

06-012

## "FROM HEAVEN TO EARTH" ENGINEERING AND ITS RELATIONSHIP WITH THE SCHOOL SYSTEM IN CHILE

Retamal-Bravo, Cesar<sup>(1)</sup>; Mora-Melia, Daniel<sup>(1)</sup>; Dominguez-Santos, David Jesús<sup>(1)</sup>; Mascaró-Espinoza, Tania<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidad de Talca

At higher education levels, communication between peers favors the exchange of knowledge and the development of new projects and ideas. However, if that same level of communication and formalism is used to transfer this knowledge to a non-expert public, it is not easy to capture curiosity and interest in science in general, and engineering in particular.

Getting the interest of people who are outside the scope of research and university, bring science closer to the youngest and thus achieve a real impact on society is a great challenge. In this sense, academics from the University of Talca have developed different projects that try to bring science to those sectors most disadvantaged. Thus, "TruckLab: Science and Technology on Wheels" seeks to improve the learning of biology, physics and chemistry in the most remote areas of the Maule region, through a mobile laboratory mounted on a truck. For its part, the program "DTC: developing scientific talents" seeks to bring science in a fun and experimental way to high school students through a series of challenges and competitions among schools in the region.

**Keywords:** education; projects; development; country schools

## "DEL CIELO A LA TIERRA": LA INGENIERÍA Y SU VINCULACIÓN CON EL SISTEMA ESCOLAR EN CHILE

En niveles de educación superior, la comunicación entre pares favorece el intercambio de conocimientos y el desarrollo de nuevos proyectos e ideas. Sin embargo, si ese mismo nivel de comunicación y formalismo es empleado para trasladar esos conocimientos a un público no experto, no es fácil captar la curiosidad y el interés por la ciencia en general, y la ingeniería en particular.

Captar el interés de personas que se encuentran fuera del ámbito de la investigación y universitario, acercar la ciencia a los más jóvenes y conseguir así un verdadero impacto en la sociedad es un gran desafío. En este sentido, académicos de la Universidad de Talca han puesto en marcha distintos proyectos que tratan de acercar la ciencia a aquellos sectores más desfavorecidos. Así, "TruckLab: Ciencia y Tecnología sobre Ruedas" busca mejorar el aprendizaje de la biología, la física y la química en los territorios más apartados de la región del Maule, mediante un laboratorio móvil montado en un camión. Por su parte, el programa "DTC: desarrollando talentos científicos" trata de acercar la ciencia de manera lúdica y experimental a los alumnos de enseñanza media, mediante una serie de retos y competiciones entre los colegios de la región.

**Palabras clave:** educación; proyectos; desarrollo; escuelas rurales

Correspondencia: Cesar Retamal Bravo (ceretamal@utalca.cl)



©2018 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## 1 Introducción

La ciencia y la tecnología han jugado un papel fundamental en el mundo de la educación durante generaciones, afectando al desarrollo y a la vida de las personas. Este continuo desarrollo ha incentivado en nuestros alumnos la capacidad de generar alternativas y de proponer nuevas soluciones a los problemas que nos enfrentamos diariamente. Además de esto, es deseable que el individuo desarrolle capacidades para manejar un lenguaje abstracto, realizar representaciones conceptuales, formular preguntas, plantear nuevos problemas, y aplicar nuevos conocimientos (Augusto, 2005).

Estudios internacionales han demostrado que los países que alcanzan un mayor desarrollo, son aquellos que cuentan con una mayor proporción de profesionales en el área de la ingeniería (K. M. Murphy, Shleifer, & Vishny, 1991). Sin embargo, en países como Chile, la cantidad de estudiantes que ingresan a estudiar carreras de ciencias básicas y/o tecnología es aún muy baja (32%), sobre todo en el caso de las mujeres, que no alcanzan el 14%, según estadísticas del Ministerio de Educación en 2016.

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Talca no es una excepción a esta realidad del país. Como académicos de dicha institución se detectó que aunque la comunicación entre pares a nivel local, nacional e Internacional en temas asociados a ciencia y tecnología es fluida y enriquecedora, esta situación no se replica cuando se trata de transmitir los conocimientos a una población menos experta. Estas dificultades se incrementan cuando se observa el rechazo generalizado de algunos estudiantes frente a estas áreas, debido a su propia falta de conocimientos. En este contexto nace la necesidad de generar estrategias que tiendan a acercar la ciencia y la tecnología a la comunidad escolar y a la sociedad en general, de una manera lúdica y entretenida, sin perder la formalidad de lo que implica difundir estos temas de gran relevancia en la sociedad.

Por otra parte, factores como la ubicación geográfica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Talca, que el Maule es una de las regiones con mayor índice de ruralidad del país y que muchos de nuestros estudiantes de ingeniería provienen de estas zonas, hacen que el fenómeno de migración de zonas agrícolas disminuya considerablemente el capital humano, obligando a pequeños y medianos agricultores a innovar para poder mantenerse en el mercado.

Unidos por esta preocupación, un grupo de académicos de esta comienza a desarrollar programas que tienen como finalidad vincularse de una forma más estable y concreta con su entorno más cercano. El objetivo común de estos académicos es el desarrollo de la región y conseguir la motivación de los más jóvenes en el aprendizaje de la ciencia y la tecnología, acercándolos en lo posible a la vida real. Para esto, es necesario contribuir al desarrollo de habilidades de investigación científica, presentando de forma práctica y lúdica tanto a profesores de ciencia y tecnología como a estudiantes, temas asociados a estas áreas del conocimiento, ya que numerosos trabajos de investigación demuestran que lo aprendido de forma lúdica a edades tempranas persiste con el paso del tiempo (Fernández-Oliveras, Molina Correa, & Oliveras, 2015; Palacios-Rojas, 2005).

En base a lo anterior, durante los últimos años la Facultad de Ingeniería se ha destacado por el desarrollo de programas que traten de paliar estas carencias y debilidades observadas a nivel país. Por tanto, el objetivo de este trabajo es presentar la motivación, metodología y resultados obtenidos bajo dos proyectos de transferencia tecnológica financiados con fondos públicos: “Desarrollando Talentos Científicos (DTC)” y “Trucklab Ciencia y Tecnología sobre Ruedas”.

Así, en el desarrollo de los proyectos expuestos en este trabajo resulta fundamental plantear enfoques que faciliten la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, y que además sean “globalizadores”, de modo que puedan atender la gran heterogeneidad del alumnado. En este sentido, metodologías como el aprendizaje por indagación (Marzo Mas & Monferrer Pons, 2015), que favorecen tanto el trabajo autónomo como el cooperativo, y que integran referencias a la vida cotidiana y a los intereses y motivaciones del alumnado resultan vitales en la consecución de los objetivos.

## **2 DTC Desarrollando Talentos Científicos**

### **2.1 Motivación**

En Chile, hasta la fecha el único método para transmitir conocimientos a los jóvenes en temas de ciencia y tecnología era el basado en un aprendizaje teórico de memorización de conceptos abstractos e incuestionables, donde el aprendizaje práctico se realizaba mediante ejercicios con lápiz y papel (Augusto, 2005). Está demostrado que este tipo de aprendizaje no tiene un elevado impacto en los individuos debido principalmente a dos factores:

El primero está relacionado con la creciente falta de interés que presentan los estudiantes a medida que avanza su desarrollo biológico (cambios hormonales propios de la adolescencia). En este sentido, estudios realizados a nivel internacional dan cuenta de los cambios en las metas de los estudiantes a lo largo de su escolaridad. Así, a medida que pasan los años los estudiantes muestran mayor interés en metas de desempeño dirigidas a la obtención de beneficios como una calificación aprobatoria y una menor preocupación por las metas dirigidas al aprendizaje (Anderman & Maehr, 1994; Anderman & Midgley, 1997; Roeser & Eccles, 1998).

El segundo factor se relaciona con las estrategias metodológicas que han sido utilizadas para fomentar el interés del estudiante (Fensham, 2004; C. Murphy & Beggs, 2003). En este sentido, la literatura sugiere alternativas que fomenten la curiosidad de los estudiantes, como por ejemplo relacionar los contenidos teóricos con acciones cotidianas, independientemente de la tarea social que desarrollen en el futuro, en otras palabras, hay que educar a partir de la experiencia (Vázquez & Manassero, 2008).

Por otro lado, el Ministerio de Educación de Chile ha marcado líneas-base a seguir en el área de ciencias tecnológicas, a través de planes y programas estratégicos, entrega de insumos y recursos para la implementación de laboratorios en centros educacionales. Sin embargo, falta el desafío y la motivación a los estudiantes para que quieran involucrarse en el proceso de adquirir competencias en estas áreas. En base a este desafío nació el proyecto “Descubriendo Talentos Científicos (DTC)”, con la idea de incentivar la práctica de la ciencia, acercándola a la vida de los estudiantes de educación media, fortaleciendo sus conocimientos, facilitando el aprendizaje de nuevos conceptos y desarrollando habilidades complementarias a la vida académica, intentando motivar la vocación científica de los mismos.

Para desarrollar esta idea en cada disciplina es necesario que los estudiantes aprendan de manera autónoma. Una de las estrategias utilizadas para incentivar este aprendizaje autónomo es el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), donde se busca incentivar el desarrollo integral del estudiante. El ABP trata, por un lado, de generar el interés por el aprendizaje, adquiriendo y generando una autonomía del conocimiento (Barrows, 1986), y por otro lado, trata de estimular las relaciones interpersonales y la conciencia ciudadana.

Dentro de las distintas formas de implementar una metodología ABP, la más popular tiene tres etapas: 1) Diseño de los problemas de aprendizaje, las reglas y los tiempos de trabajo por parte del docente; 2) Presentación del problema y orientación de los objetivos de

aprendizaje mientras los estudiantes se familiarizan con él, buscando información y 3) Obtención de la información y los resultados, presentándolos y retroalimentándolos. Las variantes conocidas dentro de esta metodología tienen relación con el grado de estructuración del problema y el grado de dirección del profesor. Así, (Barrows, 1986) considera que hay dos variables principales dentro del desarrollo de la estrategia de aprendizaje: el grado de estructuración del problema y el grado de dirección del docente.

En este contexto, el trabajo del docente es facilitar el aprendizaje mediante la creación de problemáticas significativas y relevantes para el contexto en el que está inserto, dirigiendo la discusión resultante y apoyando la exploración y el monitoreo del desarrollo del aprendizaje, en resumen, se le enseña a pensar. Mientras tanto, el rol del estudiante es ser un participante activo dentro de su proceso de aprendizaje, generar nuevos conocimientos en base a una búsqueda autónoma y entrenar sus debilidades mediante el trabajo con pares en la búsqueda de la resolución de las problemáticas planteadas. En cuanto a la evaluación del ABP, esta se realiza durante todo el proceso que dura la resolución del problema, mediante exámenes escritos y prácticos, mapas conceptuales, presentaciones orales evaluadas por pares y docentes, etc; obteniendo una imagen general del aprendizaje y desarrollando habilidades transversales.

Tomando como base lo anterior, el proyecto “DTC Desarrollando Talentos Científicos” es uno de los primeros programas nacidos en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Talca en 2009, cuya finalidad es acercar la ciencia y la tecnología a los estudiantes del sistema escolar, a través de competencias y desarrollo de desafíos científico-tecnológicos. En el proyecto DTC, el ABP se aplica desarrollando un proyecto de cierta envergadura por parte de los estudiantes, donde buscan soluciones a problemas reales a través del planteamiento de nuevas preguntas, debatiendo ideas, recolectando y analizando datos, reflexionando sobre su proceso de aprendizaje, trazando conclusiones, comunicando sus ideas, creando productos y compartiendo sus aprendizajes con una audiencia real (Larmer & Mergendoller, 2010).

En la primera versión de este concurso, participaron 205 estudiantes de educación media de la ciudad de Curicó, provenientes de 22 establecimientos (municipales, subvencionados y particulares). A todos estos centros se les especificó que el propósito del proyecto era incentivar el conocimiento y la práctica de la ciencia, afrontando y resolviendo desafíos mediante las habilidades científicas que estaban adquiriendo en su establecimiento. Cabe destacar que el concurso siempre se planteó de modo grupal, de modo que se propiciara el aprendizaje del trabajo en equipo. Debido al éxito alcanzado estos años, la iniciativa se ha realizado anualmente desde entonces, incrementando año tras año la participación. Así, durante 2014, en su sexta versión, se superaron por primera vez los 500 estudiantes (514), provenientes de 60 establecimientos educacionales situados en 19 comunas distintas de la Región del Maule. Durante el pasado 2017, la cifra ya superó los 1000 estudiantes.

En cuanto a las entidades ejecutoras, en la primera versión del año 2009 fue la propia Universidad de Talca, a través de su Facultad de Ingeniería, la que financió este programa. Posteriormente, en 2013, con la intervención del programa Explora de la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología de Chile (Conycit), la convocatoria fue ampliada a otros colegios de Talca y otras comunas de la Región del Maule. Debido al éxito obtenido por la iniciativa y el crecimiento experimentado desde su puesta en marcha, el programa se adjudicó un Fondo Institucional Regional (FIC) en 2014, que permitió la expansión del proyecto a nivel regional.

## **2.2 Objetivos y Metodología**

Desde la concepción de la idea, los objetivos perseguidos por la iniciativa son: a) Fomentar el aprendizaje incorporando la creatividad en el desarrollo del proyecto, b) Crear una integridad social reuniendo a la comunidad en torno al aprendizaje, y c) Provocar una

igualdad social de oportunidades a la hora de participar, reuniendo estudiantes de todas las establecimientos educacionales, compitiendo por un objetivo común. Cada establecimiento de la región puede presentar un máximo de cuatro equipos conformados por dos a cuatro integrantes, pudiendo ser de primero a tercer año de enseñanza media (estudiantes de cuarto año han de extender una solicitud especial para poder participar).

En cuanto a la metodología seguida, todos los años se repite un protocolo de actuación, donde en primer lugar, un Comité Académico Científico (CAC) define las distintas problemáticas a desarrollar en el proyecto. En segundo lugar, cada colegio presenta un profesor tutor y sus equipos de trabajo, que tendrán como misión la búsqueda de la solución más innovadora en la temática o problema propuesto. En tercer lugar, se desarrolla la selección de los mejores trabajos basado en los productos (prueba, informe, prototipo y presentación) de los cinco desafíos propuestos: análisis teórico del proyecto, diseño del mismo y la construcción y experimentación del prototipo.

Las evaluaciones de producto son calificadas por el equipo del Comité Académico Científico en ferias masivas realizadas en las distintas sedes de la Universidad. Los equipos que califican más alto y sus respectivos colegios son premiados en ceremonia oficial.

### **3 TruckLab, Ciencia y Tecnología sobre Ruedas**

#### **3.1 Motivación**

Durante las primeras ediciones del DTC se produjo un acercamiento entre universidad y establecimientos de educación media que permitió detectar distintas realidades y necesidades respecto a estudiantes, profesores y los propios establecimientos. Por ello, dadas las condiciones socioeconómicas de algunos colegios de enseñanza media situados en lugares con escasos recursos o en el medio rural, era una situación constatada la dificultad que tenían muchos alumnos en poder desarrollar sus capacidad de un modo competitivo con aquellos que tienen mayor disposición de recursos. Por ello, la Facultad de Ingeniería de la UTalca, en su afán por desarrollar a nivel regional el interés por el estudio en áreas afines a la ciencia y la tecnología siempre ha tenido como objetivo prioritario tratar de paliar en la medida de lo posible estas deficiencias y cumplir así con la función pública que se le supone. En algún momento se planteó la posibilidad de implementar laboratorios en algunos establecimientos de enseñanza media particularmente vulnerables, pero esto resultaba costoso y tampoco garantizaba un acceso generalizado.

Poco a poco, los académicos involucrados en el proyecto fueron desarrollando distintas ideas, planteándose siempre ayudar a los establecimientos educacionales aportando equipos, materiales e insumos. La idea inicial fue adquirir un furgón cargado con material del proyecto DTC o de la Universidad e ir recorriendo los liceos de la Región del Maule. Debido al trabajo tan tedioso que suponía esto cada vez que se quería visitar algún establecimiento se planteó la posibilidad de postular a los proyectos MECESUP del Ministerio de Educación, con la idea previa de adquirir un bus, que se habilitaría como un laboratorio móvil de ciencias, similar a los existentes en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Talca. Tras la maduración de la idea previa y la realización de distintos estudios, análisis de pros y contras, presupuesto requerido y por versatilidad en la solución de problemas, se llegó a la conclusión que era mejor la adquisición de un camión con remolque, donde se implementaría un laboratorio de ciencias y tecnología (biología, química, física, matemática y tecnología), que posteriormente se conocería como **“TruckLab, Ciencia y Tecnología sobre Ruedas”**.

Finalmente, el proyecto se postula en el año 2014 como un Plan de Mejoramiento de Programa (PM) para convenios de desempeño en el marco del Fondo de Desarrollo Institucional 2014, planteando como objetivo “Desarrollar las habilidades científicas,

valoración del entorno en ciencias y tecnología, por medio de didácticas especializadas en estudiantes de Establecimientos de Enseñanza media de la Región del Maule “. Esta idea resultó ganadora para poder ser implementada durante los años 2015 y 2016.

### 3.2 Objetivos y Metodología (Diseño, habilitación e implementación del laboratorio móvil)

El objetivo de este proyecto es complementar y fortalecer el trabajo realizado con el DTC, recorriendo la Región del Maule y realizando actividades experimentales con los profesores de ciencias y tecnología de los establecimientos de enseñanza media, facilitando un vínculo que permitiera reducir las brechas educacionales existentes entre establecimientos.

Durante 2015, y una vez adjudicados los fondos solicitados, se comienza con el diseño del laboratorio móvil. Para ello se realizan reuniones con docentes, directores de proyectos en el área de las ciencias y académicos. Mediante estas reuniones se pretendía, por una parte, diseñar la habilitación del remolque como laboratorio, definiendo el equipo, material e insumos necesarios para desarrollar todas las actividades experimentales y por otra parte, definir la metodología a utilizar para capacitar a los profesores del sistema escolar.

Finalmente, el laboratorio móvil se conforma por un Tracto Camión Ford Cargo 1933 y un Semi-Remolque Machile SRT13 2E, ambos del año 2016, con las siguientes dimensiones: 18 metros de largo, 4,10 m de alto y 2,50 de ancho. El semirremolque, es habilitado internamente con mesones de trabajo, gavetas superiores e inferiores para guardar el material, mecheros, conexión eléctrica, de agua y gas, aire acondicionado, campana y todo lo necesario para un laboratorio de ciencias de enseñanza media (biología, química y física), con la finalidad de desarrollar 48 actividades experimentales aplicando la metodología científica especificada.

El exterior del camión, cuenta con un estanque de agua y cuatro maletas para transportar el generador, el cilindro de gas, los reactivos y las herramientas necesarias para el correcto funcionamiento. El laboratorio tiene la capacidad de funcionar de forma totalmente autónoma mediante un generador o conectada a la red eléctrica domiciliaria.

**Figura 1: izquierda) Vista exterior de TruckLab; derecha) Vista interior de TruckLab**



El diseño final del laboratorio estuvo a cargo de académicos de la Universidad Talca de acuerdo a las necesidades manifestadas por los docentes de ciencia de la Región del Maule, que participaron en una capacitación de indagación científica. Así, las 48 actividades experimentales que pueden desarrollarse gracias al equipamiento implementado en el laboratorio, fue consultado con los profesores que son parte del proyecto. Estas actividades están incluidas y descritas en un libro creado por todos los académicos integrantes del proyecto, incluyendo las fichas metodológicas con el detalle de cada actividad y la

metodología recomendada para cada área seleccionada: biología, física y química de Enseñanza media.

Entre el material existente en el laboratorio se cuenta con 5 microscopios ópticos binoculares - uno de ellos con cámara integrada-, pizarra interactiva, kit de circuitos eléctricos, generador de funciones, osciloscopio, estufa de cultivo, balanza de precisión, set de espejos y lentes, material de vidrio, reactivos, imanes, diapasones, dinamómetros, set de disección, sensores, micro-pipetas, refractómetros, placas solares, televisor, proyector, modelos de: cuerpo humano, esqueleto, ojo, oído, células, división celular, etc. Los reactivos e insumos se reponen de acuerdo a las necesidades de los docentes.

En términos de operación, la implementación y sobre todo la habilitación del remolque no estuvo exenta de dificultades, debido a que al ser un proyecto piloto en el país, no existían antecedentes de cómo realizar los trabajos necesarios. Todo ello hizo que se retrasaran los presupuestos 3 meses, estando operativo solo unos días antes de la inauguración proyectada para el día 21 de octubre del pasado año 2016.

### **3.2.1 Capacitación y metodología de Indagación Científica**

La metodología seleccionada para realizar las clases en el camión laboratorio se basó en la Enseñanza de las Ciencias Basada en Indagación (ECBI), considerando los requerimientos del Ministerio de Educación y el currículo de Enseñanza Media.

En relación a la “Capacitación de docentes de ciencias en el uso de TruckLab TecnoCiencias sobre Ruedas”, esta contó con módulos de didáctica de las ciencias e indagación científica impartidos por académicos de la Universidad especialistas en dichas áreas. Como metodología de enseñanza aprendizaje se opta por la indagación científica, fundamentando la elección en base a los últimos estudios en el ámbito de la psicología educacional y neurociencias, que plantea la consideración del ciclo de aprendizaje constructivista como una forma de incorporar los distintos estilos de aprendizaje, entendiendo esto como “...el conjunto de acciones que se llevan a cabo en el marco escolar, con la finalidad de promover el aprendizaje del alumnado” (Franco-Mariscal, Blanco-López, & España-Ramos, 2017).

Así, una de las formas de abordar el proceso de enseñanza aprendizaje en el ámbito de las ciencias es la “Indagación Científica” concepto definido como un proceso donde se plantean preguntas acerca del mundo natural, se generan hipótesis, se diseña una investigación, y se colectan y analizan datos con el objeto de encontrar una solución al problema (Windschitl, 2003). Una forma de hacer más comprensible el proceso es considerar cuatro etapas a trabajar con los estudiantes: Focalización, Exploración, Reflexión y Aplicación (Programa ECBI, 2015) que a su vez, se enmarcan dentro del espacio temporal de la clase: Inicio, Desarrollo y Cierre.

En total, cuarenta y siete profesores de la Región del Maule participan en las dos versiones de capacitación realizadas en 2016, siendo estas acreditadas por el Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas (CPEIP) por un total de 40 horas cronológicas.

### **3.2.2 Inauguración y puesta en marcha**

El día viernes 21 de octubre del 2016, en la Plaza de Armas de la capital de la Región del Maule, y frente a las casa central de la Universidad de Talca, se inaugura el TruckLab Ciencia y tecnología sobre Ruedas, con la participación de representantes del Ministerio de Educación, autoridades regionales e institucionales, docentes del sistema escolar, estudiantes de enseñanza media, apoderados y público en general.



En los meses de Octubre a Diciembre del año 2016 se realiza una intervención piloto para que los establecimientos educacionales docentes del sistema escolar y estudiantes de Enseñanza Media, Enseñanza Básica y Educación Parvularia, conozcan el laboratorio, el equipo, el material y los insumos disponibles para la realización de las actividades experimentales. La finalidad de esta presentación pública es que estos estudiantes indaguen en los distintos aspectos de las ciencias biológicas, químicas y físicas. Este primer ciclo interviene sobre un total de 2.137 estudiantes, pertenecientes a 30 establecimientos educacionales de 12 comunas de la Región del Maule, en un recorrido del camión de cerca de 2000 km.

Entre los meses de Diciembre de 2016 a Marzo de 2017, TruckLab realiza intervenciones en diversos espacios públicos dentro de la región del Maule, como Plazas, balnearios y escuelas de veranos entre otros.

Durante el primer semestre del 2017, con más de 6.000 km recorridos, se realiza la primera ronda de intervenciones finalizando el día 9 de junio. Durante este tiempo, TruckLab ha recorrido un total de 23 comunas de la región del Maule (76%), abarcando más del 30% de los establecimientos que imparten enseñanza media. En dichas intervenciones, el profesor capacitado, realizaba su clase a bordo del camión. A día de hoy, han participado más de 3.140 estudiantes pertenecientes a 50 establecimientos educacionales de enseñanza media, de los cuales un 47% son mujeres. Además, unos 50 profesores se han visto beneficiados trabajando directa o indirectamente con el equipo TruckLab.

**Figura 2: Estudiantes visitados por proyecto TruckLab**



### **3.2.3 Protocolo de actuación del TruckLab**

Cada jornada, el TruckLab sale de una de las 3 sedes de la Universidad en la región (Curicó, Talca, o Linares) o bien de algún establecimiento educacional resguardado en caso de los sectores más alejados. El camión se traslada a los diferentes establecimientos educacionales, coordinando su traslado con al menos una semana de anticipación. Una vez ubicado el camión en el lugar más cercano a la institución, el profesor, con la ayuda y el apoyo del personal, traslada a un grupo reducido de entre 15 y 18 alumnos al laboratorio móvil. Este número reducido de alumnos se debe a ofrecer una calidad de aprendizaje personalizada y por la comodidad a la hora de realizar actividades experimentales. Los profesionales del camión dan la bienvenida y realizan la presentación del proyecto, para posteriormente dar paso al profesor capacitado a realizar la clase, planteando una pregunta e introduciendo el tema a tratar en la etapa de focalización. Posteriormente, se organizan grupos de máximo 4 estudiantes para que realicen la actividad experimental que se les propone, entregándoles la guía de trabajo y el material necesario, mientras los profesores



guían el proceso, respondiendo y ayudando las posibles inquietudes o dudas que pudieran tener durante la ejecución de las actividades.

Una vez finalizada la etapa experimental, y realizadas las observaciones o mediciones correspondientes, el profesor orienta la etapa de reflexión, para que los estudiantes respondan a las preguntas que se les haya planteado al comienzo de la clase, obteniendo sus propias conclusiones. Este proceso se realiza hasta un máximo de 6 grupos por día (4 grupos durante la jornada de la mañana y 2 en la jornada de la tarde). Sin perjuicio de lo anterior, los profesores y establecimientos tienen la libertad de seleccionar a sus estudiantes y organizar los horarios de acuerdo a sus necesidades.

Todas las intervenciones, se realizan de lunes a jueves, debido a que los viernes por la tarde no hay clase en los establecimientos. Este día es utilizado por el personal del laboratorio para realizar las mantenencias al camión y preparar el material, además de realizar otras labores administrativas.

#### 4 Resultados

El proyecto DTC nació en 2009, y a lo largo de su breve historia, ha generado instancias de aprendizaje en estudiantes de educación media pertenecientes a la región del Maule, generando un alto impacto en la educación y en la sociedad en general. El impacto que genera en la comunidad educativa se demuestra con el aumento de las inscripciones al concurso por parte de los colegios de la séptima región, y en el aumento de número de instituciones comunitarias (empresas) que se han hecho partícipes mediante su auspicio acompañando en cada una de las etapas del proyecto. Además, este evento ha provocado el interés de toda la sociedad en general, no solo educacional. DTC ha evolucionado a lo largo de los años en la cantidad de estudiantes involucrados, comunas y colegios participantes, tal y como se expone a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla 1. Evolución del número de estudiantes involucrados en el programa DTC**

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Estudiantes</b>	205	126	110	178	322	514	499
<b>Comunas</b>	1	3	4	6	14	19	14
<b>Colegios</b>	22	14	11	12	35	60	46
<b>Municipalizados</b>	4	3	4	5	12	24	15
<b>Part-Sub</b>	14	8	6	6	19	33	28
<b>Particular</b>	4	3	0	1	3	1	2
<b>Adm. Delegada</b>	0	0	1	0	1	2	1

Este proyecto ha generado un fuerte impacto en el conocimiento a nivel ambiental en los estudiantes, debido a que muchos de los desafíos planteados están relacionados con la vida cotidiana y tienen relación con la sustentabilidad y las energías renovables. Entre los logros alcanzados durante estos últimos seis años de proyecto destaca la creación de una forma interactiva e innovadora de enseñar ciencia en cerca del 90% de comunas de la Región del Maule, la generación de instancias de participación entre establecimientos públicos y privados de la región, la colaboración en proyectos educativos, la asesoría a establecimientos educacionales en la implementación de laboratorios de ciencia y la entrega de instancias de perfeccionamiento a profesores del área de las ciencias entre otras.

El alcance de todos estos hitos ha provocado que cerca del 80% de los estudiantes de los colegios participantes en el DTC entrara en la Universidad, hecho impensable para muchos

de ellos hace tan solo unos años. De ellos, el 95% presenta una clara inclinación por la ciencia y la tecnología.

En cuanto al capital humano, este proyecto es un aporte para cada estudiante debido a que le ayuda a descubrir sus habilidades y su potencial como investigador, ayudándole a desarrollarse y formarse en lo que le gusta. Por otra parte, este proyecto ayuda a los estudiantes a desarrollar sus conocimientos y habilidades más deficitarias, fomentando un diálogo entre los estudiantes participantes y la comunidad universitaria (alumnos, tutores y profesores). Además, este proyecto provee de un soporte educativo de ayuda para docentes y profesores, que les permite contar con un apoyo personalizado para poder desarrollar una metodología educativa innovadora, lejana de la educación tradicional. Esta educación innovadora logra que los estudiantes descubran sus propias habilidades, se incentiven en el desarrollo de la ciencia y mejoren su rendimiento en el establecimiento.

Durante el desarrollo del DTC, son los propios académicos los que detectan las deficiencias de espacios adecuados para desarrollar las actividades de ciencia y tecnología. La mayoría de los colegios carecen de espacios o tienen deficiencia en equipamiento e infraestructura en los laboratorios, lo que hace muy difícil motivar a los estudiantes con el aprendizaje de estas áreas, debido a que los contenidos se abordan de forma muy teórica sin promover el desarrollo de habilidades de investigación científica.

Respecto al proyecto TruckLab, algunos de los resultados derivados de la implementación de este laboratorio móvil tienen relación principalmente con que algunos de los establecimientos educacionales partícipes de este proyecto han comenzado a implementar sus propios laboratorios, motivados por las intervenciones del TruckLab.

Por otra parte, según manifiestan los mismos profesores y/o directores, el nivel de satisfacción y aceptación de los docentes capacitados es alto, replicando y socializando la nueva metodología utilizada en sus clases con otros docentes de ciencia de sus mismos establecimientos.

La visualización del nivel de impacto se refleja en los estudiantes, que manifiestan una gran aceptación en la nueva forma de entender la ciencias, más concreta y asociada a la realidad. Esto se ve reflejado en los estudiantes en su manifiesto de querer volver a participar en el TruckLab.

Todos estos resultados pueden constatarse en las palabras de Don Rigoberto Espinoza, perteneciente al SEREMI de Educación que dijo; “Este proyecto es un aporte a la calidad de la educación, poniendo a disposición de los liceos un laboratorio de envergadura y calidad, al alero de una Universidad pública como la Universidad de Talca”. Por otra parte, otras autoridades manifiestan; “Este laboratorio móvil permitirá a nuestros profesores realizar actividades más didácticas y entretenidas, con elementos sencillos, lo que abre un mundo de posibilidades para nuestros estudiantes”.

Además, el impacto causado por este proyecto en la Región del Maule ha causado la difusión de noticias en numerosos medios de prensa, regionales y nacionales, recibiendo incluso la visita de Doña Michelle Bachelet, ex-presidenta de la República de Chile. Las figuras 3 y 4 muestran algunos recortes en diferentes medios.

Figura 3: TruckLab Ciencia y Tecnología en medios de prensa nacional



Figura 4: TruckLab Ciencia y Tecnología en medios de prensa regional



En Diciembre de 2016, una vez finalizada la primera ronda, se realiza una autoevaluación por parte del equipo de profesionales pertenecientes al proyecto, en torno al desempeño de los profesores del sistema escolar que participan del proyecto y del propio equipo, con la finalidad de retroalimentar y mejorar las gestiones e intervenciones en cada establecimiento. Posteriormente, en junio del 2017 se comenzaría con la segunda ronda de intervenciones, realizando una pausa en el periodo de vacaciones de invierno, aprovechando para realizar las mantenimientos oportunas al laboratorio debido al desgaste provocado por el uso intensivo y constante durante el primer semestre. A continuación se exponen los resultados obtenidos hasta octubre de 2017, cuando se realizará una tercera ronda de intervenciones.

**Tabla 2. Autoevaluaciones realizadas hasta la fecha**

	Octubre-Diciembre 2016	Marzo-Junio 2017	Junio-Octubre 2017
Alumnos Intervenido	2.137	3.140	2657
Profesores usuarios de TruckLab	30	50	48
Establecimientos visitados	30	50	53
Comunas visitadas	12	23	23
Equipo TruckLab	5	6	6
Kilómetros recorridos (aproximadamente)	2.500	3.500	4000

La tabla anterior demuestra el éxito que ha tenido el laboratorio móvil hasta el año 2017, recorriendo más de 10.000 km en 31 comunas del país, repartidas entre la Región del Maule (23), la Región de O'Higgins (1) y la Región de los Lagos (7), atendiendo a más de 4.000 estudiantes y 100 profesores de ciencias, pudiendo realizar cientos de actividades prácticas y lúdicas relacionadas con biología, química, física y/o tecnología.

## 5 Conclusiones

A nivel país, los estudiantes chilenos sufren de brechas que en ocasiones son insalvables entre aquellos que tienen mayores recursos y los que no los tienen. La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Talca, como universidad pública tiene la obligación de potenciar su entorno regional con iniciativas que ayuden a disminuir estas brechas.

Por ello, este trabajo presenta la motivación, metodología y resultados obtenidos en dos proyectos de transferencia tecnológica desarrollados en los últimos años bajo financiación de instituciones públicas, en concreto "Descubriendo Talento Científico DTC" y "TruckLab", donde algunos de los principales hitos alcanzados son los siguientes:

- Desde la puesta en marcha del programa DTC más de 4000 alumnos han participado en el mismo, alcanzando un 80% su ingreso en la universidad. Estas cifras superan en mucho el porcentaje de estudiantes que habitualmente ingresa en la universidad desde la enseñanza media
- Durante los menos de 2 años que está en marcha el camión TruckLab son más de 10000 los km recorridos y prácticamente el 76% de las comunas de la región visitadas. TruckLab ha conseguido acercar la ciencia y los laboratorios a colegios de escasos recursos que hasta hace no mucho no tenían la posibilidad de ofrecer esto a sus alumnos.

Ambas iniciativas han tenido reconocimiento y éxito no solo a nivel regional, si no también nacional, y son varias las regiones adyacentes que han solicitado iniciativas para replicar estos proyectos en sus regiones.

## 6 Referencias bibliográfica

Anderman, E. M., & Maehr, M. L. (1994). Motivation and schooling in the middle grades. *Review of Educational Research*, 64(2), 287–309.

- Anderman, E. M., & Midgley, C. (1997). Changes in achievement goal orientations, perceived academic competence, and grades across the transition to middle-level schools. *Contemporary Educational Psychology*, 22(3), 269–298.
- Augusto, C. (2005). Qué son las “competencias científicas.” *Foro Educativo Nacional. Recuperado de [Http://Www. Colombiaaprende. Edu. Co/Html/Docentes/1596/Articles-89416\\_archivo\\_5. Pdf](http://www.Colombiaaprende.edu.co/html/Docentes/1596/Articles-89416_archivo_5.Pdf)*.
- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem- based learning methods. *Medical Education*, 20(6), 481–486.
- Fensham, P. J. (2004). *Defining an identity: The evolution of science education as a field of research* (Vol. 20). Springer Science & Business Media.
- Fernández-Oliveras, A., Molina Correa, V., & Oliveras, M. L. (2015). Estudio de una propuesta lúdica para la educación científica y matemática globalizada en infantil. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 13(2), 373–383.
- Franco-Mariscal, A. J., Blanco-López, Á., & España-Ramos, E. (2017). Diseño de actividades para el desarrollo de competencias científicas. Utilización del marco de PISA en un contexto relacionado con la salud. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 14(1).
- Larmer, J., & Mergendoller, J. R. (7AD). Essentials for project-based learning. *Educational Leadership*, 68(1), 34–37.
- Marzo Mas, A., & Monferrer Pons, L. (2015). Pregúntate, indaga ya la vez trabaja algunas competencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 12(1).
- Murphy, C., & Beggs, J. (2003). Children’s perceptions of school science. *School Science Review*, 84, 109–116.
- Murphy, K. M., Shleifer, A., & Vishny, R. W. (1991). The allocation of talent: Implications for growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2), 503–530.
- Palacios-Rojas, N. (2005). La ciencia al alcance de todos: educación científica a través del juego y la diversión. *Revista Magisterio. Educación y Pedagogía*, 16, 74–77.
- Roeser, R. W., & Eccles, J. S. (1998). Adolescents’ perceptions of middle school: Relation to longitudinal changes in academic and psychological adjustment. *Journal of Research on Adolescence*, 8(1), 123–158.
- Vázquez, Á., & Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 5(3).
- Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87(1), 112–143.