

# Informe final publicable de proyecto

## Aprendizaje profundo de las ciencias exactas mediante desafíos digitales inclusivos en red

Código de proyecto ANII: FSED\_2\_2019\_1\_155436

04/09/2023

**OTERO ZUBIAURRE, Ana Lucía** (Responsable Técnico - Científico)

**VEIGA RODRÍGUEZ, Jorge Nicolás** (Co-Responsable Técnico-Científico)

**TORRES CARBAJAL, Julia** (Investigador)

**FRANCO GONZÁLEZ, Daniela** (Investigador)

**PÉREZ MARTÍNEZ, Nicolás** (Investigador)

---

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA. FACULTAD DE QUÍMICA (Institución Proponente) \\  
ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE EDUCACIÓN PÚBLICA. CONSEJO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA \\  
ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE EDUCACIÓN PÚBLICA. CONSEJO DE FORMACIÓN EN EDUCACIÓN \\  
PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. PLAN CEIBAL \\  
FACULTAD DE QUÍMICA. FUNDACIÓN PARA EL PROGRESO DE LA QUÍMICA

## Resumen del proyecto

El objetivo del proyecto ACE-TICs fue determinar cómo la implementación de prácticas pedagógicas, basadas en problemas de interés de los estudiantes de bachillerato y que incorporan el uso genuino de las TICs, contribuyen al fortalecimiento de un aprendizaje más inclusivo, motivador y focalizado en el desarrollo de las competencias del siglo XXI (6C) y la competencia científica (6C+1). Este proyecto surge de la asociación de docentes de la Facultad de Química de la UdelAR, el Consejo de Formación en educación y la Red Global de Aprendizajes. Por un lado, en el marco de este proyecto hemos desarrollado instrumentos que permiten medir tanto el desarrollo real de estas competencias como la percepción de estudiantes y docentes sobre ese desarrollo. Estos instrumentos permitieron realizar, por primera vez, una evaluación a nivel nacional de estos aspectos. Por otro lado, focalizando los esfuerzos en la formación de los docentes hemos diseñado y dictado talleres sobre prácticas pedagógicas que promuevan el desarrollo de competencias y brechas sociales y de género en ciencias y tecnología digital. En la implementación de las acciones del proyecto a nivel del aula participaron en 2021 y 2022, docentes de física, química, matemáticas y biología con sus estudiantes de Bachillerato de liceos de todo el país. Con el apoyo del equipo del proyecto tanto en lo disciplinar como en lo pedagógico, los docentes llevaron a cabo proyectos de aula, apalancados por las TIC, en temáticas de interés de sus estudiantes y sus comunidades como estrategia pedagógica para promover el desarrollo de las 6C+1. Los resultados obtenidos de la aplicación de instrumentos de medida del desarrollo real de las 6C+1 antes y después de la intervención muestran que esta provoca un aumento, estadísticamente significativo de las competencias colaboración y ciudadanía. Tanto los resultados del estudio como los instrumentos desarrollados en el marco de la investigación constituyen un aporte significativo a la toma de decisiones en el ámbito educativo.

## Introducción

El estudio realizado se vertebra en las siguientes preguntas: ¿Cómo la implementación de prácticas pedagógicas con apalancamiento digital contribuye al fortalecimiento de un aprendizaje más inclusivo, motivador y focalizado en el desarrollo de las competencias del siglo XXI? ¿Cómo los docentes de ciencias exactas incorporan esas prácticas en situaciones de aprendizaje para mejorar el desempeño de los estudiantes? ¿Cómo podemos aportar al proceso de formación continua de los docentes para lograr intervenciones que efectivamente se centren en el aprendizaje profundo de los estudiantes? ¿Qué herramientas digitales permiten potenciar el involucramiento de los educandos? ¿Cómo podemos incorporar prácticas que disminuyan las brechas sociales y de género que afectan hoy el desarrollo tanto en ciencias exactas como en TICs?

El constante declive de la motivación estudiantil que se observa en su transcurso por la educación media desafía a presentar nuevas propuestas pedagógicas. Asimismo, se hace necesario profundizar prácticas docentes que se centren en el desarrollo de competencias por parte de los estudiantes para que puedan lograr enfrentarse a los desafíos de un mundo altamente cambiante, digitalizado y desbordado de información. En este sentido, el aprendizaje profundo, definido como el proceso de adquisición de seis competencias globales (6C: carácter, ciudadanía, creatividad, pensamiento crítico, colaboración y comunicación), ofrece una estrategia centrada en el estudiante y sus intereses, que ha resultado especialmente efectiva para aquellos que están menos motivados. (Fullan, 2019) La concepción de esta nueva pedagogía se basa en integrar con precisión las prácticas pedagógicas, las alianzas para el aprendizaje, los entornos de aprendizaje y el apalancamiento digital. (Fullan, 2019) Este último punto, posiciona las herramientas digitales como aceleradoras del aprendizaje, teniendo en cuenta que la revolución digital ha transformado la vida cotidiana, ofreciendo acceso a gran cantidad de información y a nuevas formas de aprender. Esta realidad implica un cambio en la interacción entre pares y con los docentes dentro y fuera del aula, pudiendo promover estudiantes que hacen, descubren, crean y aplican conocimiento directamente en el mundo actual real. (Fullan 2014, 2013) La revolución digital ha transformado sin dudas el ámbito educativo, con cada vez más aulas tecnológicamente conectadas. Pero, ¿estamos sacando el mejor provecho de las nuevas tecnologías? Para estar en consonancia con esta nueva cultura global, la educación debe trascender las paredes de las aulas, incluir las redes sociales, emplear entornos virtuales de aprendizaje, aplicaciones, polimedias y mucho más, de manera que los estudiantes desarrollen competencias transversales en cualquier momento, en cualquier lugar y en un entorno y ritmo acordes a sus preferencias y requerimientos personales. (Collins, 2018)

En Uruguay existen claras inequidades de género en relación a las actividades relacionadas con las TICs. Los varones juegan en la computadora, descargan e instalan programas más frecuentemente, mientras que las mujeres tienden a usar

más asiduamente las redes sociales y la computadora para tareas académicas del tipo búsqueda de información. Respecto de la autopercepción, se ha visto que los varones se sienten más seguros en el empleo de las TICs que las mujeres. El papel de la educación y en particular la atención de los docentes como guía para evitar perpetuar e incluso promover las diferencias, es crucial para el desarrollo exitoso de políticas de equidad. (Curbelo,2014)

Por otra parte, si bien podemos decir que Uruguay como país ha avanzado en gran medida hacia el acceso equitativo a las TICs llegando a un 71%, la inclusión digital aún está lejos de ser alcanzada plenamente, subsistiendo también brechas sociales, económicas y culturales en este sentido. En efecto, el sólo acceso no asegura la superación de las carencias existentes, debido a que las dinámicas de apropiación social de las tecnologías no son lineales y a que existen anclajes culturales difíciles de modificar.(Levis, 2017)

Por otro lado, al igual que en el acceso a las herramientas digitales, la preferencia por las ciencias exactas también muestra grandes brechas sociales y de género. Por ejemplo, el estudio del informe PISA 2015 en relación al desempeño en ciencias de varones y mujeres señala la existencia de una brecha de 13 puntos en favor de los varones. Existe además una menor tendencia de las mujeres a dedicarse a profesiones relacionadas con las ciencias.

En base a estos antecedentes, este estudio planteó la implementación de estrategias de desarrollo del aprendizaje profundo en el aula a partir del trabajo en talleres con los docentes y el seguimiento posterior de las acciones que los docentes participantes realizaron en las aulas, con una etapa final de colectivización. El tema central fue investigar cómo la promoción de prácticas pedagógicas basadas en problemas reales de interés de los estudiantes y que incorporan el uso creativo y aplicado de recursos tecnológicos en variados formatos, contribuye al fortalecimiento de un aprendizaje más inclusivo, motivador y focalizado en el desarrollo de las 6C y la competencia científica. Las tecnologías digitales son el andamio sobre el que se sustenta la investigación abierta que los estudiantes puedan llevar a cabo. El contexto de interés y la motivación de los estudiantes da el marco para una mayor profundización de los conceptos, facilitando y promoviendo el aprendizaje.

Debido a que los logros en cuanto a calidad y equidad de inclusión digital en Uruguay se ha visto que dependen marcadamente de la disposición de los docentes, (Da Silva, 2017) las acciones primarias se desarrollaron a nivel de la formación y seguimiento del colectivo docente durante la planificación y desarrollo de las acciones en el aula. En particular, el proyecto se centró en las ciencias exactas y se aplicó a nivel de Bachillerato, donde el programa de estudios promueve especialmente el trabajo de los alumnos en base a proyectos, y donde las acciones ya realizadas han sido más escasas que en otras áreas del conocimiento y en otros niveles educativos. Se planteó en este marco apoyar la formación docente en tres aspectos principales: las prácticas pedagógicas que promuevan las 6C con especial énfasis en el apalancamiento digital, el desarrollo de actividades experimentales investigativas abiertas en el área de las ciencias exactas y la concientización acerca de las prácticas necesarias para la disminución de las brechas sociales y de género existentes, tanto en el mundo digital como en el de las ciencias. El equipo investigador está conformado esencialmente por formadores provenientes de diferentes ámbitos, pero con experiencia común en la realización de exitosos talleres interdisciplinarios de formación docente en servicio. La conformación de duplas o ternas para el dictado de los talleres aseguró la necesaria interdisciplinariedad que la propuesta requiere. En especial, la incorporación del Departamento de Tecnologías del CFE, así como de recursos humanos con experiencia en el diseño de herramientas didácticas digitales, aportó un enfoque ambicioso que buscó potenciar el uso más creativo de las TICs en el aprendizaje, dejando atrás la mera búsqueda de información e incorporando el diseño de productos tecnológicos innovadores.

En base a la experiencia previa conjunta del equipo en la que se ha medido el empoderamiento de los docentes luego de diferentes formatos de taller, los talleres fueron seguidos de acciones de implementación por parte de los docentes de Bachillerato con seguimiento y apoyo del equipo proponente. Los diferentes actores del equipo ofrecieron un seguimiento multidisciplinario, combinando instancias presenciales y a distancia que cubrieron tanto aspectos didácticos de la implementación como el apoyo en la resolución de problemas concretos que surjieron durante las investigaciones, la compra de materiales, etc. Se organizaron encuentros periódicos con integrantes del equipo, eligiendo los recursos humanos en base a las necesidades, ya que en especial se contó con apoyo en las diferentes disciplinas abordadas, en las herramientas digitales, en el diseño particular de una aplicación o en la edición de imágenes, en los enfoques pedagógicos, etc. La colectivización de las acciones en el segundo año implicó una evolución del proyecto a un nivel más global, donde la difusión jugó un rol central.

Dentro de los resultados esperados, la implementación de las acciones del proyecto implicarán un avance en el conocimiento acerca de las prácticas pedagógicas así como de la incorporación de tecnología en el aula. Por un lado, se relevaron datos sobre la situación en cuanto a la naturaleza, frecuencia de uso y percepción de las herramientas digitales disponibles para lo que fue necesario el diseño y validación de instrumentos para ese fin. A su vez, luego de la implementación de las acciones en el aula, fue posible analizar el efecto de estas sobre el desarrollo real de las 6C+1, también a través de la aplicación de problemas integradores diseñados y validados en el marco de la investigación. Otros

factores relevantes que caracterizan a los estudiantes y docentes involucrados en la intervención fueron incluidos y analizados para generar una imagen holística del fenómeno. Los resultados de esta investigación reflejan la realidad de las aulas de ciencias de nuestro país en las que se trabajó y serán insumos valiosos para la evaluación de las políticas locales, así como para la generación de conocimiento en el área. Adicionalmente, los propios indicadores de logro de desarrollo de las 6C en relación a las brechas social y de género, constituyen datos valiosos que generan conocimiento per se y que además constituyen insumos para ser difundidos y continuar aumentando la concientización de la situación en este sentido.

### **Metodología/diseño del estudio**

El marco metodológico del proyecto se sustentó en un ciclo de investigación colaborativa (CIC) que busca integrar las prácticas docentes con la reflexión sobre los datos obtenidos. Éste implica los siguientes paquetes de trabajo interrelacionados: i) evaluación diagnóstica, ii) diseño e implementación, iii) reflexión sobre los resultados y iv) acciones de cambio y colectivización.

Los tres primeros paquetes de trabajo se realizaron en 2021 en una experiencia piloto con una selección de 10 liceos de todo el país con la participación de más de 15 docentes y cerca de 200 estudiantes. Por otra parte, en el marco de las acciones de cambio y colectivización (realizadas en 2022) se repitieron los paquetes (i), (ii) y (iii) y se amplió el espectro de acción del proyecto a más de 40 docentes (28 de ellos culminaron el proceso) pertenecientes a 18 liceos.

La selección de los liceos se realizó de forma de disponer de una muestra que abarque docentes de Montevideo e interior, pequeñas y grandes ciudades y también diferentes contextos socioeconómicos.

El paquete de trabajo de evaluación diagnóstica (i) consistió en la medida y tratamiento de los datos recabados a partir de encuestas iniciales a docentes y estudiantes.

Las encuestas a docentes se enfocaron en el diagnóstico de las estrategias didácticas comúnmente empleadas y de las percepciones docentes acerca del logro de desarrollo de competencias por parte de los estudiantes. Para el diseño de las encuestas se adaptaron y modificaron instrumentos existentes en la RGA como las progresiones de aprendizaje de las 6C, <https://redglobal.edu.uy/es/recursos/progresiones>, dando énfasis a la dimensión apalancamiento digital dentro de cada una de las 6C. Se incluyó además, la competencia científica (6C+1). Asimismo, se diseñaron nuevos instrumentos para recabar datos acerca de la frecuencia, tipo y modo de uso preferente de las TICs tanto a la vida diaria como en el marco de su actividad como docentes. Además, incluyeron preguntas sobre percepción acerca de la brecha digital y de apropiación de las ciencias, vinculadas con el género y el nivel socioeconómico.

Con relación a los estudiantes, los instrumentos se diseñaron con los mismos fines que los desarrollados para los docentes. Estos se enfocaron en relevar, por un lado, la percepción de los estudiantes sobre su propio desarrollo de la 6C+1 (considerando en todos los casos el apalancamiento digital) y por otro, la frecuencia, el tipo y el modo de uso de las TICs en su vida diaria y en sus clases, así como la percepción de utilidad de las mismas. Se incluyeron también preguntas en relación con la percepción de si existen brechas de género y sociales tanto para el uso de las TICs como para la apropiación de las ciencias.

Se emplearon en todos los casos afirmaciones con ponderación mediante escala de Likert u otras respuestas de opción múltiple. Todos estos instrumentos fueron validados por un panel de expertos y aplicados a un grupo de estudiantes y docentes que no participaron del proyecto. En el proceso de validación se realizaron ciclos de rediseño de los instrumentos.

La información recabada fue evaluada empleando herramientas descriptivas e inferenciales de análisis estadístico, que permitieron describir de una forma narrativa y holística la situación y realizar extrapolaciones desde la muestra a la población completa de estudiantes y docentes. (Agesti, 2018). Se definieron primeramente variables explicativas para caracterizar distintas dimensiones de los estudiantes y docentes de la muestra, como género, edad, institución, localización geográfica, estrategias didácticas y herramientas digitales más frecuentemente empleadas, etc. Se establecieron además variables de respuesta que evalúen i) la percepción del desarrollo de las 6C (con especial énfasis en la dimensión de apalancamiento digital), y ii) la brecha social y de género asociada a las ciencias exactas y a la percepción y modo de empleo de herramientas tecnológicas. Se utilizaron técnicas descriptivas (tablas de contingencia, histogramas, etc.) e inferenciales (test de hipótesis, intervalo de confianza) para identificar las correlaciones existentes entre las variables. En los casos en donde se contó con suficientes datos, se emplearon métodos multivariantes (PCA y PCR).

Al inicio del paquete de trabajo de diseño e implementación (ii) (en ambos años de ejecución del proyecto), el equipo de trabajo, organizado en duplas o ternas que cubrieron diferentes perfiles, diseñaron y dictaron talleres virtuales con los docentes de cada centro seleccionado. Estos talleres quedaron disponibles en <https://ceibal.schoolology.com/group/4948171727>. El objetivo de estos talleres fue empoderar a los docentes en las

prácticas de aprendizaje profundo con énfasis en las asignaturas química y física, incorporando el uso creativo de las TICs y la concientización de las brechas sociales y de género existentes, tanto en ciencia como en el uso de tecnología. Se trabajó en base a la discusión de datos internacionales, pero también se emplearon los datos del paquete de trabajo de diagnóstico realizado, el cual refleja directamente la realidad de los centros con los que se trabajó. Además, se hizo énfasis en la existencia inadvertida de estereotipos que profundizan las brechas sociales y de género y se discutió el rol docente en este sentido.

Paralelamente, el equipo del proyecto diseñó un instrumento de medida del grado de desarrollo real de las 6C+1 por parte de los estudiantes. El objetivo de este instrumento es, por un lado, relacionar los resultados de la percepción de estudiantes y docentes sobre el grado de desarrollo de la 6C+1 con una medida real de ese desarrollo. Además, este instrumento permitió tener una medida inicial del desarrollo de las 6C+1 y poder evaluar el efecto de la intervención (ejecución de proyectos de aula) sobre este desarrollo. Para eso se diseñaron dos situaciones problema contextualizadas (una para la evaluación inicial y otra a aplicar luego de la intervención), junto con una serie de preguntas abiertas pensadas para evaluar el desarrollo de las distintas dimensiones dentro de cada una de las competencias a evaluar, poniendo especial énfasis en el apalancamiento digital. La validación de los problemas se realizó a través de un panel de expertos (similar al utilizado para las encuestas diagnósticas). Además, previo a su aplicación a los estudiantes participantes, se realizó una prueba piloto en un grupo de estudiantes de bachillerato no incluidos en el proyecto. A partir de la validación por expertos y de los resultados de la prueba piloto, se realizaron modificaciones para obtener la versión final de ambos instrumentos. El problema fue respondido a través de un formulario en línea, pero en forma presencial durante el horario de clase para contar con la guía de los docentes.

El trabajo con los docentes continuó con una etapa en la que los docentes definieron con sus estudiantes un proyecto de su interés o el de su comunidad. Partiendo de un problema elegido por los alumnos, se promovieron las experiencias reales y abiertas con creación y aplicación de nuevo conocimiento a situaciones dentro y fuera del ámbito educativo, y no solamente la aplicación simple de conocimiento preexistente. Esta etapa fue desarrollada lo largo del año lectivo (2 meses en 2021 cuando se retornó a la presencialidad) con el acompañamiento del equipo del proyecto mediante reuniones quincenales en subgrupos creados en función de las temáticas seleccionadas. Dependiendo de los requerimientos de los grupos el apoyo incluyó aspectos relacionados con el uso específico de las herramientas tecnológicas o el apoyo para el diseño de un producto digital, contacto con expertos en alguna temática específica, apoyo didáctico-pedagógico, suministro de materiales e insumos, etc. Si bien los temas se iniciaron desde las asignaturas específicas (química, física, biología, matemáticas), se promovió el enfoque interdisciplinario involucrando otras áreas del conocimiento.

Al final del primer año de trabajo se realizó un evento de reflexión y colectivización con los docentes y estudiantes que participaron en la etapa piloto. El paquete de trabajo de reflexión sobre los resultados (iii) permitió evaluar el grado de aceptación de estudiantes y docentes de la forma de trabajo y su impacto en el desarrollo de las 6C. Se recabaron también las sugerencias y recomendaciones didácticas de los docentes que llevaron a cabo las acciones.

Luego de esta etapa, se realizó el análisis estadístico de los resultados obtenidos por los estudiantes en los problemas de medida del desarrollo real de las competencias. Para ello se utilizó el test ANOVA bifactorial de muestras repetidas e intervalos de confianza con corrección de Bonferroni (Agresti, 2018).

El paquete de trabajo final de acciones de cambio y colectivización (iv) implicó mejorar y dar visibilidad a los ejemplos de desafíos de trabajo implementados en el primer año. Los proyectos desarrollados quedaron disponibles para la consulta de los interesados. Además, se realizó una campaña de difusión masiva en redes sociales, en páginas oficiales de ANEP, ANII y Ceibal y se realizó un video de difusión e invitación a participar en el proyecto en medios de comunicación masiva (radio, televisión). A partir de esta colectivización y difusión de las acciones se promovió la realización de nuevos CICs de aula en el segundo año extendiendo ahora la participación a más liceos, profesores y estudiantes de todo el país. Al final del segundo año se organizó un evento híbrido (presencial y virtual) con una asistencia de 150 personas en el que los grupos de estudiantes y docentes que llevaron a cabo las acciones presentaron los resultados de sus trabajos en formato de presentación oral o poster. Este evento aumentó aún más la visibilidad, para que los docentes continúen empleando las estrategias sugeridas y generando otros desafíos más allá del alcance temporal del presente proyecto.

## **Resultados, análisis y discusión**

Se llevaron a cabo la totalidad de las actividades previstas en función de los objetivos del proyecto.

Durante el primer año de ejecución se diseñaron instrumentos (encuestas y problemas integradores) que permiten sondear la percepción de los estudiantes de bachillerato sobre el acceso y apropiación de las ciencias y TICs, y el desarrollo real y autopercebido de las competencias del siglo XXI de Fullan: carácter, ciudadanía, creatividad, pensamiento crítico, colaboración y comunicación. Agregamos a estas competencias, asimismo, la competencia científica, y las llamamos globalmente 6C+1. Los instrumentos fueron validados por un panel de expertos y cuentan con una buena

autoconsistencia (alfa de Cronbach > 0.5). Estos instrumentos permitieron realizar, por primera vez, una evaluación a nivel nacional de estos aspectos. Trabajamos con una muestra de 300 estudiantes de 10 liceos de todo el país, los que acompañados por sus docentes y el equipo del proyecto llevaron adelante proyectos de aula de su interés.

Los resultados obtenidos muestran que la mayoría de los estudiantes considera que maneja bien (barras azules, Figura 1 del anexo) los recursos digitales. Sin embargo, se tienen recursos digitales que los estudiantes no saben manejar del todo bien pero que usan frecuentemente en tareas del liceo (barras amarillas, Figura 1 del anexo), por lo que se identifica un nicho en donde reforzar el entrenamiento de los estudiantes en estos recursos. De la misma forma, se observa que aún aquellos recursos digitales que los estudiantes manejan muy bien, no son aprovechados en clase o para realizar tareas del liceo. Aquí se pueden reconocer aquellos recursos digitales para los que se está perdiendo una oportunidad de uso más frecuente como recurso didáctico docente. Un análisis similar para los docentes revela aspectos interesantes (Figura 2 del anexo). Los docentes no manejan del todo bien algunos recursos como simuladores, entornos virtuales y foros, y sistemas de videoconferencia, aunque los usan frecuentemente en clase. Estos recursos requieren un mayor entrenamiento docente. Por otra parte, recursos como los servicios de mensajería, correo electrónico, redes sociales y almacenamiento en la nube son manejados bien por los docentes, pero no aprovechados como recurso didáctico. Se relevaron además las percepciones estudiantiles respecto de las TICs (Figura 3 del anexo). La mayoría de los estudiantes piensa que las TICs son útiles para aprender, en particular ciencias naturales, y les resulta sencillo aprender a usar los recursos digitales. Por otra parte, solo una minoría piensa que existe brecha de género respecto de la apropiación de las TICs y la ciencia. Mediante los instrumentos diseñados se logró medir el desarrollo estudiantil de las 6C+1, además de la autopercepción de los estudiantes y la opinión a este respecto de los docentes (Figura 4 del anexo). Con un 95% de confianza, el desarrollo real es entre 11 y 33% menor que la autopercepción, excepto para la competencia colaboración, para la que los estudiantes poseen un 8% de desarrollo real mayor que la autopercepción. Los docentes tienen en promedio la sensación de que los estudiantes tienen un desarrollo homogéneo de competencias, en general más bajo que la autopercepción estudiantil. Finalmente, se emplearon herramientas estadísticas para estudiar la asociación entre las diferentes variables (Figura 5 del anexo). En términos generales, existe asociación entre las notas anteriores de Química y Física, ya que a los estudiantes que les va mejor en una asignatura tiende a irles mejor en la otra. Por otra parte, existe una correlación negativa y leve entre el género y el uso de las TICs en el aula o al hacer tareas del liceo. Las mujeres tienden a emplear menos las TICs que los varones. Asimismo, a los estudiantes que les parecen más útiles las TICs son aquellos que les resultan más fáciles aprender a usarlas. Finalmente, a mayor edad del estudiante mayor desarrollo de las 6C+1, sobre todo en el caso de pensamiento crítico, competencia científica, carácter y comunicación. Estas cuatro competencias están íntimamente asociadas, es decir, cuando una está más desarrollada en los estudiantes, las otras tienden a estarlo también. Esta asociación es particularmente importante para pensamiento crítico y la competencia científica.

Por otro lado, se llevaron a cabo los procesos de formación y reflexión de parte del equipo con los docentes participantes del proyecto. Para ello se diseñaron y dictaron en 2021 los siguientes talleres:

Taller 1: ¿Cómo desarrollar las competencias del siglo XXI posicionados en el aprendizaje de los estudiantes con apalancamiento digital?

Taller 2: "Apropiación de TICs y vigilancia de brechas en el aula".

Las encuestas realizadas a los docentes participantes mostraron que estos valoraron muy positivamente los talleres. En particular en el primer taller destacaron el trabajo con ideas para motivar a los estudiantes, el uso de herramientas digitales para el trabajo colaborativo y el compartir experiencias para enriquecer el trabajo de aula. En el segundo taller, además del uso de las herramientas digitales, valoraron las estrategias de sensibilización sobre los estereotipos sociales y de género y sobre la necesidad de deconstruirlos a nivel del aula. El contenido de los talleres fue grabado y quedó disponible para los docentes que no participaron en esta instancia.

En el segundo año de implementación se tuvieron en cuenta los insumos obtenidos en el diagnóstico y en el desarrollo de los proyectos de aula por lo que los talleres fueron rediseñados dándole un enfoque más global y para que fueran de utilidad no solo para los docentes participantes del proyecto sino para el colectivo docente en general:

Taller 1: Estrategias Didácticas con Apalancamiento Digital para promover el Aprendizaje Profundo

Taller 2: Brechas sociales y de género en ciencias y tecnología digital

Los docentes y estudiantes que participaron el dos años de implementación del proyecto lograron llevar a cabo en forma exitosa proyectos de aula, en temas seleccionados por los propios estudiantes y apalancados digitalmente. Este proceso fue apoyado por el equipo del proyecto en diversos aspectos. Sin embargo, la principal riqueza del proceso estuvo en la colaboración y la estrecha relación que se generó entre los propios docentes que se fueron transformaron en el apoyo principal de sus colegas dando lugar a una comunidad de aprendizaje y colaboración. Los resultados de los proyectos desarrollados fueron presentados por cada grupo de estudiantes a toda la comunidad en diferentes formatos (videos,

presentaciones, e-posters, entre otros) también apalancados digitalmente. Estas instancias fueron extremadamente enriquecedoras en la opinión de los propios estudiantes y sus docentes. Estas impresiones fueron registradas entre otras instancias, en los videos que se generaron en estas instancias. Algunos ejemplos de los más de 50 proyectos desarrollados se presentan a continuación:

- "Monitoreo de la concentración de CO<sub>2</sub> en tapabocas tipo N95" Se midió la concentración de dióxido de carbono en tapabocas tipo N95 utilizando un módulo bluetooth que enviaba los datos a una aplicación Android.- Liceo Rodriguez (San José).
- "AquaYí: Monitoreo Ambiental Estudiantil" Bioensayos como técnicas sencillas y de bajo costo que permiten determinar el potencial toxicológico del agua.  
- Liceo de Sarandí del Yí (Durazno) y Capilla del Sauce (Florida).
- "Huertapp" Autorriego con programación informática, usando servomotores, microbit y sensores de humedad.- Liceo Rodriguez (San José).
- "Diseño de una mano robótica" - Liceo América (Montevideo).
- "Optimización de la producción y procesamiento de la leche para mejorar el desarrollo integral en la infancia" - Liceo de Tarariras (Colonia).
- "Las bebidas alcohólicas en los adolescentes", Liceo de Villa Constitución (Soriano)

Finalmente, para poder evaluar el efecto de la intervención, se procedió a analizar el cambio en el desarrollo de las 6C+1 que se observa en los estudiantes antes y luego de llevar adelante los proyectos de aula. La muestra de estudiantes consta de 87 alumnos, los que en 2022 resolvieron ambos problemas integradores. Los resultados (Figura 6, Tabla 1 del anexo) indican que, con una confianza global de 95%, este tipo de intervención provoca en los estudiantes de bachillerato un aumento promedio de 6.6% en el desarrollo de la competencia colaboración y 14.1% en el desarrollo de la competencia ciudadanía. Un aspecto interesante es que, cuando se analizan los datos de 16 estudiantes que pertenecen a un grupo en donde no se realizó intervención, los resultados muestran que no hay evidencia estadística suficiente para afirmar que se observa cambio en el desarrollo de las competencias estudiadas. Por otro lado, y aun cuando no hay significancia estadística, para la muestra estudiada, se observa un aumento en el desarrollo de la competencia científica como consecuencia de la intervención lo que está de acuerdo con la naturaleza de los proyectos que se llevaron a cabo.

## Conclusiones y recomendaciones

Se llevaron adelante todas las actividades propuestas por lo que se cumplieron los objetivos del proyecto. En particular, se observó que la puesta en práctica de estrategias pedagógicas centradas en el estudiante y con apalancamiento digital favorece el desarrollo de las competencias ciudadanía y colaboración. Por otro lado, y más allá de los resultados cuantitativos, este proyecto ha generado una serie de productos que consideramos son de gran relevancia para el sistema educativo nacional y en particular en el contexto del nuevo marco nacional curricular. Esto son:

- instrumentos de diagnóstico y fundamentalmente de medida del desarrollo real de competencias en los estudiantes. Estos instrumentos y la experiencia adquirida en el proceso de generación de estos están disponibles para que la comunidad educativa pueda adaptarlos y utilizarlos, por ejemplo, en la evaluación de competencias en el aula.
- diagnóstico a nivel nacional de la situación del uso y apropiación de las TICs por parte de docentes y estudiantes y sobre la percepción y el desarrollo real de las 6C+1. Este diagnóstico podría servir como insumo para la toma de decisiones por parte de los docentes y las autoridades de la enseñanza. Por ejemplo, los resultados del diagnóstico indican que el pensamiento crítico y la creatividad están poco desarrolladas en los estudiantes de bachillerato por lo que los docentes podrían enfocar sus esfuerzos en intentar promover su desarrollo.
- ejemplos exitosos de proyectos de aula con una fuerte componente de apalancamiento digital que están disponibles para ser aprovechados y adaptados por la comunidad de docentes interesados en este tipo de estrategias. El conocimiento de estos casos de éxito puede favorecer que un mayor número de docentes se comprometa en este tipo de iniciativas.

## Referencias bibliográficas

- Agresti, A., (2018), *Statistical Methods for the Social Sciences*, Pearson Education, UK.
- ANEP, Consejo Directivo Central, (2017), *Uruguay en PISA 2015. Informe de Resultados*.
- ANII, (2015), *Informe de género. Unidad de evaluación y monitoreo*.
- Collins, A., et al., (2018), *Rethinking Education in the Age of Technology: The Digital Revolution and Schooling in America*, Teachers College Press, USA.
- Curbelo, D., Moreira, N., *Una mirada de género sobre el uso de las tecnologías por parte de los adolescentes, trabajo presentado en las XIII Jornadas de Investigación de la Facultad de Ciencias Sociales, Udelar, Montevideo, 15-17 de setiembre de 2014.*
- Da Silva, M. E., Rivoir, A. L., Romano, J. (eds.), (2017), *Desafíos de la inclusión digital, Psicología, Conocimiento y Sociedad, Revista de Psicología, Universidad de la República, 7.*
- Fullan, M., et al., (2019), *Aprendizaje Profundo. Involucra al mundo para cambiar el mundo*, Plan Ceibal.
- Fullan, M., et al., (2014), *A rich seam: How new pedagogies find deep learning*, Pearson, UK.
- Fullan, M., et al., (2013), *Towards a New End: New Pedagogies for Deep Learning*, Pearson, USA.
- Levis, D., (2017), *Inclusión digital no es inclusión social: De la ilusión de libertad al hiperconsumismo tecnototalitario, Psicología, Conocimiento y Sociedad, 7, 279-308.*
- Plan Ceibal, (2017), *10 años de Plan Ceibal. Hicimos historia haciendo futuro*. Ed. Gerencia de Comunicación de Plan Ceibal, ISBN 978-9974-8383-5-2.
- Reddy, V., (2005), *Perspectives in Education, 23, 125-138.*
- Teliz, F., (2014), *Tesis: Uso didáctico de las TIC en las buenas prácticas de enseñanza de la Matemática, Universidad ORT.*

## Licenciamiento

Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional. (CC BY-NC)