven los problemas y de conocerse el desarrollo de la resolución se revisa para comparar con los propios resultados.

Dentro de las asesorías se da especial énfasis al análisis de gráficas y diagramas, empleando trazos a mano alzada o programas matemáticos de graficación plana o de tercera dimensión, gran parte de la discusión de los asesores se da sobre las condiciones límites de las diferentes variables y el estudio del dominio de las mismas, así como sus consecuencias en los diferentes casos de los problemas resueltos. Un punto adicional que siempre se aplica como parte de las herramientas, corresponde a la solución numérica de los problemas, mediante software o simplemente con calculadora.

Los problemas que plantean los estudiantes como parte de su autoestudio, siempre son analizados, ya que con esas resoluciones se resuelven muchas de las dudas futuras. La parte crítica del proyecto se alcanza cuando se publica la convocatoria del Evento Nacional de Ciencias Básicas para la etapa local, para la cual los estudiantes del grupo se deben de inscribir. Los 10 mejores estudiantes de esta etapa –no necesariamente del equipo del proyecto–, una vez que se declaran ganadores, se convierten en la selección académica y redoblan su esfuerzo en el trabajo académico de manera libre. Del propio listado de ganadores, los cinco mejores en su desempeño diario –normalmente los 5 ganadores de la etapa local– representarán al Tecnológico en la etapa regional y más tarde en la etapa nacional.

En el periodo, previo al regional o al nacional, la dificultad de los problemas o ejercicios se centra en aquellos de grado similar a los empleados normalmente en versiones previas del

evento, y el trabajo de resolución se desarrolla siempre en equipo buscando que el liderazgo aflore. La resolución de los problemas en este momento ya es con tiempo límite empleando las acotaciones impuestas a los mismos por los asesores o por los tiempos fijados en el propio concurso en exámenes anteriores. Los estudiantes en esta etapa plantean problemas nuevos o de los diferentes que surgen en la bibliografía.

Puesto que no se realiza repaso de Física, la naturaleza de los ejercicios o problemas exige el dominio de nuevas temáticas, así con base en los diferentes ejercicios se revisan con los estudiantes las diversas implicaciones de los principios o leyes físicas, y lo mismo de la química. Esta temática diversa es responsabilidad de autoestudio de los jóvenes, pero los asesores discuten las implicaciones de dichos principios con ellos. Así mismo, una vez que culmina cada etapa del evento, se revisa de manera grupal la solución que le dieron a cada reactivo y con ello se detectan las debilidades individuales, para reforzar su autoestudio mediante el apoyo de los asesores y principalmente de los compañeros más avanzados del equipo.

Los contenidos temáticos que se consideran como ámbito de evaluación en el evento, resumidos de DGEST (2013) son:

- Cálculo Diferencial: 1. Funciones, 2. Límites y continuidad, 3. Derivación y aplicaciones físicas y geométricas, 4. Diferenciación.
- Cálculo Integral: 5. Las integrales definida e indefinida, 6. Métodos de integración. 7. Aplicaciones de la integral, áreas, volúmenes, momentos de inercia, centroides. 8. Sucesiones y series.
- Cálculo multivariable: 9. Álgebra Vectorial y funciones vectoriales de variable real, 10. Funciones escalares de varias variables, 11. Derivación y diferenciales de funciones de varias variables, 12. Extremos para funciones de varias variables, 13. Funciones vectoriales, 14. Integral de línea, 15. Integrales múltiples.
- Álgebra lineal: 16. Números reales y complejos, 17. Matrices y determinantes, 18. Sistemas de ecuaciones lineales, 19. Espacios vectoriales, 20. Espacios con producto interno, 21. Transformaciones lineales.
- Ecuaciones diferenciales: 22. Ecuaciones diferenciales de primer orden, 23. Ecuaciones diferenciales lineales, 24. Sistemas de ecuaciones diferenciales, 25. Transformada de Laplace, 26. Series de Fourier, 27. Introducción a las ecuaciones en derivadas parciales.
- Mecánica Clásica: 28. Fundamentos y conceptos básicos de la mecánica clásica, 29. Sistemas de unidades, 30. Sistemas de fuerzas, 31. Rozamiento, 32. Equilibrio de sistemas de fuerzas concurrentes y de cuerpos rígidos, 33. Primeros momentos y centroides, 34. Equilibrio de sólido rígido, 35. Cinemática de la partícula y del cuerpo rígido con movimiento plano, 36. Centro de masa y momentos de inercia de cuerpos rígidos, 37. Dinámica de la partícula y del cuerpo rígido, con ecuaciones de movimiento y con empleo de trabajo, energía, cantidad de movimiento e impulso.
- Electromagnetismo: 38. Electroestática, Campo y potencial eléctricos, 39. Materiales dieléctricos y capacitancia, 40. Circuitos eléctricos, 41. Campo magnético, propiedades magnéticas de la materia e inducción electromagnética.
- Óptica: 42. Naturalezas y propagación de la luz, 43. Óptica geométrica, 44. Polarización, Interferencia y Difracción.

- Termodinámica: 45. Ley cero de la termodinámica, 49. Propiedades de las sustancias puras, 50. Primera ley de la termodinámica, 51. Balance de energía, 52. Segunda ley de la termodinámica, 53. Fluidos.
- Química Básica: 54. Estructura atómica y periodicidad, 55. Efecto fotoeléctrico, 56. Enlace iónico, 57. Enlace covalente, 58. Enlace metálico, 59. Fuerzas intermoleculares, 60. Nomenclatura y reacciones químicas de compuestos inorgánicos, 61. Clasificación de las reacciones químicas de compuestos inorgánicos, 62. Balanceo de ecuaciones, 63. Generalidades de líquidos, gases y sólidos, 64. Estequiometría.

En lo general en las diferentes etapas del concurso, así como en los diferentes momentos de estudio, el estudiante cuenta con un formulario básico de Matemáticas, Física y Química; así como con tabla periódica y calculadora no programable.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La enseñanza de las ciencias básicas tradicionalmente se ha considerado un área difícil de manejar por alumnos y docentes, ya que considera la abstracción y el razonamiento matemático; aunado a esto, las herramientas didácticas tradicionales empleadas por la mayoría de los profesores dificulta el proceso de aprendizaje y en lo general no promueve creatividad o competencia de resolución de problemas por los estudiantes. Sin embargo, con el uso de nuevas tecnologías, la enseñanza basada en problemas relacionados con la aplicación de las ciencias básicas, la participación en concursos académicos en esta área, así como con la formación de profesores se fortalece en los estudiantes un mejor desempeño y comprensión de la física, química y matemáticas.

En la etapa inicial del proyecto y de cada versión anual del evento, los diferentes profesores de las asignaturas de Ciencias Básicas proponen entre 10 y 20 estudiantes, que de acuerdo a su propia percepción presentan adecuadas competencias matemáticas, aptitudes generales y actitudes positivas hacia estas ciencias, infiriendo puedan formar parte de la selección académica. En lo general, al grupo de los alumnos que provienen de las recomendaciones de los profesores se les puede dividir en dos subgrupos, en donde el primero corresponde con los alumnos que presentan las mejores calificaciones de acuerdo a los registros del Departamento de Servicios Escolares, aún sin ser muy participativos en la clase, mientras que en un segundo subgrupo se puede considerar aquellos estudiantes que son más participativos en sus cursos.

Adicionalmente se considera un tercer subgrupo compuesto por los estudiantes que ya han participado previamente en el evento y por tanto a un grupo de estudio de una versión previa y finalmente, un cuarto subgrupo compuesto por los estudiantes que sin ser recomendados por los profesores se acercan a observar al equipo en estudio, integrándose al mismo. El grupo completo es único no se fracciona y la clasificación en los subgrupos es únicamente para referencia. Sus características generales se presentan en la Figura 1.

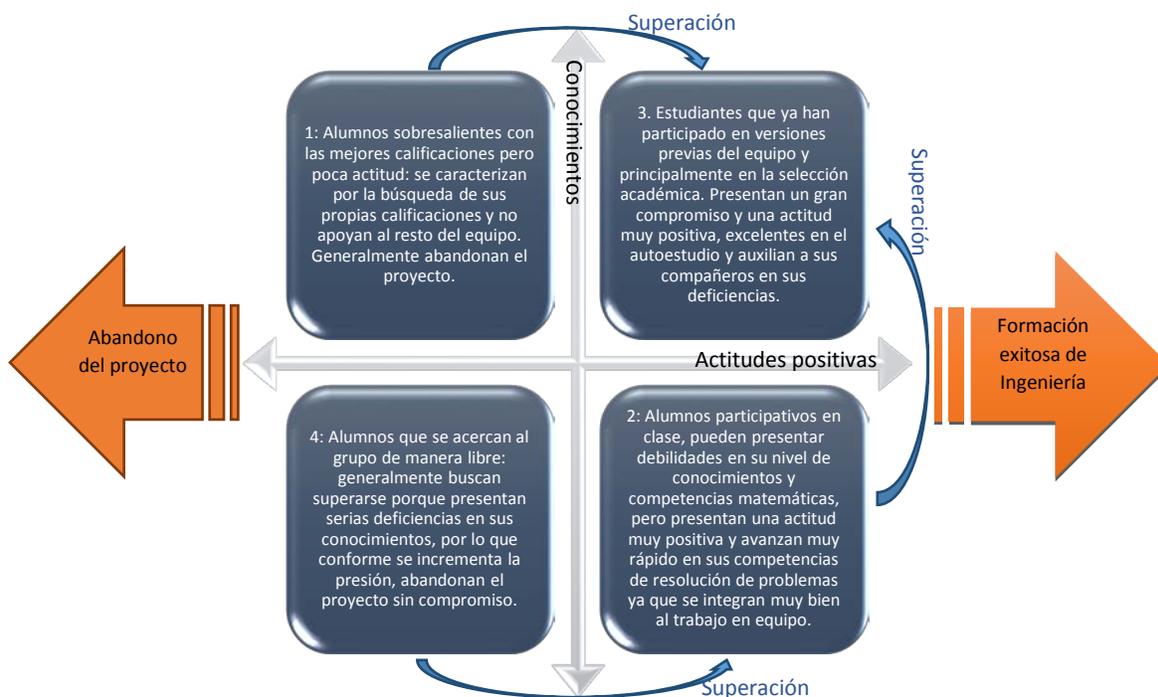


Figura 1. Subgrupos participativos en el proyecto

Como se resume en la Figura 1, el primer subgrupo que se detecta corresponde con los que la mayoría de los profesores clasifica como “buenos estudiantes” ya que son aptos, en lo general asisten siempre a sus clases y de acuerdo a los registros logran las notas más altas. Sin embargo, dentro del desarrollo del proyecto, estos alumnos presentan una alta preocupación por sus notas individuales, son excelentes en la resolución de problemas, por lo que no auxilian a sus compañeros y presentan debilidades en cuanto al desempeño de trabajo en equipo, y sobre todo la mayoría de ellos no presentan buenos resultados bajo presión, ya que no se dejan auxiliar por el resto de los miembros del equipo. En el corto plazo logran pertenecer a la selección académica ya que se gana ese derecho en la etapa de concurso, pero generalmente abandonan el proyecto después del concurso anual.

En cuanto al segundo grupo, son estudiantes generalmente participativos en clase, no son los que tienen necesariamente las mejores notas, pero presentan una muy buena actitud ante los retos. Su bagaje matemático básico presenta lagunas y debilidades, pero lo compensan con una gran dedicación y actitud indagatoria. A lo largo del proceso, su liderazgo se acentúa positivamente así como su actitud ante el autoestudio, pero adicionalmente cuando el liderazgo sobre un problema es tomado por otro compañero lo aceptan y se suman al trabajo de manera muy colaborativa, cumpliendo la asignación de tareas cuando no ostentan el liderazgo. En lo general conforme avanzan en el proyecto mejoran sus notas y actitudes de manera global, siendo los que más se apegan al proyecto en el largo plazo, apoyando de manera excelente a sus nuevos compañeros.

El tercer subgrupo es el de mayor rendimiento, ya que corresponde a aquellos estudiantes que ya han pasado previamente por el segundo subgrupo, son excelentes colaboradores y su experiencia en la resolución de problemas se acentúa cada vez más porque de manera

natural, y sin exigírselos, se convierten en asesores permanentes de sus compañeros del grupo y de muchos más que llegan a consultarlos. Su actividad se convierte en un reto permanente de búsqueda de nuevos problemas y ejercicios, que los mantienen actualizados por propia voluntad.

El cuarto subgrupo es el más heterogéneo, ya que al acercarse de manera libre externan ya una buena actitud, sin embargo en este caso generalmente sus debilidades matemáticas son amplias y no están acostumbrados al autodidactismo, buscan un exceso de apoyo en los asesores o en sus propios compañeros más avanzados, lo cual los limita porque difícilmente se dan asesorías individualizadas y seguidores de los líderes se quedan limitados a realizar pequeñas tareas con lo cual su grado de avance es mínimo. Si bien, en lo general son atendidos inicialmente, de manera muy rápida se dan cuenta del ritmo y las exigencias de autoestudio, por lo que abandonan el proyecto. Desde luego que hay excepciones ya que libremente se acercan estudiantes que se pueden clasificar dentro de los otros subgrupos, con lo cual el elemento clave es que no son recomendados inicialmente por los profesores.

En el Instituto Tecnológico de Puebla se instituyó el proyecto e inició en 2004, en su génesis los alumnos con que comenzó el proyecto eran principalmente del primer subgrupo, de tal forma que desde este año se comenzó a destacar en la etapa regional, pero fue hasta 2006 cuando se obtuvo finalmente el primer lugar regional y desde entonces a la fecha se conserva cada año participando por ese resultado en la etapa nacional. En las versiones 2005 y 2006, se tenía en la selección académica de 5 estudiantes: 2 del subgrupo 1, 2 del subgrupo 2 y 1 que migro del subgrupo 2 al 3 y aunque se fincaron grandes esperanzas en esta selección; se lograron posiciones por área de conocimiento entre los tres primeros lugares en la etapa nacional, pero no en la calificación global.

Para la versión 2007 del proyecto, la selección quedó integrada por un estudiante del subgrupo 3 y 4 del subgrupo 2; considerado en lo general como una selección novata de estudiantes con uno de noveno semestre y el resto de 4° semestre, que aún no habían cursado todas sus materias de Ciencias Básicas pero participaban ampliamente en el trabajo del proyecto a lo largo del año. Esta selección sobrepasó todas las expectativas, logrando altas puntuaciones en las tres áreas desde la etapa regional, y las tres fases de la etapa nacional, en particular en la última fase: 1° lugar en Química, 1° en Matemáticas y 2° en Física y con esto la custodia del máximo galardón académico de los institutos tecnológicos.

En los años sucesivos los asesores principales cubrieron otras comisiones y el equipo se debilitó, aunque las diversas selecciones conservaron el primero lugar regional en todas las versiones sucesivas asesorados solamente por uno de los asesores de manera somera, disminuyeron sus logros en la etapa nacional. Los estudiantes de la selección 2007 egresaron y el equipo se renovó totalmente para la versión 2011 siendo retomado por uno de los asesores principales y dos de los egresados de la versión 2007 del evento ahora como asesores. Así el proyecto se revitalizó con el enfoque inicial y en la versión 2013, nuevamente con una selección con 1 estudiante del subgrupo 3 y 4 del subgrupo 2, siendo 1 de séptimo semestre y el resto de 4°; se alcanzó nuevamente el 3° lugar nacional.

CONCLUSIONES

Del objetivo modificado del proyecto “formación de estudiantes en las ciencias básicas para mejorar su desempeño general en ingeniería, y como meta: evaluarlos dentro del esquema del Evento de Ciencias Básicas”, la experiencia de los nueve años que registra el proyecto nos muestra que éste se ha logrado, ya que las diversas selecciones que se han atendido han sido en lo general heterogéneas en cuanto a las ingenierías que cursan los estudiantes: Industrial, Eléctrica, Electrónica y sobre todo Mecánica, pero sin excepción todos los seleccionados alcanzaron el subgrupo 3 con excelentes competencias interpersonales y sistémicas, mostrando promedios altos en el transcurso de su carrera, ya que participaron en el proyecto en sus semestres iniciales. La información que se tiene de estos egresados, reportada por ellos mismos, los ubica en puestos de ingeniería estables en las empresas que los han contratado, con altos desempeños o bien avanzando en su posgrado.

La hipótesis del proyecto de que “el desempeño en Ingeniería está fundamentado en el dominio de las Ciencias Básicas, y este dominio no se logra por ser los estudiantes más destacados por sus calificaciones en sus asignaturas, sino por contar con la voluntad de dedicar más tiempo y energía a su formación”; no se cubrió en su totalidad porque la primera parte relacionada con “el fundamento de la Ingeniería en las Ciencias Básicas” fue tomada de las afirmaciones escritas en la Convocatoria del evento 2013 (DGEST, 2013a) y no se efectuó ninguna investigación o referencia para justificarla.

Sin embargo, tomando los desempeños de los estudiantes manifestados en su participación en las diferentes versiones del Evento Nacional de Ciencias Básicas, y basados en la observación de cada estudiante asociado a cada subgrupo, se ha detectado que el subgrupo 2 integró mayoritariamente a las selecciones más exitosas y que los participantes que evolucionaron de este mismo subgrupo 2 al 3, resultaron elementos fundamentales para el éxito de los equipos. Esta afirmación asociada a la segunda parte de la hipótesis y a la experiencia de 9 años en el proyecto, ha permitido que los asesores en su búsqueda de talentos se centren más en las actitudes de los estudiantes, que en sus conocimientos iniciales.

Es verdad que los participantes directos en el Evento Nacional de Ciencias Básicas son una proporción muy pequeña de la población estudiantil, sin embargo el efecto que logra el avance de estos jóvenes, hace que en el aula se planteen retos más interesantes al resto de los estudiantes; aunado a la calidad del servicio de asesoría y acompañamiento en trabajo de equipo que estos estudiantes ostentan sobre el resto de sus compañeros.

Tampoco se puede omitir, que el tipo de liderazgo que estos estudiantes presentan en el trabajo colaborativo, está asociado con las competencias y el propio liderazgo que manifiesten los profesores asesores, lo cual implica que las instituciones deben de reforzar las competencias interpersonales de los profesores, así como la disponibilidad de recursos pedagógicos y de TIC para que los profesores desarrollen actividades más creativas y retadoras con los estudiantes.

Finalmente, se recomienda a las instituciones contar con programas de apoyo para estudiantes sobresalientes o de alto rendimiento, ya que en lo general las escuelas cuentan con programas remediales para los estudiantes con deficiencias académicas, pero no para

sus jóvenes destacados. Existen indicadores que atender con relación al abandono escolar y la eficiencia terminal de las carreras; pero no se tienen indicadores que atender alrededor del alto rendimiento, punto por demás destacable para los estudiantes, las instituciones y la Ingeniería en general.

BIBLIOGRAFÍAS

- DGEST. (2013). Dirección General de Educación Superior Tecnológica, XX Evento Nacional de Ciencias Básicas 2013, *Temario del área de Ciencias Básicas 2013*. México.
- DGEST. (2013a). Dirección General de Educación Superior Tecnológica, XX Evento Nacional de Ciencias Básicas 2013, *Convocatoria del Evento Nacional de Ciencias Básicas 2013*. México.