“¿Y ESTO PARA QUÉ SIRVE?”

La indagación científica como clave de la enseñanza de competencias STEM para el siglo XXI

Caso de estudio realizado con LAB4U

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO
3

INTRODUCCIÓN
4

1 ANTECEDENTES: UN PANORAMA PREOCUPANTE DE DESERCIÓN ESCOLAR
6

2 EL PROYECTO PILOTO
11

3 RESULTADOS Y CONCLUSIONES
19

4 LECCIONES APRENDIDAS Y RECOMENDACIONES PARA UNA FUTURA ESCALABILIDAD
26

ANEXOS
32

* Esta publicacion contiene botones interactivos para mejorar tu experiencia de navegación.
Estos atributos sólo son visibles desde una computadora de escritorio o portatil.

RESUMEN EJECUTIVO

¿Puede la tecnología Lab4U aumentar el interés y el rendimiento académico de los estudiantes en física?

En este documento se presentan los resultados de la evaluación de impacto y la evaluación de procesos del proyecto piloto para el aprendizaje de física con tecnología realizado entre estudiantes de educación media superior en Sinaloa, México. El objetivo era determinar la correlación entre la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes cuando un ecosistema de gestión escolar propicio facilita el acceso a una herramienta tecnológica como el modelo proporcionado por Lab4U (Laboratorio para ti) a través de Lab4Physics (Laboratorio para física).

Este informe consta de cuatro secciones, además de la introducción. En la primera se describen las condiciones actuales de la educación en América Latina en general, y de México y el estado de Sinaloa en particular, señalando, por un lado, la falta de interés como factor determinante de la deserción escolar en secundaria, y por el otro, la necesidad de cerrar la brecha digital en la región. En la segunda parte se detallan la metodología de implementación del piloto y las medidas de evaluación utilizadas. En la tercera se describen los resultados y conclusiones que de estos se derivan, y en la última se registran las lecciones aprendidas y las recomendaciones.

Todo lo anterior permite entender los componentes clave para el éxito del piloto, especialmente en lo que concierne a la apropiación por parte de docentes, estudiantes y autoridades educativas. Asimismo, se espera que contribuya a inspirar futuras iniciativas en el mismo sentido en la región que despierten el interés de los estudiantes en la ciencia, tecnología, ingeniería y matemática, mejoren sus resultados y los preparen para ser protagonistas de la cuarta revolución industrial.

Palabras clave: educación, tecnología, STEM, motivación, rendimiento académico, física, secundaria, Sinaloa, México, piloto

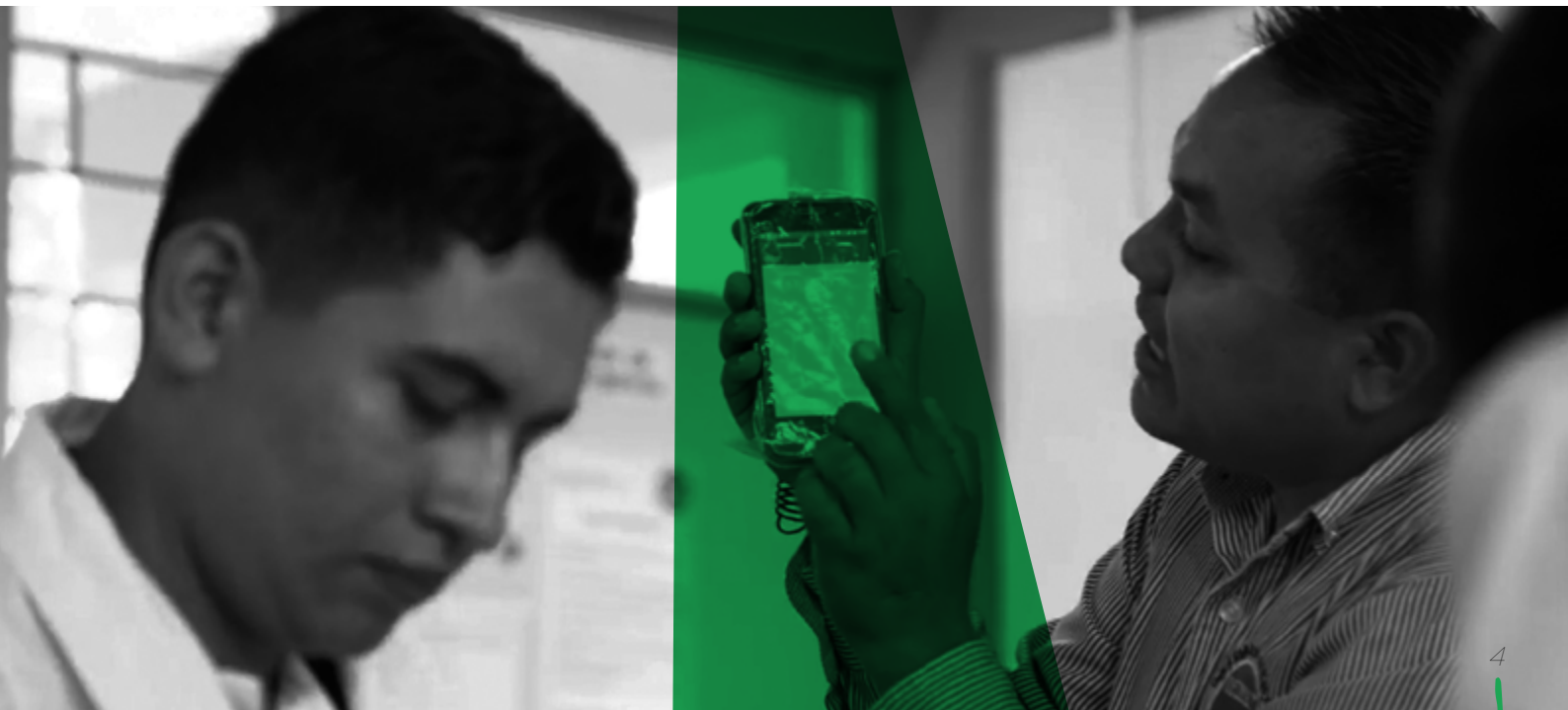
INTRODUCCIÓN

¿De qué modo aprende un estudiante latinoamericano sobre principios de física como la aceleración centrípeta?

Tradicionalmente se tiene la idea de un aula con un grupo de alumnos de secundaria atentos al profesor, quien explica cómo calcular la velocidad y magnitud de un objeto. Ellos copian rápidamente la fórmula científica que ven en la pizarra y que luego tendrán que memorizar, mientras intentan entender la complejidad del tema. Termina la clase, se miran confundidos unos a otros y piensan: **"esto no sirve, no lo aplicaré en la vida real"**. La falta de indagación y aplicación científica que debería llevar al estudiante de la teoría a la práctica suele originarse en un vacío aún mayor: la falta de infraestructura y espacios colaborativos que fomenten la experimentación.

Teniendo en cuenta que en América Latina el 88% de las escuelas no cuentan con laboratorios de ciencias equipados para sus alumnos (Cabrol y Székely, 2012), este escenario suele ser el común denominador en la región. No sorprende entonces que los estudiantes se ubiquen en el tercio más bajo en la evaluación internacional de PISA en ciencias (Bos, Vegas, Zoido y Elías, 2015). Pero ¿qué alternativas hay para solventar este problema? ¿Qué implicaciones tendría un cambio en el método de enseñanza y en el grado de participación tanto del docente como del alumno?

Imaginemos un escenario en el cual variables como la falta de laboratorios y el desinterés de los estudiantes persisten, pero donde los docentes y sus pupilos cuentan con una tecnología innovadora adaptada a la indagación científica. Esta tecnología guía al



SINALOA

- **Capital:** Culiacán Rosales
- **Población:** 2.767.761
- **Nº Alumnos de caso estudio:** 10.000

docente y no requiere de laboratorios sino de los sensores ya instalados en el teléfono celular del estudiante. En este escenario, existe una coherencia entre la tecnología y la enseñanza que apoya al docente. Los estudiantes descubren que pueden experimentar la aceleración centrípeta jugando en su propio celular mientras giran y desde la aplicación móvil calculan en tiempo real las fórmulas de velocidad y magnitud que vieron en la pizarra del profesor.

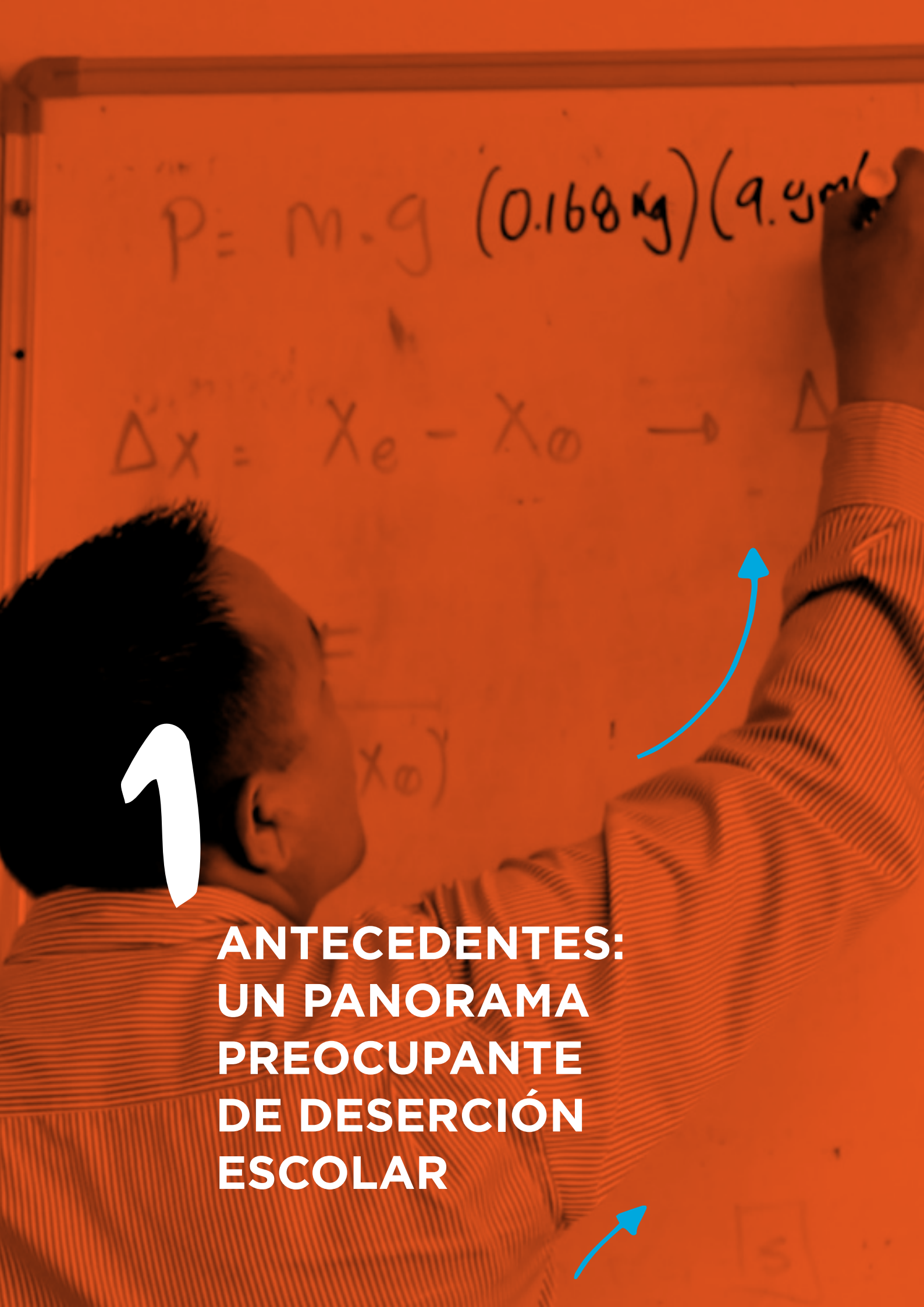
El piloto que se describe más adelante, cuyo diseño y aplicación tecnológica se basan en la reutilización de los sensores del celular inteligente y los convierte en instrumentos científicos, fue realizado en colaboración con Lab4U[1], el Gobierno Regional de Sinaloa, el Centro de Estudios Educativos y Sociales de México (CEES) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

En este estudio de caso se evalúan los elementos requeridos para el proceso de apropiación del aprendizaje científico por parte de docentes y estudiantes, así como el impacto observado al introducir la tecnología adaptada al escenario anteriormente descrito en las aulas de 10.000 alumnos de secundaria en Sinaloa, México.

Entre de los elementos clave para el éxito del piloto figura la capacitación y participación del docente como agente de cambio en la incorporación de la tecnología en el aula. Se espera que con ello el interés y rendimiento de los estudiantes en física aumenten a medida que crece la motivación simultánea de docente y alumno.

1

Lab4U es una startup chilena que aprovecha la tecnología y los sensores disponibles en los teléfonos inteligentes y en las tabletas para convertir los dispositivos en pequeños laboratorios portables; Lab4physics es un software de aplicación móvil de Lab4U, el cual fue creado especialmente para profesores y estudiantes de física. Su creadora, Komal Dadlani, afirma que diseñó Lab4U con la intención de “democratizar la ciencia y cambiar la manera en la que se enseña”.



1

ANTECEDENTES: UN PANORAMA PREOCUPANTE DE DESERCIÓN ESCOLAR

Con excepción de tres países, América Latina ha logrado superar el 95% de asistencia escolar en la escuela primaria y el 85% en la secundaria (Duryea y Robles, 2017). Sin embargo, y aunque la tasa de asistencia escolar en secundaria haya aumentado un 10% en los últimos 10 años, el problema de la deserción escolar todavía es crítico y persistente: uno de cada dos jóvenes no culmina la secundaria. Esto significa que más de 43 millones de latinoamericanos entre los 15 y los 29 años (el 31% de la población joven de la región) no han completado la escuela secundaria y carecen de la preparación necesaria para entrar al competitivo mercado laboral de hoy (Rivas y Delgado, 2017).

Entre los principales motivos del abandono escolar en América Latina --por encima de los factores económicos a los cuales se atribuye el 19,3% de la deserción--, se encuentra la falta de interés, con un 26,3% en la población estudiantil de secundaria (Graduate XXI, 2017). Frente a esta realidad, el Banco Interamericano de Desarrollo creó el programa Graduate XXI a través del cual se financia este piloto como parte de una iniciativa más amplia encaminada a investigar en profundidad, analizar y generar debate sobre las causas subyacentes de la deserción escolar en la región y, a partir de allí, proponer soluciones.

SINALOA, MÉXICO: UNA OPORTUNIDAD PARA EXPLORAR

En los últimos 25 años, en México se han realizado diversos esfuerzos dirigidos a combatir el abandono escolar en el sistema educativo. Esto incluye distintos programas de becas y la obligatoriedad de la escuela primaria, secundaria (cursada entre los 12 y 14 años), y de la educación media superior o EMS (correspondiente a los tres últimos años de educación obligatoria).

Mientras que la tasa de deserción en las escuelas mexicanas de primaria y secundaria es del 0,5 y 2,2% respectivamente, la de la EMS se ha mantenido por encima del 13% por año --casi un 40% durante todo el ciclo--, no obstante, los esfuerzos y recursos invertidos en revertir esta situación (Secretaría de Educación Pública, 2016). La razones son idénticas que para el resto de América Latina. La Encuesta Nacional de Deserción Escolar realizada por el gobierno mexicano indica que, además de los problemas económicos, la segunda causa detectada fue el escaso interés de los alumnos por el estudio y el poco gusto por la escuela, con un 19,3% (Secretaría de Educación Pública, 2012).

Las consecuencias negativas de abandonar los estudios prematuramente son graves, siendo la principal el quedar por fuera de las oportunidades laborales que puede ofrecer el

entorno (OECD, 2016). En México, el 22% de la población joven no estudia, tampoco trabaja ni busca estudiar o trabajar (los llamados "ninis"). Esto los ubica en una categoría de "inactivos" durante edades que normalmente se considerarían de alto potencial productivo. Sinaloa, el estado donde se llevó a cabo el piloto, está localizado en el noroeste de México, cuenta con una población total es de 2.767.761 personas, y se ubica en el puesto 15 (de 32 estados) en el ranking Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Secretaría de Economía, 2013). Asimismo, según el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT), Sinaloa ocupa el puesto 24 en inversión en ciencia, tecnología e innovación y el puesto 19 en productividad científica e innovadora.

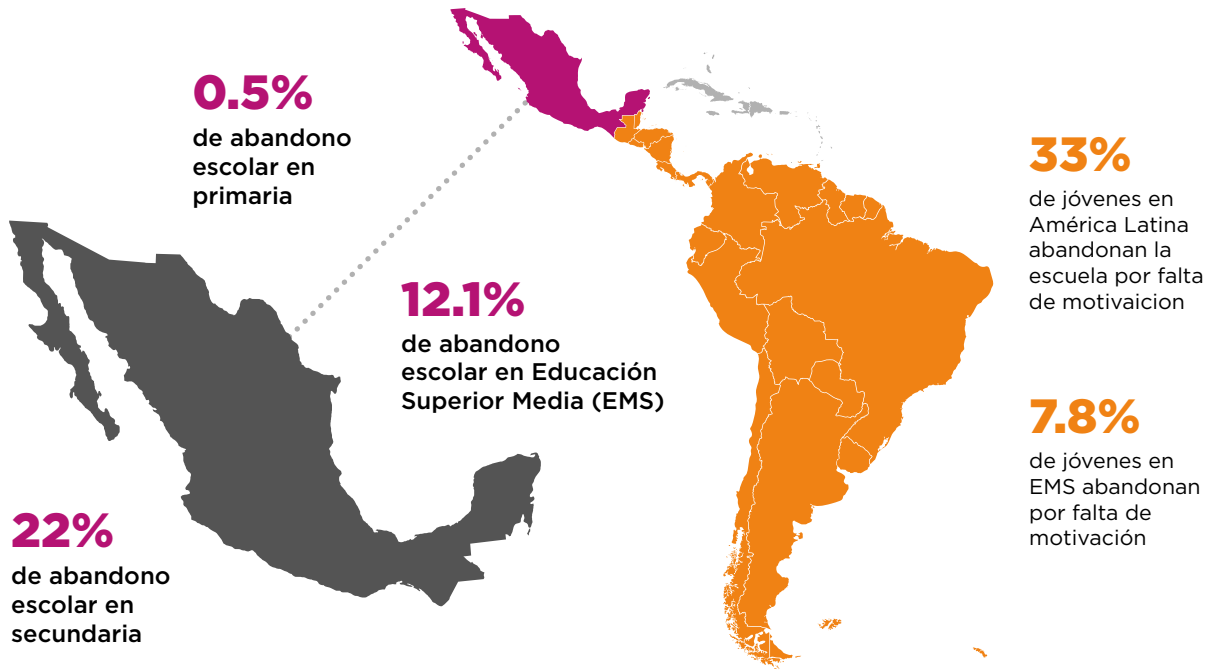
En Sinaloa, la tasa de deserción es de 9,1% en la EMS. En el caso específico de los planteles que conformaron la muestra, la tasa promedio de deserción es del 10,79% (gráfico 1). En el ciclo escolar durante el cual se realizaron las evaluaciones (2016-2017), Sinaloa contaba con un total de 132. 680 estudiantes en la EMS (Secretaría de Educación Pública, 2017).

CÓMO ABRIR ESPACIOS PARA EL APRENDIZAJE CIENTÍFICO

Dado que solo el 22% de escuelas en América Latina cuenta con los laboratorios e instrumentos necesarios para acoger la metodología e indagación científica anteriormente descrita, cabe preguntarse si esa carencia es determinante del bajo rendimiento y escaso interés que los estudiantes muestran.

En la actualidad, la mayoría de los alumnos suele tomar las materias relacionadas con las ciencias de manera teórica, sin adquirir y/o aplicar las competencias que exige la metodología científica como son el pensamiento crítico, la

Gráfico 1 / Tasas y factores de deserción del estado de Sinaloa vis a vis México y América Latina



Fuente: Elaboración propia con base en datos del reporte de evaluación de impacto de Lab4U sobre los aprendizajes y las actitudes de alumnos de EMS en Sinaloa, México elaborado por EASE (Estrategias de Acompañamiento y Servicios Educativos).

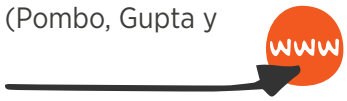
creatividad y la colaboración de pares.

Al comparar las habilidades requeridas en el modelo de la escuela del siglo XX versus las del siglo XXI, se evidencia últimamente una tendencia a pasar del aprendizaje de conceptos y procedimientos básicos a la formulación de hipótesis y a la indagación científica. Esto genera una gama de posibilidades cuyas aplicaciones van más allá del contenido teórico de las ciencias y sitúan al estudiante en el mundo real.

En el gráfico 2 se busca contrastar y resaltar la importancia de la alfabetización científica aplicada en el modelo educativo requerido en siglo XXI (Scalon, 2004).

ALFABETISMO DIGITAL COMO PUERTA DE ENTRADA AL MERCADO LABORAL

El cambio hacia un enfoque educativo orientado a la formación de competencias promete preparar a los estudiantes para un futuro laboral incierto. Se prevé que para 2030, más de la mitad de los jóvenes del mundo habrá alcanzado la edad adulta sin las habilidades necesarias para prosperar en el trabajo y en la vida (Pombo, Gupta y Stankovic, 2018).



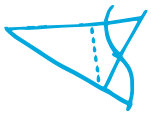
Tan solo en México, se estima que la automatización transformará y/o remplazará 9,8 millones de empleos. Agréguese a esto una situación como la actual en la que un 42% de las empresas tiene dificultades para contratar personal, pues muchos de los conocimientos que se imparten en las escuelas no preparan adecuadamente a los individuos para entrar al mercado laboral (Martinho-Truswell, 2018).

Aunque existen programas de apoyo a la formación de competencias emergentes necesarias para la cuarta revolución industrial

Gráfico 2 / Modelos de enseñanza de ciencias del siglo XX y del siglo XXI

Modelo del siglo XX (habilidades requeridas en las ciencias)	Modelo del siglo XXI (habilidades requeridas en las ciencias)
Cubre las disciplinas básicas: física, química, biología	Busca que se entienda cómo funciona el mundo
Cubre definiciones clave, fórmulas y conceptos	Busca formar capacidades para formular y probar hipótesis científicas
Familiariza al estudiante con los procedimientos básicos de laboratorio	Busca formar capacidades para hacer preguntas agudas y diseñar experimentos
	Busca que se construyan cosas basadas en principios científicos
	Busca que se apliquen principios en todas las disciplinas
	Busca que se desarrolle la creatividad científica

Fuente: Elaboración propia con base en Scalon (2004)



y a la inclusión digital de la población mexicana (cuadro 1), estos no se ocupan directamente de la población estudiantil con el perfil que se eligió para el proyecto piloto que se describe en la siguiente sección. Se trata entonces de abrir un nuevo espacio de inversión y exploración para la inclusión digital.

Cuadro 1 / Programas de inclusión digital en México

Programa	Propósito	Población
@prende 2.0	Promoción de habilidades digitales y pensamiento computacional	25 millones de estudiantes en la educación básica 1,5 millones de docentes
MéxicoX	Plataforma en línea de cursos gratuitos	Abierto al público: dos millones de suscriptores actuales
Código X	Promoción de inclusión de niñas y mujeres en el área de ICT	Niñas y mujeres mexicanas
Mujer Migrante	Portal para facilitar el flujo de información sobre familiares fuera del país. Incluye cursos sobre E-Commerce	Mujeres migrantes actualmente fuera de México
Industrial Innovation Centers (IIC)	Bajo la tutela del Ministerio de Economía, busca apoyar en la adopción y desarrollo de las nuevas tecnologías según las necesidades de cada industria y del mercado laboral	17 centros en todo el país

Fuente: Towards an AI strategy in Mexico: Harnessing the AI revolution de Oxford Insights

2

EL PROYECTO PILOTO

Con estos antecedentes, en el proyecto piloto que se llevó a cabo en Sinaloa los esfuerzos se centraron en los estudiantes de la EMS en sus dos vertientes: bachillerato general y bachillerato tecnológico[2]. Aquí se consideran las oportunidades que brinda la enseñanza científica y la posibilidad de que este aprendizaje pueda conducir a una transición fácil hacia las competencias del siglo XXI. Asimismo, la tecnología diseñada por Lab4U, a través del uso de la aplicación móvil Lab4Physics, ofrece una estrategia integral que permite reducir radicalmente los costos que implica tener laboratorios de ciencias en cada escuela, sumados al del acompañamiento del contenido educativo en cada experimento de física que involucra a estudiantes y docentes.

DISEÑO Y METODOLOGÍA

La teoría de cambio detrás de la intervención sugiere que si se capacita a los profesores de física y los estudiantes utilizan Lab4Physics, estos últimos lograrán experimentar los contenidos, con lo cual aumentará su motivación y mejorarán sus resultados académicos. Los objetivos principales del piloto son dos: **(1) fomentar la enseñanza de la física y el interés en el contenido educativo por medio de la tecnología innovadora de Lab4Physics**, y **(2) capacitar a los docentes de física en una metodología que fomente el aprendizaje perdurable y la motivación hacia el conocimiento de la materia por parte de sus alumnos**.

En Lab4Physics convergen dos elementos innovadores cuyo potencial promete modificar tanto el rendimiento escolar como la percepción que los estudiantes tienen sobre la pertinencia y la relevancia de los contenidos educativos, y sus actitudes hacia ellos.

El primer elemento es su enfoque en el aprendizaje de la física, que forma parte de las áreas del conocimiento relacionadas con las ciencias, la tecnología, las ingenierías y las matemáticas (STEM por sus siglas en inglés). El segundo elemento innovador de Lab4Physics es el uso que hace de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para atraer a los jóvenes y hacer más relevante la experiencia de aprendizaje para ellos.

En este estudio se utilizó un método de muestreo por conglomerados dado que la intervención se realizó a nivel de escuela, aunque el impacto se midió de manera individualizada para cada estudiante (EASE, 2018). Tal intervención consistió en exponer a un grupo de estudiantes del estado de Sinaloa pertenecientes al tercer semestre de EMS –seleccionados aleatoriamente- a 10 experimentos de física de Lab4Physics.

2

Si bien originalmente los bachilleratos tecnológicos marcaban un trayecto directo hacia la vida laboral, hoy en día la principal diferencia entre los dos subsistemas es que el primero se encuentra adscrito directamente a la autoridad educativa del Estado de Sinaloa, mientras que el segundo depende de autoridades federales con sede en la Ciudad de México.

ADAPTACIÓN DEL PRODUCTO

El software móvil diseñado para Lab4Physics permite a los docentes utilizar teléfonos inteligentes y/o tabletas como instrumentos de laboratorio, con lo cual brindan a sus estudiantes la posibilidad de experimentar y desarrollar nuevas habilidades. No obstante, el experimento en Sinaloa exigió algunas adaptaciones en términos de currículo y del contexto local (gráfico 4).

Alineamiento curricular

Se diseñó un módulo especial denominado Física I México, el cual consta de 10 experimentos en las áreas generales de aprendizaje de movimiento y fuerza. Dichos experimentos están alineados con la malla curricular de Física I del bachillerato general y del bachillerato tecnológico impartidos en el segundo año de EMS, según el currículo de la Secretaría de Educación Pública (SEP) de México (CEES, 2018).

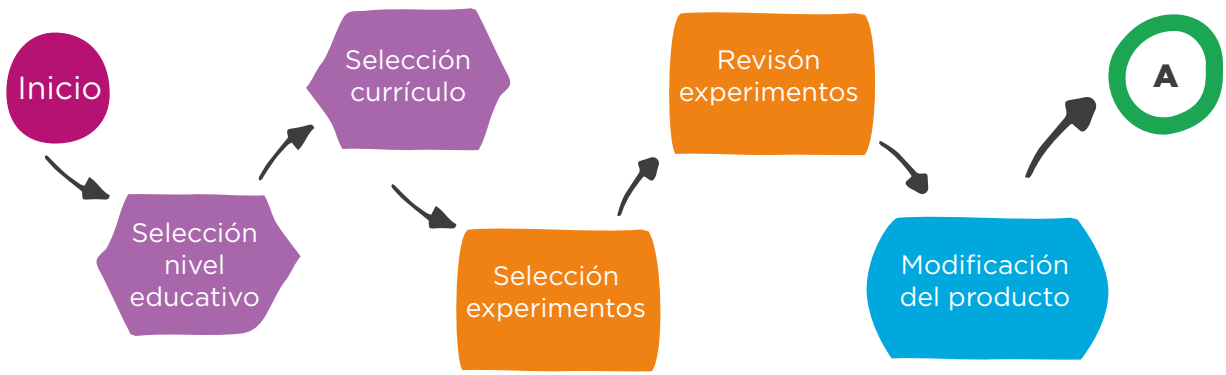
Adaptación al contexto local

Para la hacer esta adaptación se contó con la participación de un grupo de docentes de física seleccionados por la Secretaría de Educación del Estado de Sinaloa, cuya labor consistió en asegurar que los contenidos, el enfoque, el lenguaje y la aproximación pedagógica fueran adecuados para el estudiantado.

Con esta información, el equipo de Lab4U desarrolló un módulo adaptado para México integrado por 10 experimentos previamente seleccionados. Dentro de Lab4Physics, el formato de presentación e instrucciones para cada uno de los experimentos consta de cuatro pasos principales: **(1)** descripción del montaje experimental, **(2)** definición de roles requeridos para el experimento, **(3)** indicaciones para la realización de mediciones, y **(4)** análisis final.

Cada paso se describe detalladamente dentro de Lab4Physics, y el docente cuenta con elementos adicionales en las instrucciones, entre ellos una guía sobre las preguntas o dudas que puedan surgir al realizar los experimentos, las líneas de discusión de pares y los resultados esperados por experimento. Es importante destacar que tanto los contenidos como el lenguaje de estas herramientas fueron adaptados para ser usados con la población específica que participó en la implementación (EASE, 2018).

Gráfico 4 / Proceso de adaptación y modificación de Lab4Physiscs para Sinaloa



Fuente: Evaluación de procesos elaborada CEES (Centro de Estudios Educativos y Sociales de México)

UNIDAD DE ANÁLISIS

La muestra del piloto se configuró con estudiantes de dos subsistemas: los de los Colegios de Bachilleres del Estado de Sinaloa (COBAES), en el semestre agosto-diciembre de 2017, y los de los bachilleratos tecnológicos del mismo estado, durante el semestre de enero-mayo de 2018. Las escuelas seleccionadas pertenecen a tres municipios: Los Mochis, Mazatlán y Culiacán. La selección de planteles del subsistema COBAES fue realizada por el Centro de Estudios Educativos y Sociales de México (CEES) para asegurar que estos estuvieran ubicados en localidades con un mínimo de cinco mil habitantes.

Una vez definido el universo de planteles, se les asignó aleatoriamente el estatus de tratamiento y control. Posteriormente, el equipo del CEES realizó pruebas de balance a nivel de plantel para verificar que los grupos de control y tratamiento fueran estadísticamente equivalentes.

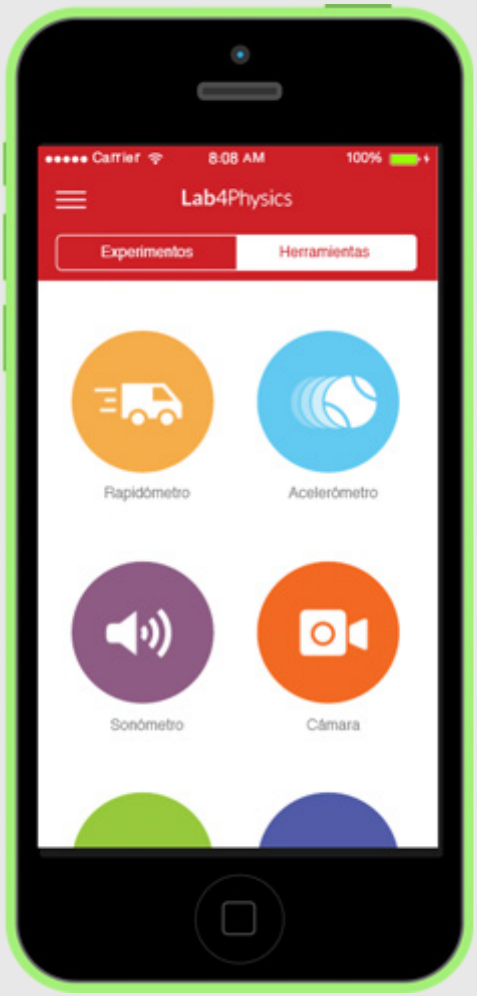
Cuadro 2 / Distribución de planteles realizada por el CEES por municipio y grupo muestral

Municipio	Número de escuelas	Control	Tratamiento
Los Mochis	17	7	10
Mazaltán	9	2	7
Culiacán	20	10	10

Fuente: Evaluación de procesos elaborada CEES (Centro de Estudios Educativos y Sociales de México)

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

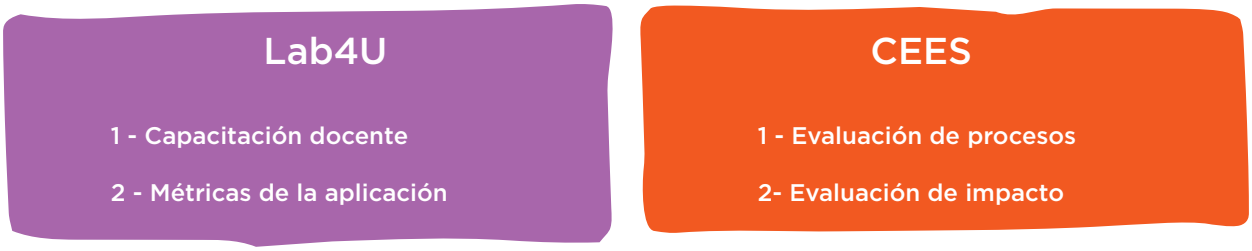
Tanto el equipo operativo de Lab4U como el de evaluación del CEES dedicaron sus esfuerzos a la observación y análisis cualitativo y cuantitativo del proyecto piloto. A continuación, se describen los instrumentos de medición empleados por cada uno de ellos.



Lab4Physics es una aplicación para celulares y ayuda a realizar experimentos de física. El desarrollo de sensores especiales permiten captar sensibilidad, movimiento, fuerza, luz y sonido.

Descarga la aplicación con el siguiente código QR.

Infografía/ Resumen y comparación de los intrumentos de medición



Fuente: Elaboración propia con base a los resultados de la evaluación de procesos elaborada CEES (Centro de Estudios Educativos y Sociales de México)

LAB4U: CAPACITACIÓN DOCENTE Y MÉTRICAS DE LA APLICACIÓN

La primera actividad operativa realizada por el equipo de Lab4U se enfoca en la capacitación docente. Se realizaron dos jornadas presenciales a las cuales asistieron 80 profesores de física y sus colaboradores. En ellas se invitó a todos los maestros de las escuelas del grupo de tratamiento a participar en un proceso que abarcó el uso de la herramienta y la explicación detallada de cada experimento, lo cual se acompañó con información sobre los materiales a utilizar, el periodo y las condiciones de instrumentación, y los resultados esperados en el aula.

Cada sesión de capacitación tuvo una duración aproximada de seis horas durante las cuales se explicó la herramienta; se presentaron los 10 experimentos a realizar (de los cuales se hicieron al menos cuatro durante la capacitación a cargo de equipos conformados por los docentes); se introdujo el manual del profesor realizado por Lab4U; se identificaron los puntos importantes de cada experimento; y se asignó un tiempo de reflexión para proponer experimentos adicionales y fomentar el espíritu innovador en los maestros. En el gráfico 5 se muestra la línea de tiempo de la implementación del proyecto piloto y de la capacitación docente brindada por el equipo de Lab4U.

En cuanto a las métricas utilizadas para la aplicación Lab4U, estas incluyen la frecuencia y duración de cada experimento, así como el análisis de la interacción de cada usuario (docente o estudiante). Estas métricas, representadas en un tablero de control, sirven como estudio independiente de evaluación y también como corroboración de los resultados obtenidos por el grupo de evaluación de impacto del CEES.

Según el equipo de Lab4U, las métricas de uso arrojan datos sobre: (1) número y porcentaje total de estudiantes y maestros activos,

Gráfico 5 / Línea de tiempo de implementación del piloto y de la capacitación docente

Fuente: Reporte final de Lab4u en México (2018)

(2) porcentaje de usuarios activos por institución, (3) porcentaje de instituciones activas por mes, (4) número total de experimentos realizados por institución, (5) número de veces que se abre una herramienta, (6) número de veces que se abre un experimento, (7) número de eventos[3] en los cuales se guarda una medición, (8) número de eventos durante los cuales se finaliza un experimento, y (9) número total de eventos.

EVALUACIÓN DE PROCESOS Y DE IMPACTO

Para efectos del proyecto piloto, se consideró importante realizar una evaluación de procesos y una de impacto, lo cual estuvo a cargo del CEES. Dado que la intervención abarcó un semestre por modalidad escolar (Colegios de Bachilleres del Estado de Sinaloa-COBAES en el semestre agosto-diciembre de 2017 y en los bachilleratos tecnológicos durante el semestre de enero-mayo de 2018), se decidió realizar la evaluación de impacto con los COBAES, pues terminaban primero y eso permitía ganar tiempo.

La recolección de información para la medición de la evaluación de impacto se realizó en dos etapas: una línea de referencia (septiembre) y una línea de seguimiento (diciembre). En ambas etapas se encuestó a estudiantes y profesores. En el cuadro 3 se observa la estructura del cuestionario empleado por el CEES (EASE, 2018). La muestra se configuró con 4.868 estudiantes de quinto semestre de bachillerato COBAES, de los cuales 2.941 se asignaron al grupo de tratamiento y 1.927 al de control.

Cabe resaltar que la tasa promedio de pérdida[4] para el experimento fue de 31,37%. Este número es muy cercano a la tasa de deserción escolar sumada a la cantidad de estudiantes que se cambiaron de plantel que se registró en las

Cuadro 3 / Estructura del cuestionario aplicado por el CEES

Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4
• Datos generales del alumno, así como algunas variables socioeconímicas que serviran para el análisis de los resultados	• Recopila la opinión del alumno sobre la Física con 32 reactivos adaptados para la materia de Física del instrumento publicado por Palacios et al. (2014)	• Mide los conocimientos sobre los temas de Física que abordan los experimentos de Lab4U, considerando los aprendizajes y competencias esperadas según el currículo de la materia de Física. • 20 preguntas de opcion múltiple.	• Una primer pregunta para explorar si los alumnos han considerado una carrera en el área STEM: y otra para conocer su percepción sobre el porcentaje de teoría que generalmente contiene una sesión de materias como la Física.

Fuente: CEES (2018)

4
Refiere al promedio de estudiantes de la muestra total con los que CEES (a cargo de la evaluación) perdió contacto debido a que abandonaron sus estudios. La prueba se inició con 4.868 estudiantes, de los cuales solo quedaron 3.330.

3
Los eventos son interacciones del usuario con el contenido cuyo seguimiento se puede realizar de manera independiente a partir de una página web o una carga de pantalla. Las descargas, los clics en anuncios para móviles, los dispositivos, los elementos Flash, los elementos insertados AJAX y las reproducciones de vídeo son todos ejemplos de acciones a las que se les puede realizar un seguimiento en calidad de eventos.

cifras oficiales correspondiente al ciclo escolar 2017-2018 para las tres ciudades en que se realizó el piloto. En términos de la evaluacióbn, lo más relevante de este resultado es que la deserción escolar fue muy similar en el grupo de tratamiento y en el de control, lo cual sugiere que la implementación del piloto no tuvo que ver en las causas del abandono escolar de los alumnos.

INDICADORES DE IMPACTO

¿Puede la motivación cumplir un papel fundamental en la decisión de abandonar la escuela en secundaria? La incorporación de la tecnología al currículo educativo busca fomentar el interés y la participación en un área que tradicionalmente suele tener poca receptividad y atractivo entre los estudiantes.

Por lo tanto, las variables empleadas para evaluar el impacto de la implementación del proyecto piloto se clasifican en tres categorías: **(1)** autoconcepto (actitudes)[5] hacia la física, **(2)** conocimiento de esta materia, y **(3)** interés de los alumnos de estudiar una carrera del área STEM. En la siguiente sección se sintetizan los resultados del piloto para cada una de estas variables y se presentan las conclusiones que de ello se derivan.

5
Este término refiere a la percepción que el estudiante tiene de sí mismo como hábil y capaz para el estudio de la física.

3

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Las conclusiones que se presentan en esta sección surgen de los resultados obtenidos en dos instancias: los primeros provienen de la evaluación de impacto realizada por el CEES, mientras que en los segundos se originan en las observaciones y externalidades que surgieron durante la implementación del piloto.

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO

Como se indicó anteriormente, la evaluación de impacto realizada por el CEES abarcó a los estudiantes del semestre de bachillerato COBAES transcurrido entre septiembre y diciembre del 2017.

Para determinar el impacto de Lab4Physics en los estudiantes se hizo una comparación diferencial que reúne datos recolectados al inicio y al final del piloto. Se compararon los resultados de impacto para las tres variables seleccionadas **(actitudes/disposición hacia la física, desempeño en esa materia e interés en STEM)**, primero entre el grupo de estudiantes del mismo grado escolar que no participó en el piloto (grupo de control) y el que sí estuvo expuesto a este (grupo de tratamiento), y segundo entre la muestra total de estudiantes analizada y los estudiantes pertenecientes el grupo de tratamiento que realizaron más de tres experimentos. Los resultados se presentan a continuación de manera que reflejen el impacto del experimento en cada variable.

Mejora en la actitud/disposición de los estudiantes hacia la física

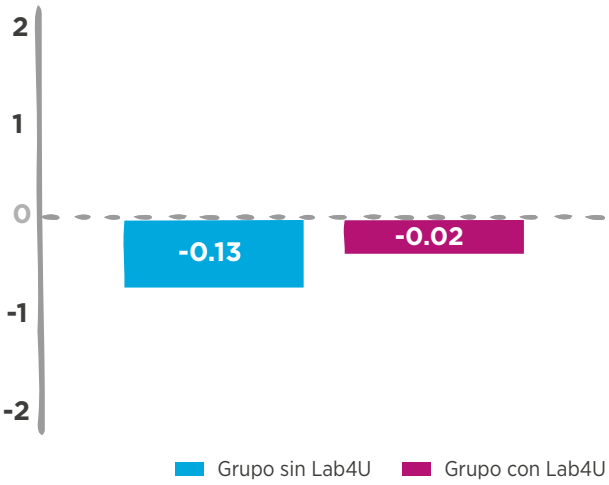
La escala empleada busca medir el autoconcepto. Aquí los encuestados expresan su grado de acuerdo sobre cuatro preguntas referentes a la percepción que el estudiante tiene de sí mismo como hábil y capaz para el estudio de la física.

Para mayor detalle sobre los efectos de este ensayo controlado aleatorio se sugiere revisar las tablas en la sección de *Anexos*.

Ver anexos

Al comparar esta variable entre el grupo de tratamiento y el grupo control se encontró un aumento de 0,11 puntos en el autoconcepto de los estudiantes expuestos a Lab4U (gráfico 6).

Gráfico 6 / Diferencia* en el autoconcepto entre los estudiantes expuestos y los no expuestos a Lab4U

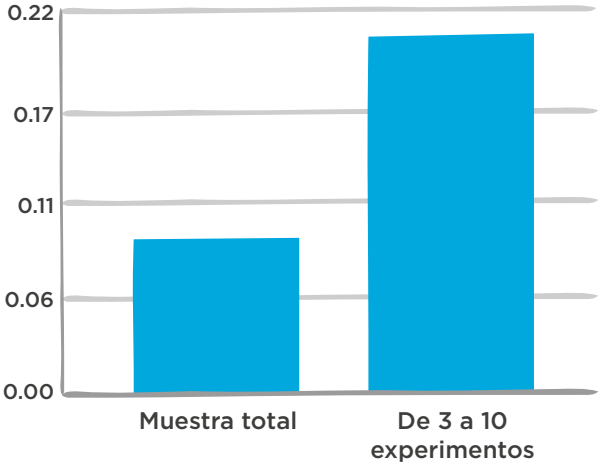


*Esta es la diferencia entre los resultados obtenidos al inicio y al final del proyecto piloto.

Fuente: elaboración propia con base en datos del reporte de evaluación de impacto de Lab4U sobre los aprendizajes y las actitudes de alumnos de EMS en Sinaloa, México elaborado por EASE (Estrategias de Acompañamiento y Servicios Educativos).

Al comparar esta variable entre ambos grupos se encontró que los estudiantes pertenecientes al grupo de tratamiento obtuvieron mejores resultados (un aumento de 0,8 puntos) en el autoconcepto.

Gráfico 7 / Diferencia en el autoconcepto entre los estudiantes expuestos a tres o más experimentos versus la muestra total



Fuente: Elaboración propia con base en datos del reporte de evaluación de impacto de Lab4U sobre los aprendizajes y las actitudes de alumnos de EMS en Sinaloa, México elaborado por EASE (Estrategias de Acompañamiento y Servicios Educativos).

Mejor desempeño en el área de conocimiento cubierta

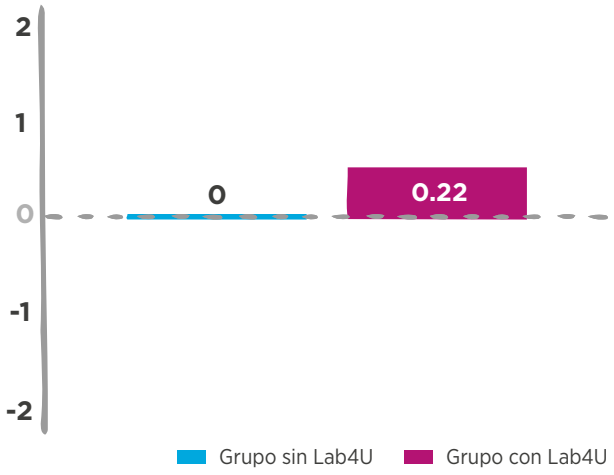
El conocimiento de física se midió a través de 20 preguntas sobre los contenidos que cubren los experimentos de la intervención.

Al comparar esta variable entre el grupo de tratamiento y en el grupo control se encontró un aumento 0,22 puntos en el conocimiento de física entre los alumnos del primer grupo, atribuibles al uso de Lab4U. Los alumnos del grupo de control no registraron cambios durante el período de análisis.

Gráfico 6: Lo presentado son cálculos realizados con diferencias de medias, para complementar el análisis de los efectos se sugiere revisar las regresiones presentadas en la tabla A1 anexada a este documento. *Ver anexo*

Gráfico 7: Lo presentado son cálculos realizados con diferencias de medias, para complementar el análisis de los efectos se sugiere revisar las regresiones presentadas en las tablas A2 y A3 anexadas a este documento. *Ver anexo*

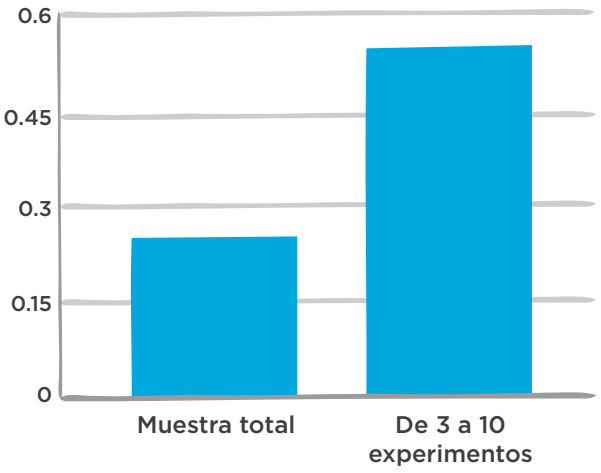
Gráfico 8 / Diferencia en el desempeño en el área de conocimiento cubierta entre los estudiantes expuestos y los no expuestos a Lab4U



*Esta es la diferencia entre los resultados obtenidos al inicio y al final del proyecto piloto.

Fuente: Elaboración propia con base en datos del reporte de evaluación de impacto de Lab4U sobre los aprendizajes y las actitudes de alumnos de EMS en Sinaloa, México elaborado por EASE (Estrategias de Acompañamiento y Servicios Educativos).

Gráfico 9 / Diferencia en el desempeño en el área de conocimiento cubierta entre los estudiantes expuestos a tres o más experimentos versus la muestra total



Fuente: Elaboración propia con base en datos del reporte de evaluación de impacto de Lab4U sobre los aprendizajes y las actitudes de alumnos de EMS en Sinaloa, México elaborado por EASE (Estrategias de Acompañamiento y Servicios Educativos).

Al igual que para la primera variable de impacto, se añadió una comparación adicional con el grupo de tratamiento que realizó más de tres experimentos en Lab4Physics. Al comparar esta variable entre ambos grupos se encontró que los estudiantes pertenecientes al grupo de tratamiento que realizó o fue expuesto a más de tres experimentos obtuvo mejores resultados (un aumento de 0,6 puntos) en su conocimiento de física, atribuibles al uso de la herramienta de Lab4U.

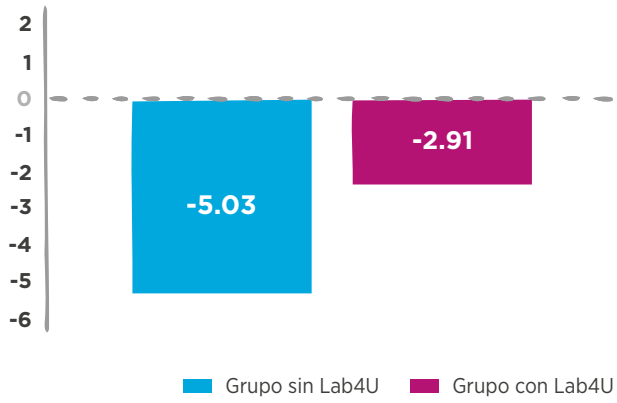
Aumento del número de estudiantes interesados en una carrera del área STEM

Este interés se registró mediante un reactivo en la encuesta de línea de referencia y de seguimiento. Al comparar esta variable entre el grupo de tratamiento y el de control se encontró una diferencia de 2,12 puntos en el interés por estudiar una carrera afín al área de STEM entre los alumnos que utilizaron Lab4U.

Gráfico 8: Lo presentado son cálculos realizados con diferencias de medias, para complementar el análisis de los efectos se sugiere revisar las regresiones presentadas en la tabla A4 anexada a este documento. *Ver anexo*

Gráfico 9: Lo presentado son cálculos realizados con diferencias de medias, para complementar el análisis de los efectos se sugiere revisar las regresiones presentadas en las tablas A5 y A6 anexadas a este documento. *Ver anexo*

Gráfico 10 / Diferencia en el grado de interés expresado en una carrera STEM entre los estudiantes expuestos y los no expuestos a Lab4U

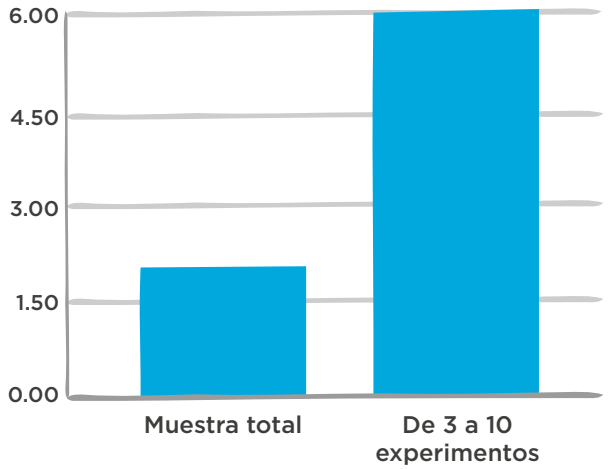


*Esta es la diferencia entre los resultados obtenidos al inicio y al final del proyecto piloto.

Fuente: Elaboración propia con base en datos del reporte de evaluación de impacto de Lab4U sobre los aprendizajes y las actitudes de alumnos de EMS en Sinaloa, México elaborado por EASE (Estrategias de Acompañamiento y Servicios Educativos).

De igual manera, al comparar esta variable entre ambos grupos se encontró que los estudiantes pertenecientes al grupo de tratamiento que realizó o fue expuesto a más de tres experimentos obtuvieron un mayor puntaje (un aumento de 3,86 puntos) en el grado de interés por estudiar una carrera en el área de STEM.

Gráfico 11 / Diferencia en el grado de interés expresado en una carrera STEM por los estudiantes expuestos a tres o más experimentos versus la muestra total



Fuente: Elaboración propia con base en datos del reporte de evaluación de impacto de Lab4U sobre los aprendizajes y las actitudes de alumnos de EMS en Sinaloa, México elaborado por EASE (Estrategias de Acompañamiento y Servicios Educativos).

Gráfico 10: Lo presentado son cálculos realizados con diferencias de medias, para complementar el análisis de los efectos se sugiere revisar las regresiones presentadas en la tabla A7 anexada a este documento. *Ver anexo*

Gráfico 11: Lo presentado son cálculos realizados con diferencias de medias, para complementar el análisis de los efectos se sugiere revisar las regresiones presentadas en las tablas A8 y A9 anexadas a este documento. *Ver anexo*

A partir de la interacción de los estudiantes de bachillerato COBAES con la aplicación móvil de Lab4Physics durante tres meses, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. El grupo de estudiantes expuesto a Lab4Physics (tratamiento) exhibe un aumento en cada variable de impacto en comparación con el grupo de estudiantes que no recibió la intervención.

2. Una exposición prolongada (más de tres experimentos) al uso de Lab4Physics en el aula muestra resultados incrementales y positivos en comparación con un uso limitado de la aplicación móvil. Esto se concluye tras comparar los resultados de estudiantes en el grupo tratamiento que fueron expuestos a más de tres experimentos durante el semestre escolar evaluado.

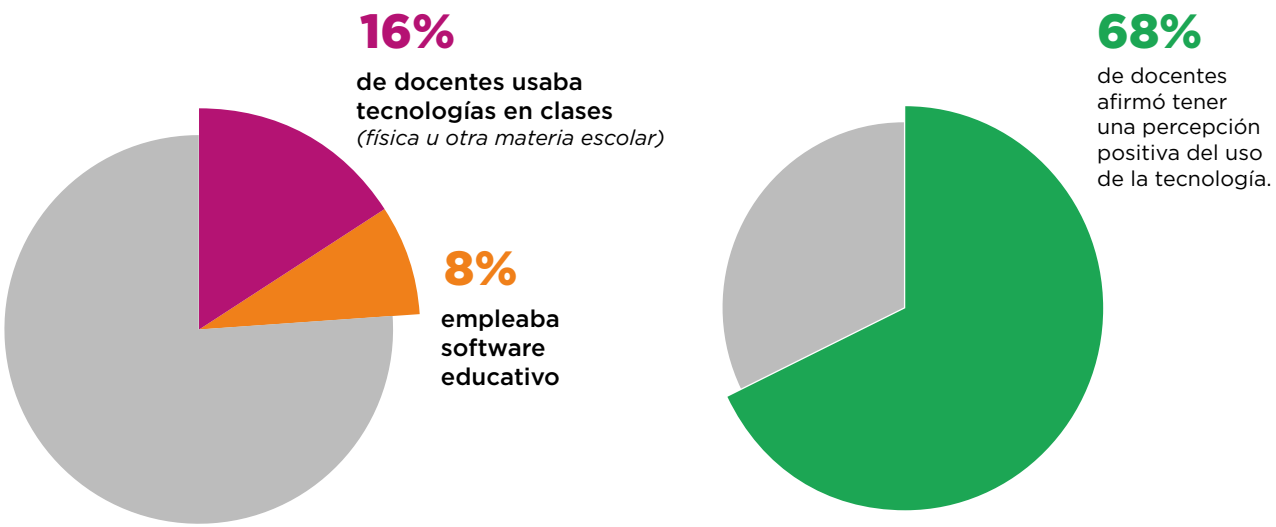
3. Lab4U, a través de la aplicación Lab4Physics, logra aumentar el rendimiento académico en física a través de la mejora en el autoconcepto sobre el conocimiento de la materia.

4. Lab4U, a través de aplicación Lab4Physics, logró aumentar el interés de sus usuarios en cuanto a la posibilidad de estudiar una carrera en el área de STEM.

OBSERVACIONES Y EXTERNALIDADES

Se pudo observar el desarrollo de alianzas participativas entre docentes y las autoridades educativas, y/o del equipo de Lab4U con los estudiantes durante la intervención.
El aprendizaje mutuo que resultó de esta comunidad de práctica en crecimiento --entre los docentes de distintas escuelas y ciudades de Sinaloa-- y la capacitación y soporte del equipo de Lab4U (presencial o en línea) fue crucial para generar un cambio de percepción por parte de los maestros en cuanto a dos temas puntuales: el uso general de la

Gráfico 12 / Perspectiva de los docentes sobre la tecnología antes y después acompañado del número de docentes que participaron en las capacitaciones



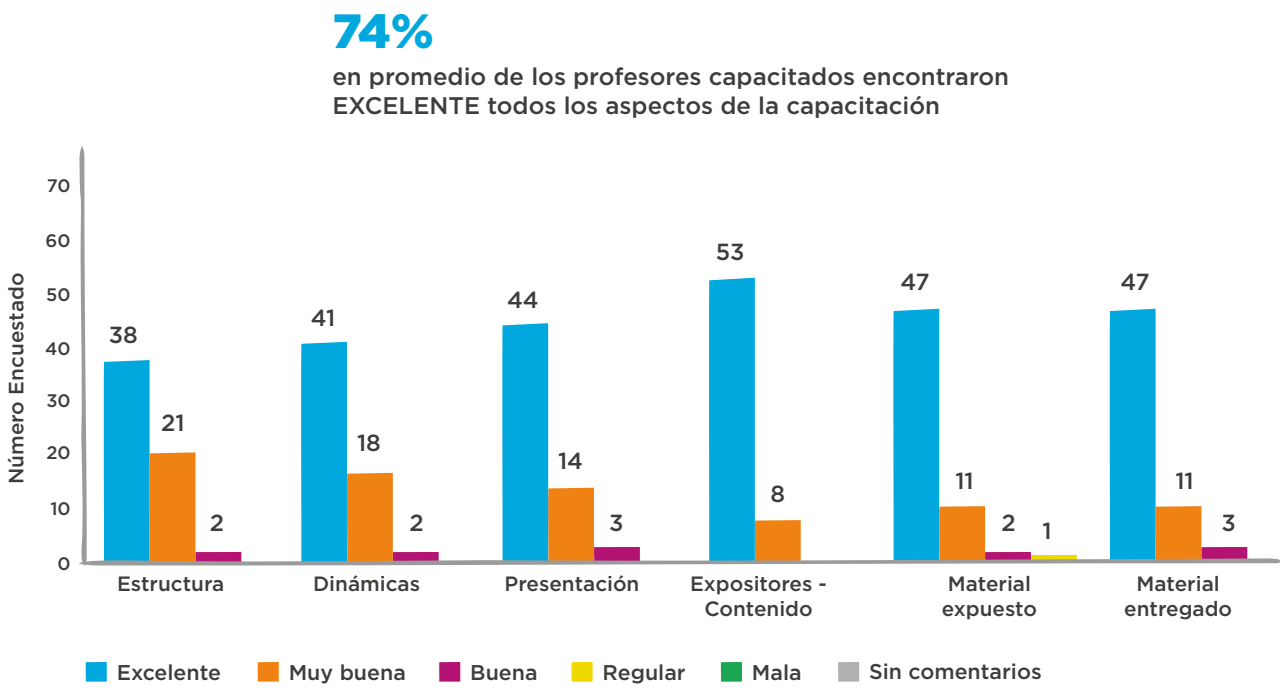
Fuente: Preparado con base en el informe de jornada de perfeccionamiento de Lab4U.

tecnología en el aula y la percepción positiva de usar Lab4U como apoyo en las clases de física.

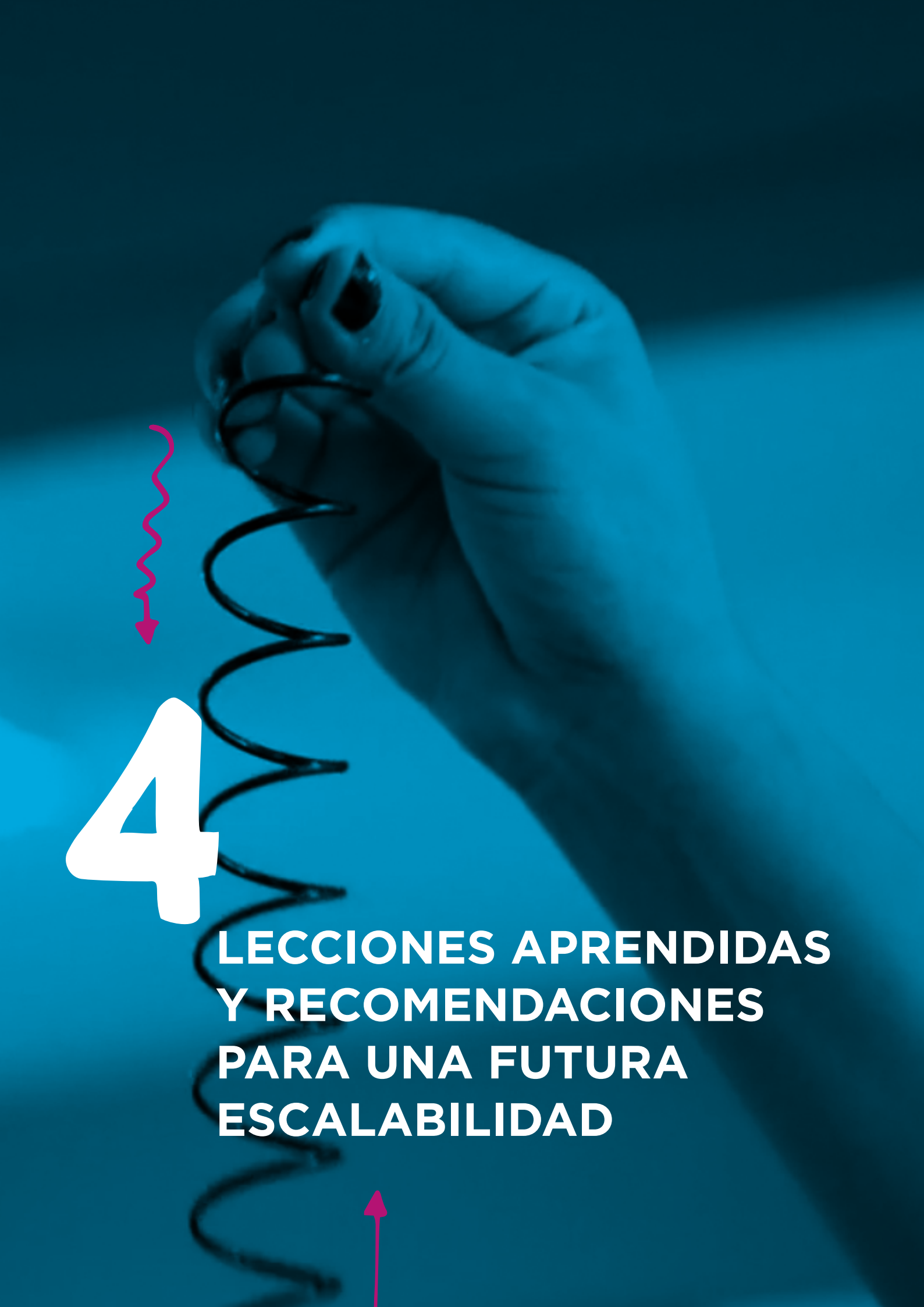
Las encuestas realizadas por el equipo del CEES muestran que, previamente a la intervención, el 16% de docentes usaba tecnología en clases (de física u otra materia escolar) y solo el 8% empleaba software educativo. Las encuestas de seguimiento realizadas durante la intervención muestran que, después del piloto, el 68% de docentes afirmó tener una percepción positiva del uso de la tecnología.

De igual manera, la encuesta de seguimiento realizada tras la finalización de la capacitación presencial a los docentes mostró que el 74% de los entrenados en Lab4U calificó como excelentes los varios aspectos de la capacitación.

Gráfico 13 / Percepción de los docentes sobre la capacitación que se les impartió en Lab4U

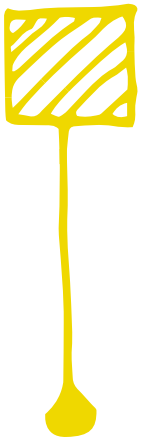


Fuente: Preparado con base en el informe de jornada de perfeccionamiento de Lab4U.



4

LECCIONES APRENDIDAS Y RECOMENDACIONES PARA UNA FUTURA ESCALABILIDAD



En esta sección se resumen las lecciones aprendidas y las recomendaciones que surgen de la evaluación de la intervención en torno a cinco temas a tener en cuenta cuando se consideren futuros proyectos pilotos parecidos a este y su escalabilidad: (1) brecha tecnológica, (2) capacitación docente, (3) fortalecimiento del microsistema educativo, y (4) exposición a los experimentos de Labs4Physics.

1 Brecha tecnológica. Si bien es cierto que la penetración de internet y de teléfonos móviles en América Latina sigue aumentando de manera exponencial, y que se estima que para el año 2020 el 71% de la población en la región tendrá teléfonos inteligentes (un aumento de 12% desde 2017) (GSMA, 2017), en este piloto el acceso a internet por parte de los estudiantes para un fácil uso de la aplicación varió. Cabe mencionar también que aunque la mayoría de los alumnos tenía acceso a teléfonos inteligentes, la conectividad y el espacio de memoria en sus teléfonos para instalar este tipo de aplicaciones eran limitados.

Lab4U presentó dos estrategias acertadas para mantener la participación de sus usuarios: trabajar en equipos de dos o tres estudiantes y desarrollar la aplicación con una modalidad fuera de línea. Esta última estrategia sirvió para que los estudiantes hicieran uso de la tecnología sin necesidad de conexión a internet.

De todas maneras, la conectividad a internet es esencial para descargar la aplicación, por lo que se recomienda facilitar espacios dentro de las escuelas que reciban la intervención para que los alumnos puedan descargar fácilmente la tecnología en sus celulares. Esto se puede realizar de distintas maneras, ya sea compartiendo la red escolar con los estudiantes durante el inicio de la intervención o a través de alianzas estratégicas con empresas de tecnología y red móvil.

2 Capacitación docente. El perfil de los docentes, al igual que el de los estudiantes, era diverso. Sin embargo, a diferencia de los estudiantes no todos los maestros estaban familiarizados con la tecnología. Esto se compensó con la planificación de las sesiones de capacitación y el diseño de una jornada de perfeccionamiento realizada a mediados

del semestre para reforzar las competencias digitales de los profesores y resolver dudas de contenido.

Cabe resaltar que el éxito de estas capacitaciones se debió al fortalecimiento y seguimiento de habilidades por parte del equipo de Lab4U y al apoyo de las autoridades educativas de Sinaloa, quienes remuneraron a los docente por las horas de adiestramiento y entendieron la importancia de brindar este espacio de aprendizaje para fomentar la viabilidad y continuidad del piloto.

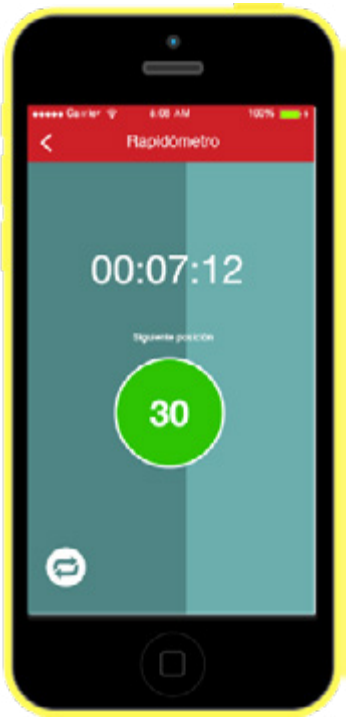
En lo que respecta a la escalabilidad de este esfuerzo, se recomienda realizar un mapeo de las capacidades digitales de los docentes. Esto podría ofrecer una panorámica de las oportunidades de crecimiento y capacitación de los maestros, para luego promover comunidades de práctica y colaboración que produzcan motivación con respecto al uso de tecnología en la enseñanza del alumno. Para los educadores, el verdadero desafío consiste en ir más allá de concebir la informática como una herramienta o como un conjunto de “plataformas educativas dotadas de tecnología informática”. Deben más bien centrarse en cómo fortalecer las habilidades y la confianza de los estudiantes para sobresalir tanto en línea como en la vida real en un mundo en que los medios digitales son omnipresentes (Pombo, Gupta y Stankovic, 2018).

Cuando los docentes colaboran, discuten y comparten las formas de satisfacer mejor las necesidades de estudiantes que tienen cosas en común (como el grado que cursan o un cierto nivel de capacidad). De este modo pueden crear estrategias que ayuden a cada maestro a ser tan efectivo como sea posible para mejorar la instrucción. El trabajo en equipo entre ellos eleva la calidad y la efectividad de la formación al brindar varios puntos de vista profesionales y alentar el diálogo y la discusión (Wagner, 2012).

3 Fortalecimiento del microsistema educativo. Aquí se discuten las oportunidades de colaboración entre los distintos agentes que influyen en el estudiantado: los docentes, las autoridades educativas, los pares, la comunidad y la familia. El rendimiento estudiantil aumenta cuando mejora el ambiente de la enseñanza. Las percepciones del entorno educativo

por parte del alumno son importantes. En tal sentido, las escuelas deben aprovechar las pasiones e intereses de los estudiantes, ayudarles a desarrollar habilidades críticas y ventajas que puedan ser decisivas en la vida, y encaminarlos por la senda de un progreso real que los lleve a ser exitosos (Wagner, 2015).

En lo que compete a las autoridades educativas, se pudo observar durante la intervención la importancia de su compromiso con el proyecto, lo cual condujo a su promoción entre directivos y docentes. Este factor fue crucial para motivar la asistencia y participación durante la implementación del piloto. El incluir a los docentes (operadores directos de la intervención) desde un principio permitió tener aliados en el terreno que fueran internalizando y compartiendo los beneficios del proyecto.



A futuro se debe procurar crear espacios escolares que fomenten el intercambio de aprendizajes obtenidos con el uso de la aplicación. Esto, en un contexto de escalabilidad, podría ocurrir de manera colectiva entre sus usuarios actuales y otros estudiantes (pares) cuya proximidad en la comunidad les permita tener un primer contacto con Lab4Physics, lo que eventualmente generaría un entusiasmo entre los usuarios potenciales que los lleve a solicitarla para sus propias escuelas.

4 Exposición a los experimentos de Lab4Physics. Es importante lograr que todos los usuarios realicen un número mínimo de experimentos para asegurar que obtengan una dosis mínima de la intervención. Los resultados centrales de la evaluación de impacto realizada por el CEES sugieren que cuando los participantes recibían una dosis relativamente alta (definida como una exposición a entre tres y diez experimentos), la intervención parecía haber tenido un impacto positivo y significativo

sobre las tres variables de impacto analizadas: el autoconcepto relativo a física, el rendimiento académico en esa materia, y el interés manifiesto en seguir una carrera del área STEM.

El número de experimentos terminados puede estar relacionado con la alineación entre la planificación del docente y la implementación del piloto; es probable que, en el caso de COBAES —sobre todo cuando se sumaron al proyecto los docentes—, ya se tuviera elaborado el plan de estudios para el ciclo escolar. Si se logra que el uso de Lab4Physics forme parte de las actividades contempladas en la planificación con el fin de reforzarlas, es más probable que los maestros adopten la iniciativa (EASE, 2018).

Estos cuatro elementos para la escalabilidad del piloto refuerzan los componentes clave del éxito actual de la intervención del BID y Lab4U en Sinaloa. Cabe insistir en la importancia de que la incorporación de la tecnología se acompañe siempre tanto del apoyo de los dirigentes educativos como de la capacitación de los docentes. Esto con el fin de asegurar su integración sólida a los planes de estudio y a las labores de enseñanza/aprendizaje de la física, en aras de preparar —por esa vía— a los estudiantes para que se vinculen a un mercado laboral cada vez más exigente.

REFERENCIAS

Bos, M.S., **Vegas, E.**, **Zoido, P. y Elias, A.**, 2015. PISA: *América Latina y Caribe -¿Cómo le fue a la región?* Washington, DC: BID.

Cabrol, M. y **Székely, M.**, 2012. *Educación para la transformación*. Washington, DC: BID.

CEES (Centro de Estudios Educativos y Sociales de México). 2018. *Evaluación de procesos*.

Duryea, S. y **Robles, M.**, 2017. *Pulso social en América Latina y el Caribe 2017: Legado familiar, ¿rompemos el molde o repetimos patrones?* Washington, DC: BID.

EASE (Estrategias de Acompañamiento y Servicios Educativos). 2018. *Reporte de evaluación de impacto de Lab4U sobre los aprendizajes y las actitudes de alumnos de EMS en Sinaloa, México*.

Graduate XXI. S.f.

Graduate XXI, 2017. Infografía: ¿Por qué abandonan la escuela los jóvenes en América Latina? Washington, DC: BID.

Group Spéciale Mobile Association (GSMA). 2017. *Economía móvil: América Latina y el Caribe.*

Martinho-Truswell, E., **et al**., 2018. *Towards an AI Strategy in Mexico*. Oxford Insights.

Pombo, C., **Gupta, R.** y **Stankovic, M.**, M. 2018. *Servicios sociales para ciudadanos digitales- Oportunidades para América Latina y el Caribe*. Washington, DC: BID.

Rivas, A. y **Delgado, L.**, 2017. *Escuelas innovadoras en América Latina- 30 redes que enseñan y aprenden*. Washington, DC: BID.

OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development). 2016. *Society at a Glance 2016: OECD Social Indicators*. OECD.

Scanlon, E., 2004. *Reconsidering Science Learning*. Psychology Press.

Secretaría de Economía, 2013. *Sinaloa: Información económica y estatal*.

Secretaría de Educación Pública de México, 2017. *5to informe de labores*.

Secretaría de Educación Pública de México, 2016. *4to informe de labores*.

Secretaría de Educación Pública de México, 2012. *Reporte de la Encuesta Nacional de Deserción en la Educación Media Superior.*

Wagner, L, 2012. T*he Power of Experience: Principals Talk about School Improvement*. Rowman & Littlefield Education.

Wagner, T, 2015. *Most Likely to Succeed: Preparing our Kids for the Innovation Era*. Scribner.

ANEXOS

Anexo 1: Regresiones – Autoconcepto respecto a la física (toda la muestra)

VARIABLES	(1) AUTOCONCEPTO	(2) AUTOCONCEPTO	(3) AUTOCONCEPTO	(4) AUTOCONCEPTO	(5) AUTOCONCEPTO
TRATAMIENTO	0.0869	0.0794	0.0700	0.0647	0.0715
	(0.0828)	(0.0724)	(0.0712)	(0.0739)	(0.0717)
AUTOCONCEPTO_LB		0.399***	0.398***	0.398***	0.399***
		(0.0197)	(0.0192)	(0.0193)	(0.0193)
LOS MOCHIS			-0.00618	-0.00644	-0.0116
			(0.0733)	(0.0730)	(0.0747)
CULIACÁN			-0.0297	-0.0252	-0.0243
			(0.0685)	(0.0703)	(0.0699)
TURNO 1				0.0994	0.101
				(0.0888)	(0.0876)
PISO DE TIERRA/ CEMENTO					-0.0264
					(0.0454)
Constant	7.014***	4.171***	4.194***	4.102***	4.103***
	(0.0707)	(0.152)	(0.138)	(0.133)	(0.133)
Observations	3,088	2,893	2,893	2,893	2,858
R-squared	0.001	0.157	0.157	0.157	0.158
Robust standard errors in parentheses					
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1					

Volver

Anexo 2: Regresiones – Autoconcepto hacia la física por intensidad del tratamiento

VARIABLES	1 a 10 exp AUTOCONCEPTO	2 a 10 exp AUTOCONCEPTO	3 a 10 exp AUTOCONCEPTO	4 a 10 exp AUTOCONCEPTO	5 a 10 exp AUTOCONCEPTO
TRATAMIENTO	0.157**	0.162**	0.171**	0.160**	0.166**
	(0.0748)	(0.0756)	(0.0732)	(0.0751)	(0.0751)
AUTOCONCEPTO_LB	0.428***	0.427***	0.426***	0.423***	0.428***
	(0.0225)	(0.0228)	(0.0231)	(0.0247)	(0.0260)
LOS MOCHIS	0.0431	0.0203	0.0103	0.0438	0.0661
	(0.0937)	(0.101)	(0.100)	(0.0908)	(0.100)
CULIACÁN	-0.0130	-0.0369	-0.0418	-6.81e-05	-0.00699
	(0.0810)	(0.0851)	(0.0893)	(0.0859)	(0.0965)
TURNO 1	0.0788	0.0765	0.0780	0.0875	0.0767
	(0.0901)	(0.0903)	(0.0903)	(0.0918)	(0.0924)
PISO DE TIERRA/ CEMENTO	0.0135	0.0102	0.00867	-0.00878	-0.00140
	(0.0537)	(0.0542)	(0.0535)	(0.0578)	(0.0589)
Constant	3.876***	3.908***	3.922***	3.907***	3.878***
	(0.156)	(0.158)	(0.164)	(0.175)	(0.190)
Observations	2,137	2,062	1,985	1,855	1,737
R-squared	0.178	0.175	0.176	0.168	0.171
Robust standard errors in parentheses					
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1					

Volver

Anexo 3: Regresiones – Autoconcepto hacia la física por intensidad del tratamiento (continuación)

VARIABLES	6 a 10 exp AUTOCONCEPTO	7 a 10 exp AUTOCONCEPTO	8 a 10 exp AUTOCONCEPTO	9 a 10 exp AUTOCONCEPTO	10 exp AUTOCONCEPTO
TRATAMIENTO	0.158**	0.187*	0.119	0.173	0.147
	(0.0779)	(0.0958)	(0.0989)	(0.108)	(0.108)
AUTOCONCEPTO_LB	0.432***	0.423***	0.421***	0.424***	0.439***
	(0.0259)	(0.0283)	(0.0287)	(0.0285)	(0.0263)
LOS MOCHIS	0.117	0.121	0.100	0.0987	0.0802
	(0.104)	(0.122)	(0.112)	(0.100)	(0.0904)
CULIACÁN	0.0111	0.0150	-0.0292	-0.0571	-0.0807
	(0.103)	(0.118)	(0.108)	(0.0988)	(0.0921)
TURNO 1	0.0691	0.0798	0.0670	0.0577	0.0480
	(0.0933)	(0.0983)	(0.0993)	(0.100)	(0.101)
PISO DE TIERRA/ CEMENTO	-0.0105	-0.00903	0.00515	-0.0150	-0.0123
	(0.0615)	(0.0670)	(0.0704)	(0.0745)	(0.0755)
Constant	3.829***	3.886***	3.935***	3.953***	3.870***
	(0.189)	(0.207)	(0.205)	(0.198)	(0.180)
Observations	1,633	1,489	1,397	1,329	1,313
R-squared	0.175	0.169	0.164	0.167	0.176
Robust standard errors in parentheses					
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1					

Volver

Anexo 4: Regresiones – Conocimiento de la física (toda la muestra)

VARIABLES	(1) CONOCIMIENTO	(2) CONOCIMIENTO	(3) CONOCIMIENTO	(4) CONOCIMIENTO	(5) CONOCIMIENTO
TRATAMIENTO	0.252	0.243	0.174	0.170	0.148
	(0.208)	(0.191)	(0.167)	(0.173)	(0.171)
CONOCIMIENTO_LB		0.274***	0.273***	0.272***	0.270***
		(0.0284)	(0.0288)	(0.0287)	(0.0281)
LOS MOCHIS			0.0567	0.0565	0.0440
			(0.227)	(0.227)	(0.225)
CULIACÁN			-0.170	-0.167	-0.184
			(0.166)	(0.171)	(0.167)
TURNO 1				0.0646	0.0725
				(0.213)	(0.209)
PISO DE TIERRA/ CEMENTO					0.0521
					(0.107)
Constant	7.475***	5.425***	5.530***	5.469***	5.489***
	(0.143)	(0.157)	(0.235)	(0.340)	(0.336)
Observations	3,330	3,330	3,330	3,330	3,278
R-squared	0.002	0.072	0.073	0.073	0.072
Robust standard errors in parentheses					
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1					

Volver

Anexo 5: Regresiones – Conocimiento de la física por intensidad del tratamiento

VARIABLES	1 a 10 exp CONOCIMIENTO	2 a 10 exp CONOCIMIENTO	3 a 10 exp CONOCIMIENTO	4 a 10 exp CONOCIMIENTO	5 a 10 exp CONOCIMIENTO
TRATAMIENTO	0.382**	0.432**	0.438**	0.485**	0.411**
	(0.183)	(0.195)	(0.197)	(0.201)	(0.202)
CONOCIMIENTO_LB	0.284***	0.281***	0.278***	0.280***	0.271***
	(0.0326)	(0.0333)	(0.0339)	(0.0354)	(0.0371)
MOCHIS	0.324	0.337	0.351	0.265	0.145
	(0.239)	(0.264)	(0.260)	(0.261)	(0.247)
CULIACÁN	0.0660	0.0416	0.0613	0.0580	0.0113
	(0.173)	(0.179)	(0.179)	(0.195)	(0.195)
TURNO 1	0.0784	0.0703	0.0749	0.0946	0.116
	(0.216)	(0.218)	(0.219)	(0.221)	(0.222)
PISO DE TIERRA/ CEMENTO	0.142	0.115	0.123	0.141	0.107
	(0.115)	(0.117)	(0.120)	(0.120)	(0.116)
Constant	5.110***	5.162***	5.167***	5.150***	5.271***
	(0.387)	(0.395)	(0.402)	(0.418)	(0.428)
Observations	2,434	2,353	2,273	2,126	1,988
R-squared	0.088	0.088	0.086	0.088	0.079
Robust standard errors in parentheses					
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1					

Volver

Anexo 6: Regresiones – Conocimiento de la física por intensidad del tratamiento (continuación)

VARIABLES	6 a 10 exp CONOCIMIENTO	7 a 10 exp CONOCIMIENTO	8 a 10 exp CONOCIMIENTO	9 a 10 exp CONOCIMIENTO	10 exp CONOCIMIENTO
TRATAMIENTO	0.384*	0.438*	0.431*	0.480*	0.410
	(0.218)	(0.225)	(0.246)	(0.261)	(0.255)
CONOCIMIENTO_LB	0.274***	0.266***	0.264***	0.268***	0.265***
	(0.0399)	(0.0410)	(0.0431)	(0.0450)	(0.0446)
MOCHIS	0.178	0.211	0.229	0.149	0.152
	(0.247)	(0.219)	(0.228)	(0.186)	(0.182)
CULIACÁN	0.0716	0.0317	-0.00906	-0.0677	-0.108
	(0.202)	(0.207)	(0.207)	(0.192)	(0.195)
TURNO 1	0.135	0.127	0.105	0.110	0.0965
	(0.225)	(0.238)	(0.240)	(0.243)	(0.244)
PISO DE TIERRA/ CEMENTO	0.0579	0.0362	0.0458	-0.0138	-0.0252
	(0.116)	(0.121)	(0.125)	(0.122)	(0.124)
Constant	5.200***	5.293***	5.344***	5.391***	5.455***
	(0.450)	(0.473)	(0.489)	(0.508)	(0.506)
Observations	1,869	1,711	1,609	1,536	1,517
R-squared	0.079	0.075	0.074	0.077	0.076
Robust standard errors in parentheses					
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1					

Volver

Anexo 7: Regresiones – Intención de estudiar una carrera STEM (toda la muestra)

VARIABLES	(1) STEM	(2) STEM	(3) STEM	(4) STEM	(5) STEM
TRATAMIENTO	0.0200	0.0174	0.0225	0.0237	0.0247
	(0.0275)	(0.0234)	(0.0231)	(0.0238)	(0.0237)
STEM_LB		0.324***	0.325***	0.326***	0.323***
		(0.0218)	(0.0214)	(0.0213)	(0.0209)
LOS MOCHIS			-0.0389	-0.0388	-0.0439*
			(0.0264)	(0.0264)	(0.0260)
CULIACÁN			-0.00519	-0.00624	-0.00283
			(0.0263)	(0.0267)	(0.0264)
TURNO 1				-0.0227	-0.0224
				(0.0379)	(0.0377)
PISO DE TIERRA/ CEMENTO					0.0274*
					(0.0137)
Constant	0.319***	0.198***	0.212***	0.233***	0.223***
	(0.0229)	(0.0206)	(0.0254)	(0.0466)	(0.0454)
Observations	3,180	3,050	3,050	3,050	3,009
R-squared	0.000	0.112	0.113	0.113	0.113
Robust standard errors in parentheses					
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1					

Volver

Anexo 8: Regresiones – Intención de estudiar una carrera STEM por intensidad del tratamiento

VARIABLES	1 a 10 exp STEM	2 a 10 exp STEM	3 a 10 exp STEM	4 a 10 exp STEM	5 a 10 exp STEM
TRATAMIENTO	0.0439*	0.0485*	0.0495*	0.0534**	0.0583**
	(0.0236)	(0.0243)	(0.0250)	(0.0257)	(0.0259)
STEM_LB	0.334***	0.334***	0.332***	0.334***	0.326***
	(0.0271)	(0.0258)	(0.0258)	(0.0264)	(0.0276)
MOCHIS	-0.0415	-0.0428	-0.0433	-0.0505	-0.0481
	(0.0266)	(0.0291)	(0.0309)	(0.0341)	(0.0346)
CULIACÁN	-0.0153	-0.0212	-0.0183	-0.0292	-0.0379
	(0.0256)	(0.0267)	(0.0287)	(0.0303)	(0.0300)
TURNO 1	-0.0297	-0.0311	-0.0302	-0.0322	-0.0360
	(0.0371)	(0.0370)	(0.0371)	(0.0369)	(0.0370)
PISO DE TIERRA/CEMENTO	0.0330*	0.0285*	0.0341*	0.0310	0.0354*
	(0.0167)	(0.0168)	(0.0176)	(0.0189)	(0.0206)
Constant	0.231***	0.238***	0.234***	0.245***	0.255***
	(0.0438)	(0.0447)	(0.0459)	(0.0465)	(0.0465)
Observations	2,249	2,171	2,102	1,960	1,827
R-squared	0.122	0.122	0.121	0.121	0.118
Robust standard errors in parentheses					
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1					

Volver

Anexo 9: Regresiones – Intención de estudiar una carrera STEM por intensidad del tratamiento (continuación)

VARIABLES	6 a 10 exp STEM	7 a 10 exp STEM	8 a 10 exp STEM	9 a 10 exp STEM	10 exp STEM
TRATAMIENTO	0.0495*	0.0511	0.0560*	0.0939***	0.0922**
	(0.0281)	(0.0312)	(0.0281)	(0.0341)	(0.0364)
STEM_LB	0.312***	0.313***	0.312***	0.311***	0.309***
	(0.0292)	(0.0304)	(0.0323)	(0.0330)	(0.0336)
MOCHIS	-0.0330	-0.0254	-0.0245	-0.0214	-0.0187
	(0.0355)	(0.0404)	(0.0393)	(0.0384)	(0.0394)
CULIACÁN	-0.0253	-0.0196	-0.0135	-0.00676	-0.00531
	(0.0307)	(0.0360)	(0.0345)	(0.0336)	(0.0350)
TURNO 1	-0.0341	-0.0283	-0.0260	-0.0240	-0.0239
	(0.0375)	(0.0383)	(0.0384)	(0.0386)	(0.0388)
PISO DE TIERRA/ CEMENTO	0.0376*	0.0316	0.0321	0.0306	0.0306
	(0.0214)	(0.0210)	(0.0221)	(0.0232)	(0.0232)
Constant	0.245***	0.236***	0.230***	0.224***	0.223***
	(0.0474)	(0.0491)	(0.0477)	(0.0467)	(0.0474)
Observations	1,715	1,563	1,468	1,398	1,381
R-squared	0.108	0.107	0.107	0.109	0.107
Robust standard errors in parentheses					
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1					

Volver

AGRADECIMIENTOS:

Este caso de estudio es parte de *Graduate XXI*, la iniciativa del BID para buscar soluciones innovadoras y digitales ante la deserción escolar en los jóvenes latinoamericanos, soñada y ejecutada por Marcelo Cabrol.

Se presentan aquí resultados, tanto de impacto como de procesos, con el propósito de presentar aprendizajes que puedan servir de inspiración para futuros proyectos y colaboraciones con innovadores de la región y sus respectivos startups. De esta manera, la implementación del proyecto piloto no hubiera sido posible sin Komal Dadlani, CEO y Co-Fundadora de Lab4U, cuya pasión por democratizar el acceso a la ciencia la llevó a compartir una solución tecnológica STEM con el BID.

Queremos agradecer a las autoridades educativas en Sinaloa, México por su compromiso y liderazgo; a los docentes y estudiantes que participaron del proyecto piloto, cuya motivación y retroalimentación resultaron esencial para el proyecto.

Un agradecimiento especial a Miguel Székely por su conocimiento y aporte clave en el diseño del piloto a través del Centro de Estudios Educativos y Sociales (CEES), quien junto a Hortensia Perez y el equipo CEES establecieron un modelo de monitoreo y evaluación de la intervención. A Alejandro Morduchowicz, Cynthia Martinez y Norbert Schady por su contribución y revisión minuciosa.

Gracias a todos.

“¿Y ESTO PARA QUÉ SIRVE?”

Autoras: **Claudia Sáenz-Zulueta** y **Cristina Pombo**

Edición en español: **Patricia Ardila**

Diseño y dragramación: **Alejandro Scaff**

Copyright © 2018 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.