

Artículo Original

## Evaluación del Proyecto: Introducción a la Fabricación Digital en Caacupé, Paraguay.

**Sascha Rosenberger**



<sup>1</sup>Paraguay Educa. Asunción, Paraguay  
<https://orcid.org/0000-0003-1047-8852>  
Autor correspondiente: [sascha.rosenberger@ruhr-uni-bochum.de](mailto:sascha.rosenberger@ruhr-uni-bochum.de)

**Fernanda Carlés**



<sup>1</sup>Paraguay Educa. Asunción, Paraguay  
<https://orcid.org/0000-0002-3337-3669>

**Richar Núñez**



<sup>1</sup>Paraguay Educa. Asunción, Paraguay  
<https://orcid.org/0009-0000-0188-6112>

**Patricia Escauriza**



<sup>1</sup>Paraguay Educa. Asunción, Paraguay  
<https://orcid.org/0000-0003-3286-1238>

### Para citar este artículo:

Rosenber, S., Carlés, F., Núñez, R. y Escauriza, P. (2023). Evaluación del Proyecto: Introducción a la Fabricación Digital en Caacupé, Paraguay. *UCOM Scientia*, 1(1), 40-65.

Fecha de recepción: 02/05/2023

Fecha de aceptación: 23/07/2023

### Resumen

En este trabajo se presentan los resultados del proyecto denominado 'Taller de Introducción a la Fabricación Digital' realizado entre agosto y diciembre de 2019 en Caacupé, Paraguay, con 200 estudiantes secundarios de 15 a 18 años de instituciones educativas públicas, ejecutado por la Asociación Civil Paraguay Educa. El objetivo fue familiarizar a los participantes con hardware y software de fabricación digital para idear objetos virtuales y materializarlos a través del aprendizaje basado en proyectos. El impacto se evaluó mediante encuestas iniciales y finales, con preguntas comparativas, analizadas inductivamente con la metodología de marco temático. El proceso y los hallazgos de la evaluación sugieren la necesidad de evaluar el efecto de los talleres en términos de la comprensión de la tecnología y su alcance, así como su relevancia para el desarrollo de soluciones a problemáticas educacionales y socioeconómicas, considerando que la calidad actual del sistema educativo paraguayo no parece proveer conocimientos básico previos para este tipo de trabajo tecnológico. Los hallazgos indican que los talleres lograron familiarizar a los estudiantes con la tecnología e incrementar su interés en ella. Además, la experiencia con la tecnología ayudó a los estudiantes a diferenciar entre problemáticas que pueden ser solucionadas con tecnologías digitales y otras que requieren diferentes campos científicos.

**Palabras clave:** fabricación digital; impresión 3D; aprendizaje basado en proyecto

Original Article

## **Project Evaluation: Introduction to Digital Fabrication in Caacupé, Paraguay**

### **Abstract**

This paper presents the results of the project: "Introduction to Digital Manufacturing Workshop" conducted between August and December 2019 in Caacupé, Paraguay, with 200 high school students aged 15 to 18 from public educational institutions. The project was carried out by the Civil Association Paraguay Educa. The aim of the project was to familiarize participants with digital manufacturing hardware and software to conceive virtual objects and materialize them through project-based learning. The impact was assessed through initial and final surveys, with comparative questions, analyzed inductively with the thematic framework methodology. The process and findings of the evaluation suggest the need to assess the effect of the workshops in terms of understanding technology and its scope, as well as its relevance for developing solutions to educational and socioeconomic problems, considering that the current quality of the Paraguayan educational system does not seem to provide basic previous knowledge for this type of technological work. The findings indicate that the workshops succeeded in familiarizing students with technology and increasing their interest in it. Additionally, the experience with technology helped students differentiate between problems that can be solved with digital technologies and others that require different scientific fields.

**Keywords:** Digital fabrication; 3D printing; project based learning

## 1. Introducción

### 1.1 Población y objetivos del proyecto Fab Lab

El Proyecto Taller de Introducción a la Fabricación Digital estuvo compuesto de tres sub-proyectos. El fin general fue crear una red de colaboradores capacitados en ideación, diseño y prototipado con el uso de las tecnologías de fabricación digital que asistan con la propagación de estos conocimientos dentro de la comunidad de Caacupé, Paraguay como herramienta de inclusión social. La inclusión social se presenta como la ideación de soluciones a problemas comunitarios locales. Debido a la complejidad y extensión del proyecto, este artículo presenta los resultados de los Talleres en Colegios Públicos, los cuales estaban dirigidos a 200 estudiantes de colegios públicos de la ciudad de Caacupé, Paraguay, cuya carga horaria fue 16 horas por grupo de 20 participantes para un total de 10 grupos. El objetivo de estos talleres fue introducir conceptos y técnicas de fabricación digital de manera que quienes participen:

- a. Comprendan el uso y manejo de una impresora 3D
- b. Conozcan las interfaces de programación y diseño de las máquinas
- c. Produzcan físicamente una o varias piezas (mecanizado) en materiales blandos (madera, plásticos acrílicos, cartones)
- d. Conozcan acerca de las posibilidades que ofrece la fabricación digital

Tanto el proyecto como la organización están enmarcados por la coyuntura nacional, la cual a su vez es parte de, y está influenciada por tendencias y evaluaciones educativas regionales y globales. Es necesario examinar estas arenas evaluativas y los factores que las influyen para alinear y entender los objetivos y resultados del proyecto aquí evaluado.

### 1.2 Educación Glocalizada en Paraguay: la relación entre lo global y lo local

- a. La educación en los planes nacionales de desarrollo

Paraguay, un país considerado en desarrollo (United Nations, 2019, p. 170), ha establecido objetivos de desarrollo para 2030 en su Plan Nacional de 2014. En su segundo eje se destaca la apropiación del conocimiento y la tecnología para la innovación social<sup>1</sup>. Además, el Plan prevé mejoras en la calidad de la educación superior y la provisión de infraestructura, tecnología y formación docente para escuelas y colegios públicos (Secretaría Técnica de Planificación [STP], 2014, p. 45). Se busca además desarrollar habilidades educativas y tecnológicas a través de plataformas de aprendizaje en línea que promuevan la interconexión global y la democratización del acceso a la información (STP, 2014, pp. 14, 43,45).

---

<sup>1</sup> Si bien algunos puntos del Plan 2030 quedaron incompletos o sin definir explícitamente (Rosenberger 2019b), estos son los relevantes para la presente evaluación, considerando que educación es una de las metas de uno de los objetivos de uno de los ejes estratégicos del Plan.

El Plan Nacional de Desarrollo se complementa con el Libro Blanco de la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), el cual propone la interacción entre el gobierno, la infraestructura tecno-científica y la infraestructura social y productiva como motor de desarrollo. Se busca fomentar la apropiación social de nuevos conocimientos y tecnologías para lograr un mayor desarrollo económico (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [CONACYT], 2014). Se enfatiza el desarrollo local de conocimientos y tecnologías, en vez de su transferencia, y su apropiación por parte de la sociedad. El Plan 2030 propone un esquema similar en términos diferentes (STP, 2014, p. 64).

Antes de la publicación de estos planes de desarrollo, el Ministerio de Educación y Ciencias publicó el Plan Nacional de Educación 2024, que menciona su compromiso con la ampliación de la introducción de tecnología en las diferentes etapas educativas (Ministerio de Educación y Cultura [MEC], 2011, pp. 16,17, 28, 29, 44). El MEC ha apoyado el desarrollo de la educación técnica en los bachilleratos, aunque la oferta todavía es reducida. En términos de desarrollo, los planes nacionales de Paraguay se enmarcan dentro del enfoque histórico regional (Rosenberger, 2019; Vidal Martínez y Mari, 2002), los cuales presentamos a continuación.

### **1.3 De lo local a lo regional y a lo global: metas y crisis educativas**

Los autores del marco regional de desarrollo indicaron ya en la década de 1960 que los sistemas educativos en la región no proveían las bases necesarias para sustentar los sistemas de ciencia y tecnología y que la educación, aún en los años universitarios, estaba orientada a memorizar información y reproducirla (Sábato, 2011; Rosenberger 2019).

De dicho marco regional surgiría la noción de la apropiación social del conocimiento y la tecnología. Ésta se entiende regionalmente como una capacidad de adopción, desagregación y co-creación de la tecnología y el conocimiento, no sólo de personas en edad escolar o universitaria, sino de la sociedad en general. Varios países de la región han desarrollado políticas nacionales para lograr dicha apropiación, tanto dentro como fuera del sistema educativo formal (Daza-Cacedo et al. 2016; Gómez Domínguez, Echeverry Mejía, y Grajales Castaño, 2013; Arellano Hernández y Kreimer, 2011). Sin embargo, las capacidades cognitivas que son tanto pre-requisito como resultado de esta apropiación y que se desarrollan en el proceso educativo no son alcanzadas por la mayoría de estudiantes en Paraguay, como se explica en el siguiente párrafo.

La evaluación del sistema educativo Paraguayo por el Programa para la Evaluación Internacional de estudiantes de la OCDE (PISA, por sus siglas en inglés) puede entenderse comparando el porcentaje de estudiantes cuyos logros no llegan al nivel 2 de PISA, de los 8

niveles posibles (1c, 1b, 1a, 2 -6) -ver tabla 1<sup>2</sup>. Según PISA, es recién en el nivel 2 donde “los estudiantes empiezan a demostrar competencias que les permitirán participar de manera efectiva y productiva en su vida como estudiantes, trabajadores y ciudadanos” (MEC, 2018). La prueba comparativa internacional PISA, administrada en su versión para países en desarrollo como PISA-D pero comparables con PISA mundial y para la OCDE, sugieren una gran brecha de aprendizaje en casi toda la región (Bos et al. 2016). Esta brecha educativa es conocida más comúnmente como la crisis de la educación (Pritchett, 2019; The World Bank, 2019).

**Tabla 1.** Comparación de los resultados de PISA-D de Paraguay con los de PISA para la OCDE y el resto del mundo en porcentaje de estudiantes cuyos logros no llegan al Nivel

Indicador	Lectura	Matemática	Ciencias
Paraguay	68	92	76
Mundo	42.8	58.7	50.3
OCDE	18	23.4	21.2

Fuentes: (MEC, 2018; OECD 2018).

El rezago de la región no se limita a los logros en las pruebas internacionales, sino que se extienden a la introducción de tecnología en la educación y en la sociedad en general. Es por ello que los tratados regionales versan sobre las necesidades de actualizar los sistemas educativos y de mejorar el acceso y uso de tecnología. Paraguay, como signatario de la Declaración de Panamá de 2013, acordó con los países de la región “impulsar la agenda digital... considerando... la promoción del m-gobierno (Gobierno móvil) y la reducción de la brecha digital” así como la “profundización de la cooperación en las áreas de educación, ciencia y tecnología e investigación” entre América Latina y Europa (Secretaría General Iberoamericana, 2013).

El cuarto de los Objetivos de Desarrollo Sustentable [ODS], (s.f.) es Educación de Calidad. Entre sus varios sub puntos, el 4 indica que se busca “aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento” (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, 2018).

#### 1.4 Educación en la cuarta revolución industrial

Hace por lo menos diez años viene hablándose de una cuarta revolución industrial, marcada por un mayor poder de procesamiento, la cantidad de datos disponibles y por la capacidad de automatización de gran parte del trabajo (Schwab, 2016; Tabarés Gutiérrez, 2019). Schwab

<sup>2</sup> Los niveles que preceden al 2, 1c-1a, indican que los estudiantes no poseen las competencias más básicas (MEC, 2018).

(2016) indica como motor de cambio en esta revolución la "inteligencia artificial, robótica, Internet de las cosas, vehículos autónomos, impresión 3D, nanotecnología, biotecnología, ciencia de los materiales, almacenamiento de energía y computación cuántica".

En el ámbito laboral, esta nueva coyuntura requiere “una visión holística de los sistemas de producción con todas las cadenas de procesos involucradas en el proceso de desarrollo del producto” (Fraunhofer IPT, 2019; véase también Maynard, 2015). Las capacidades de pensamiento amplio, holístico, integrativo, creativo e innovador han sido un requerimiento hace décadas, incluso a nivel regional (Sábato, 1975); la diferencia está en la velocidad de comunicación, en el volumen y variedad de datos intercambiados y en la integración de más áreas del conocimiento en cada proceso. La comprensión del funcionamiento y el manejo de los sistemas informáticos se presentan como central a esta revolución por considerarse el medio estándar de acción en todos los campos del conocimiento. En Europa, donde fue acuñado el término Industria 4.0, los procesos de solidificación de esta tendencia están apoyados por la Comisión Europea y por estrategias nacionales con el propósito de mantener competitivo al bloque. (Tabarés Gutiérrez, 2019).

Según el reporte del Banco Mundial sobre el futuro del empleo en la cuarta revolución industrial, ya entre 2015 y 2017 se esperaba notar el impacto de la manufactura avanzada y la impresión 3D en la oferta laboral, tanto en el desplazamiento de ciertos empleos como en la creación de otros (World Economic Forum, 2016). Esto se conecta con la subsección precedente en que las competencias necesarias para el empleo decente se expandieron al tiempo que se hablaba de establecer metas de desarrollo para los siguientes 15 años.

En este sentido, según Bustillo-Bayón y Zamora Sanabria (2018), se considera necesaria la inclusión del pensamiento computacional en la educación. Los mismos aclaran que si bien el término tiene varias acepciones, una revisión de la literatura indica que incluye 5 habilidades: habilidad de pensar sobre abstracciones, habilidad para descomponer problemas, capacidad de pensar de forma algorítmica, capacidad de evaluación y habilidad para realizar generalizaciones. El punto de tal instrucción sería aprender el funcionamiento general de sistemas que automatizan actuaciones en función de programas que toman decisiones, atendiendo a algoritmos y a las variaciones del entorno. Esto desprendería el aprendizaje de tecnologías específicas en favor de esquemas genéricos, lo que abre la ventana para que las personas imaginen otras soluciones relevantes para sus vidas y sus entornos. (p. 118).

En entornos de bajos recursos donde la escolaridad compite con el empleo por el tiempo de dedicación de las personas, se buscan soluciones educativas que promuevan la creación de oportunidades de desarrollo de valor local (Kane, 2012, p. 40). Estas se encuentran ligadas a la identificación de oportunidades y soluciones dentro en el entorno educacional y social inmediato o cercano que puedan generar nuevas oportunidades de aprendizaje,

involucramiento y a través de ello también empleo. (Sábato, 2011; Kane, 2012; Lugo, López, y Toranzos, 2014; Vernengo, 2006).

En su revisión de literatura, Bustillo y Zamora Sanabria (2018) exponen que “los procesos creativos no utilizan estructuras neurológicas especiales, ya que su procesamiento se produce sobre los mismos elementos que sostienen otros procesos mentales más comunes”. Esto significa que la creatividad es “una característica humana que requiere de un entorno favorecedor” y no “un don del que disponen unas pocas personas” (Bustillo-Bayón y Zamora Sanabria, 2018). Es decir, para ser relevante, la educación ya no puede enfocarse en memorizar y repetir conceptos; se busca priorizar más el profundizar y afianzar los conocimientos aplicándolos creativamente en entornos realistas. (Vandavelde et al., 2016).

Sin embargo, hay varios obstáculos en el camino para salvar las brechas educativas y tecnológicas. Según Tabarés Gutiérrez (2019), grandes compañías tienen más recursos para aprender e implementar los elementos de la Industria 4.0 que las pequeñas compañías y el público en general a través de la educación pública (pp. 268–70, 278), debido a la diferencia en la capacidad de adquisición de patentes, maquinaria e insumos. Es ahí donde entran los *espacios maker* espacios para hacedores y los *fab labs* laboratorios de fabricación. “El origen del movimiento *maker* radica en la expiración de varias patentes, y su posterior popularización en la sociedad, en los campos de la fabricación digital y la Internet de las cosas” (Tabarés Gutiérrez, 2019, p. 271).

Los espacios de fabricación digital se constituyen como alternativas “para la investigación y desarrollo de escala industrial, a través del desarrollo de innovaciones que pueden satisfacer las necesidades de colectivos marginales o no convenientemente atendidas por la producción en masa y donde se busca el empoderamiento ciudadano a través de la tecnología” (Tabarés Gutiérrez, 2019, p. 271-272). “En dichos espacios, se alienta el uso de hardware y software libre, además de apoyarse en metodologías de aprendizaje colaborativo P2P de par a par” (Tabarés Gutiérrez, 2019, p. 273) “que permiten a infinidad de usuarios poder mejorar y contribuir a un proyecto ya establecido, sin tener que empezar de cero y poder seguir su desarrollo paso a paso” (Tabarés Gutiérrez, 2019, p. 274). Los proyectos “pueden ser inspeccionad[o]s y modificad[o]s por sus usuarios [y] permiten desarrollar un pensamiento crítico respecto a la tecnología que se desarrolla” (Tabarés Gutiérrez, 2019, p. 279) Aún a pequeña escala, el desarrollo de capacidades de ideación y fabricación puede abrir camino al empleo, y proveer a empresas con personal con cierta experiencia en desarrollo de ideas y productos (Tabarés Gutiérrez, 2019, p. 275).

En este sentido, los espacios *maker* ofrecen “un aprendizaje social, grupal y principalmente informal” donde las personas pueden desarrollar “las habilidades digitales básicas que necesitan para desenvolverse adecuadamente en esta nueva industria digitalizada” (Tabarés

Gutiérrez, 2019, p. 279).

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Puntos de Evaluación

En base a los planes de instrucción del Proyecto Fab Lab se establecieron los siguientes puntos de evaluación:

1. verificar el aprendizaje del manejo de las interfaces y de las máquinas;
2. verificar la comprensión de la tecnología y sus posibles aplicaciones en la solución de problemas identificados por los participantes en su entorno;
3. verificar la relación del proyecto y sus objetivos con el entorno local, nacional, regional y global.

Estos puntos de evaluación (1 aprendizaje, 2 comprensión, y 3 relación) se mencionan por sus números en la guía de recolección de datos siguiente.

### 2.2 Guía de Recolección de Datos

Los 200 estudiantes se dividieron en grupos de 20, y cada grupo tuvo en total 16 horas de instrucción. La cantidad de participantes resultó en un set de datos extenso que permite ver patrones en las respuestas. La repetición de preguntas iniciales en el cuestionario final permitió confirmar patrones.

Para los talleres en colegios públicos se colectaron los siguientes datos:

- a. Cuestionario abierto, anónimo, entregado por los facilitadores al principio de los talleres a cada integrante de cada grupo de 20 estudiantes, sobre lo que quisieran aprender en el taller (puntos de evaluación 1- 3)
- b. Cuestionario abierto, anónimo, entregado por los facilitadores y/o mentores al final de los talleres a cada integrante de cada grupo sobre qué podrían crear con las tecnologías presentadas (1 y 2) y qué problemas podrían solucionar en su comunidad o en su entorno con ellas (punto de evaluación 2 y 3).

En total se registraron 180 respuestas iniciales y 150 respuestas finales, es decir, una participación del 90% y 75% respectivamente. Dado que la cantidad de respuestas varió entre el cuestionario inicial y el final en todos los colegios, se convirtió el número de menciones en porcentajes del total de menciones para luego comparar los porcentajes iniciales y los finales a pesar de las diferencias en la cantidad de respuestas.

### 2.3 Metodología Análisis de Datos

Los datos recolectados fueron analizados siguiendo la metodología marco temático (Braun & Clarke, 2006; Urquhart, 2013, p. 39), basada en el método de muestreo teórico. El análisis

temático consiste en la identificación de temáticas resaltantes en los datos. Los datos se organizan en corpus, sets y extractos. El corpus se refiere a todos los datos recolectados para la investigación, detallados en el punto 3.2 Guía de recolección de datos. Los sets de datos son secciones específicas delimitadas ya sea por momento de recolección (por ejemplo, encuestas al principio o al final), por punto de interés (por ejemplo, las encuestas enfocadas en un término específico), por grupo objetivo (entrevistas a estudiantes) o alguna otra forma de delimitación. Por último, los extractos son partes de texto que se etiquetan por contener información muy específica o relevante.

En esta evaluación se analizaron los datos inductivamente, es decir, el análisis no estuvo guiado por teoría, sino que los patrones identificados en los datos llevaban a constructos (Braun & Clarke, 2006, pp. 11–12). Asimismo, el análisis de los datos fue a nivel semántico. Esto es, los temas se identificaron siguiendo los significados explícitos de las palabras empleadas por los entrevistados sin reinterpretar sus posibles significados antes de hipotetizar su relación al proyecto (Braun & Clarke, 2006, p. 13). Si bien se busca relacionar las etiquetas y los patrones, no se construye una teoría, sino que se limita a indicar dichos patrones y a verificar su relacionamiento, en este caso, con los puntos de evaluación mencionados en el punto 3.1 de esta sección. En la siguiente sección se presentan los hallazgos en tablas en orden de intensidad de aparición de las etiquetas y los temas en las respuestas.

### 3. Resultados

El cuestionario inicial para los talleres en colegios consistió en las siguientes preguntas:

1. ¿Qué querés aprender en los talleres?
2. ¿Por qué querés participar de los talleres, ¿qué te motiva?
3. ¿Qué problemas ves en tu escuela, comunidad o barrio que quisieras resolver con tecnología?
4. ¿Cuándo y cómo te diste cuenta que había esos problemas en tu escuela, comunidad o barrio?

La primera pregunta busca conocer las expectativas de los estudiantes con respecto a los talleres, considerando que los mismos se anunciaron en los colegios y que los estudiantes postularon dentro de los mismos para participar. La segunda pregunta indaga en las motivaciones personales de los estudiantes, teniendo en cuenta que los talleres están orientados a desarrollar soluciones para problemas comunitarios. La tercera y cuarta preguntas buscan evaluar el nivel de relacionamiento de los participantes con sus alrededores y ver qué área social y física de sus experiencias les son más importantes. Aparte de eso, se indaga sobre la relevancia del taller respecto de sus intereses.

El cuestionario final consta de seis preguntas, de las cuales cuatro son comparativas para reflejar las iniciales (en negritas):

1. ¿Qué aprendiste durante los talleres?
2. ¿Hay algo que querías aprender pero que no se enseñó en el taller?
3. ¿Quieres aprender más sobre estas tecnologías?
4. Si quieres aprender más, ¿qué te motiva a aprender más?
5. Ahora que ya conocés un poco más de estas tecnologías: ¿Qué problemas de tu escuela, comunidad o barrio creés que se puede resolver con las tecnologías que se mostraron en el taller?
6. ¿Dónde y cuándo ves esos problemas?

Los resultados de los cuestionarios se presentan como totales de todos los colegios. Se comparan primeramente las expectativas de aprendizaje” qué querés aprender en los talleres” con el foco de aprendizaje” qué aprendiste en los talleres”. Lo que se muestra en la siguiente tabla, Tabla 2, es lo que los estudiantes mencionan inicialmente como objetivo de aprendizaje las menciones primeramente en números totales y luego en porcentajes relativos a la cantidad de menciones -no en relación a la cantidad de respuestas, pues hay más menciones que respuestas porque cada respuesta puede contener más de un objetivo de aprendizaje o mención. Por último, se presenta la diferencia entre las menciones iniciales y finales.

**Tabla 2.** Expectativas de aprendizaje totales, en orden decreciente, seguido de la diferencia con las menciones finales

TOTAL MENCIONES INICIALES DE EXPECTATIVAS DE APRENDIZAJE			
CATEGORÍA	TOTAL	%	DIFERENCIA INICIAL VS. FINAL
diseñar	32	16.49%	31.46%
alfabetización digital	32	16.49%	-13.57%
imprimir	30	15.46%	12.61%
inespecífico	26	13.40%	-0.54%
creación	22	11.34%	
novedad	14	7.22%	-6.05%
programación	8	4.12%	-1.78%
informática	4	2.06%	
desarrollo personal	3	1.55%	
técnicas de programación	3	1.55%	
robótica	3	1.55%	
fabricación	3	1.55%	
electrónica	3	1.55%	
mecatrónica	2	1.03%	

no entendió	2	1.03%	
[contaduría] (2)			
creatividad	1	0.52%	
ambiente	1	0.52%	
modificación	1	0.52%	
vr	1	0.52%	
arduino	1	0.52%	4.16%
sobre el fab lab	1	0.52%	
altruismo	1	0.52%	
total categorías:	194	100.00	
22		%	

Fuente: Elaboración propia (2023)

La Tabla 2 muestra las 22 categorías encontradas. Las primeras 6 categorías -Diseñar, Alfabetización Digital, Imprimir, Inespecífico, Creación, Novedad- sobresalen en esta tabla por representar el 80.41% del total de menciones. Las menciones a diseñar, imprimir y crear representan el 43.30% del total y son las más directamente relacionadas con los talleres, lo que podría indicar tanto un alto nivel de interés y una buena explicación del contenido de los mismos previo al inicio. Sin embargo, de las 6, las menciones a querer aprender 'a usar la computadora' - identificado analíticamente como alfabetización digital -, aprender 'muchas cosas' - identificado analíticamente como inespecífico - y 'aprender algo nuevo' - identificado analíticamente como novedad - representan el 37.11% de las respuestas. Si bien el número es bastante alto, es inferior a las menciones más relacionadas a la actividad, por lo que se mantiene la valoración de la comunicación sobre el contenido de los talleres como adecuada, especialmente considerando que es una primera incursión para todos los estudiantes.

Comparando las categorías de las respuestas iniciales y finales, pueden observarse al menos dos fenómenos: 1) sólo 7 de las 22 categorías iniciales están presentes en las respuestas finales, y 2) la mayoría muestra incrementos o decrementos deseables. Aprender a diseñar pasó de 16.49% de expectativa a un 47.95% de concreción, imprimir pasó de 15.46% a 28.07% y Arduino fue la mención de mayor incremento, subiendo de importancia 8 veces de 1 mención y 0.52% a 8 menciones y 4.68. Es decir, hubo un incremento en las menciones de los tres puntos principales de los talleres. La alfabetización digital disminuyó de 15.04% a 12.87%; una reducción pequeña pero deseable, considerando que el uso básico de computadoras no fue el foco de las actividades. La búsqueda de novedad cayó de 7.22 a 1.17%. La creación desapareció en los cuestionarios finales. La programación pasó de 4.12% de las menciones a 2.34%. Las 15 categorías iniciales restantes, desaparecen de las respuestas al cuestionario final, pero tampoco son categorías muy relevantes ya que en promedio cada una representa 1.3% y menos del 20% del total y están presentes en su mayoría en un solo colegio.

Un punto resaltante entre las respuestas al cuestionario inicial y al final es que las mismas 7

categorías representan más del 80% de las menciones. 15 de las 22 categorías iniciales desaparecen en las respuestas finales, donde aparece otro set de 14 categorías menores que en su totalidad representa un 18.49% del total de respuestas finales representando un 1,3% de menciones en promedio; estos son números prácticamente idénticos a los iniciales -ver Tabla 3, abajo. A diferencia de las categorías iniciales, las finales presentan términos más relacionados a los talleres. Esto indica que, si bien fueron puntos de aprendizaje menores, los mismos están más enfocados e indican comprensión de los objetivos de los talleres. Esto está apoyado por el incremento de las expectativas iniciales en diseño, impresión y arduino y la reducción de las respuestas inespecíficas y la búsqueda de novedad.

**Tabla 3.** Total, de menciones nuevas de foco de aprendizaje en número y porcentajes de menciones. Total, de menciones nuevas no presentes en las respuestas al cuestionario inicial: 9, en negritas.

<b>CATEGORÍA</b>	<b>TOTAL</b>	<b>%</b>
arduino	23	46.94%
uso de software 3d builder	5	10.20%
destrezas sociales	4	8.16%
escanear	4	8.16%
electrónica	3	6.12%
simulación	2	4.08%
transformación 2d a 3d	1	2.04%
prototipado	1	2.04%
fabricar	1	2.04%
imprimir en 3d	1	2.04%
armar	1	2.04%
formar	1	2.04%
software	1	2.04%
tecnología	1	2.04%
<b>Total menciones nuevas</b>	<b>49</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia (2023)

En síntesis, se logró enfocar a los estudiantes en la impresión 3D, el diseño y Arduino, reducir la dispersión de foco inicial, e incrementar las menciones de términos relacionados a los talleres. El diseño -16,49%-, la impresión 3D -15.46% y Arduino -0.52%- comprendían inicialmente el 32.47% de la expectativa de aprendizaje. En las encuestas finales estos tres representaban aproximadamente el 70%: diseño 37%, impresión 3D 22% y Arduino 14% -ver Tabla 4 Menciones Finales, abajo.

**Tabla 4.** Categorías Finales Totales sobre foco de aprendizaje (Pregunta comparativa “¿qué aprendiste en los talleres?”)

CATEGORÍA	TOTAL	%
diseñar	82	37.27%
imprimir	48	21.82%
arduino	31	14.09%
inespecífico	22	10.00%
uso de software 3d builder	5	2.27%
alfabetización digital	5	2.27%
programación	4	1.82%
destrezas sociales	4	1.82%
escanear	4	1.82%
electrónica	3	1.36%
simulación	2	0.91%
novedad	2	0.91%
transformación 2d a 3d	1	0.45%
prototipado	1	0.45%
fabricar	1	0.45%
imprimir en 3d	1	0.45%
armar	1	0.45%
formar	1	0.45%
software	1	0.45%
tecnología	1	0.45%
total menciones finales	220	100.00%

Fuente: Elaboración propia (2023)

Una de las categorías finales resalta por estar menos relacionada con el contenido del taller en sí y más relacionada con las dinámicas de clase: “destrezas sociales”. En esta, los estudiantes mencionaron aprender a trabajar en equipo y tolerar a otros. En la pregunta final sobre motivación también aparecieron indicaciones sobre la calidad de la enseñanza en los talleres, lo que, junto con esta reducida categoría, indican que también el ambiente de clase y las dinámicas tuvieron un efecto positivo, aunque limitado en el aprendizaje.

A pesar de los resultados positivos, se observan algunas inconsistencias en la comprensión de los talleres, aunque sean menores. La tercera pregunta del cuestionario final era “¿hay algo que querías aprender que no se dio en los talleres?”. La pregunta buscaba verificar el nivel de satisfacción de los participantes, pero también sus intereses y su comprensión de lo que se presentó en los talleres, así como sus expectativas. Sin embargo, también permitió identificar la solidez de las respuestas iniciales, pues algunas de las expectativas iniciales que no estaban relacionadas al contenido de los talleres volvieron a ser mencionadas ver Tabla 5, abajo.

**Tabla 5.** Comparación entre menciones de expectativas de aprendizaje en pregunta 1 de cuestionario inicial (“¿qué querés aprender?” a la derecha) con expectativas de aprendizaje post-taller de la pregunta 3 del cuestionario final (“¿qué desearías haber aprendido?” a la izquierda).

¿QUÉ DESEARÍAS HABER APRENDIDO?		VS	¿QUÉ QUERES APRENDER?	
Nr	%	MENCIONES	Nr	%
6	14.28%	ALFABETIZACIÓN DIGITAL	32	68.08%
5	11.90%	PROGRAMACIÓN	8	17.02%
9	21.43%	ROBÓTICA	3	6.38%
3	7.14%	ELECTRÓNICA	3	6.38%
3	7.14%	REALIDAD VIRTUAL	1	2.13%
4	9.52%	DISEÑAR UN SISTEMA		
2	4.76%	diseñar circuitos		
1	2.38%	programación para electrónica		
1	2.38%	más innovación		
2	4.76%	Actividades de Sugar		
1	2.38%	Abogacía		
1	2.38%	Fabricar pelotas		
1	2.38%	Aprender sobre mecánica		
1	2.38%	Aprender sobre rayos láser		
42		<b>TOTAL</b>	47	

Fuente: Elaboración propia (2023)

Se observa en la Tabla 5 que se repiten 5 categorías de la pregunta 1 del cuestionario inicial y que indican que los estudiantes recordaron y mantuvieron sus expectativas entre el inicio y el final del taller. Si bien la categoría alfabetización digital se había reducido entre el inicio y el final de los talleres como se indicó más arriba, vuelve a aparecer entre lo que los participantes indican que quisieran haber aprendido. Aproximadamente 3% de estudiantes hubieran querido aprender más sobre uso básico de computadoras y sobre programación, un 5% sobre robótica y 1% sobre electrónica. Entre los hallazgos resulta inusual el aumento del interés en la realidad virtual, que pasó de ser mencionado por 1 a ser mencionado por 3, aunque no haya sido parte de los talleres. Se hipotetiza que se deba a una conversación entre estudiantes sobre las posibilidades que ofrecen otros tipos de tecnología en estos talleres de índole tecnológica.

Sobre las demás menciones se hipotetiza que se deben a una malinterpretación del objetivo de los talleres. Por ejemplo, más innovación se refiere a la respuesta de un participante que indicó que ‘desearía hacer algo más innovador que una fábrica de semáforos’, lo que indica que, si bien lograron construir un modelo básico de semáforos, no se comprendió que ello era

un ejemplo. Lo mismo se hipotetiza en el caso de diseñar circuitos y programación para electrónica. En el caso de “rayos láser”, la información sobre las herramientas del laboratorio de fabricación digital se diseminó entre participantes, aunque no tuvieran acceso a todas las herramientas; es decir, el interés por las mismas hizo correr la voz. Asimismo, se hipotetiza que las demás menciones buscan una conexión entre un interés particular y la tecnología presentada, a excepción de abogacía y mecánica que claramente indican una preferencia por otro tipo de talleres.

La pregunta 2 del cuestionario final buscaba evaluar la satisfacción de los estudiantes con los talleres. Las respuestas se evaluaron del siguiente modo: a las respuestas que indicaban que se aprendió lo que se esperaba, se las valoró como 1. Las respuestas negativas se dividieron en dos partes: 1) las que buscaban profundizar más en un aspecto que sí era parte de los talleres fueron valoradas como positivas en un 50%, es decir un 0.5. Las respuestas que eran enteramente negativas, incluyendo las malas interpretaciones se las valoraba como 0. Se llegó así a una tasa de satisfacción total (% de estudiantes que indicaron estar conformes), satisfacción final valorada (enteramente conformes + parcialmente conformes). El porcentaje promedio de satisfacción valorado con el curso fue de 56.52%, aunque el 98.8% de los estudiantes desearían aprender más sobre estas tecnologías. Esto se explica en el siguiente párrafo y en la tabla 5.

En la tabla 5, se aprecia que los participantes que indicaron solo estar parcialmente conformes con los talleres desearían profundizar en el uso de la cortadora láser, el uso del rastreador y dos de los temas más mencionados en las expectativas iniciales y en los focos de aprendizaje: diseño e impresión 3D. En total 27 de los 175, es decir el 15.43% de participantes inconformes indicaron querer profundizar más en estas tecnologías.

**Tabla 6.** Categorías de temas en los que los estudiantes desearían profundizar más

Mención	Cantidad
cortadora láser	6
usar rastreador	4
diseñar más cosas	4
impresión 3d (máquina prusa)	3
más profundización	2
más arduino	2
más fabricación	1
más que semáforos	1
programación	1
modelado	1
sobre más tecnología	1

Fuente: Elaboración propia (2023)

La siguiente pregunta fue acerca de la motivación para participar en los talleres. Esta pregunta era parte del cuestionario inicial y del final, buscando entender las motivaciones iniciales y cómo la participación en los talleres afectó su motivación. Los factores motivacionales principales son los mismos al inicio y al final de los talleres, pero sus pesos varían. Las categorías menores cambian totalmente, a excepción de tres que se mantienen al final - ver Tabla 6. El aprendizaje, el interés personal (este tema “me interesa”, “me gusta”), y la novedad (“quiero aprender algo nuevo” /aprendí cosas nuevas) son los motivadores más importantes ver Tabla 7, abajo.

**Tabla 7.** Menciones de factores de motivación para participar en los talleres

Mención (motivador)	Total	% Inicial	% Final	Diferencia Inicio-Fin
aprendizaje	79	38.92	23.0	-15.85%
interés personal	44	21.67	16.63	-5.05%
novedad	39	19.21	12.07	-7.14%
inespecífico	13	6.40	3.16	-3.25%
tecnología	7	3.45	2.11	
impresión 3d	5	2.46		
altruismo	6	2.96		
satisfacer necesidades	2	0.99		
creación	5	2.46	1.05	-1.41%
sucesos	1	0.49		
resolver problemas	1	0.49		
posibilidades	1	0.49		
Total	203	100		

Fuente: Elaboración propia (2023)

Las tres categorías principales abarcan inicialmente casi el 80% de las menciones, pero poco más del 50% de en el cuestionario final. De las categorías menores sólo se mantienen lo inespecífico, la tecnología (“me motiva la tecnología”, “siempre me gustó la tecnología”) y el poder crear (cosas u objetos).

En la Tabla 7, se presentan las menciones nuevas. En esta tabla puede observarse una categoría de motivación que se repite entre las iniciales y las finales: la tecnología. La tecnología es la categoría de más peso entre las categorías nuevas del cuestionario final, por

detrás del aprendizaje, el interés personal, y la novedad que aparecen nuevamente como las categorías más importantes del cuestionario final. Entre las 16 categorías nuevas, son 7 las que llenan el 80% de las menciones. Resalta que se repiten menciones como imprimir, y diseñar, indicando que lo aprendido en los talleres desplazó a las motivaciones iniciales menores.

**Tabla 8.** Nuevas categorías de factores de motivación para participar en futuros talleres

Mención	#	%
tecnología	13	20.97
diseñar	9	14.52
imprimir	7	11.29
calidad de instrucción	6	9.68
preparación laboral	5	8.06
crear	5	8.06
nada	4	6.45
inespecífico	4	6.45
programación	2	3.23
crear	2	3.23
arduino	1	1.61
altruismo	1	1.61
mejora en infraestructura	1	1.61
solución de problemas	1	1.61
enseñar	1	1.61
<b>Total</b>	<b>62</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia (2023)

En esta categorización de las respuestas surge un indicador de la calidad de la instrucción. Si bien es una categoría con pocas menciones, la “calidad de instrucción” fue mencionada como motivador por 6 estudiantes. Esto resalta por el enfoque claramente en el desarrollo de soluciones y en tecnología tanto de los talleres como de la mayoría de las preguntas del cuestionario. De modo similar resalta la preparación laboral como motivador, que no fue mencionado inicialmente pero que apareció al final, mencionado por 5 estudiantes. La pregunta acerca de qué problemas ven en sus colegios, comunidades o barrios que quisieran solucionar tuvo como respuesta 13 categorías iniciales, 8 compartidas y 10 categorías finales nuevas, es decir 13 iniciales y 18 finales. Las cinco categorías con más menciones representan más del 80% de las respuestas iniciales - ver Tabla 11 del centro hacia la izquierda. De estas cinco iniciales, algunas subieron y otras bajaron de importancia en el cuestionario final.

**Tabla 9.** Comparación de problemas a solucionar entre cuestionario inicial y final; centro a izquierda cuestionario inicial, centro a derecha cuestionario final, diferencia entre ambos en la última columna de la derecha.

	INICIO		FIN		Dif.
	TOTAL #	TOTAL %	TOTAL #	TOTAL %	
ambiente	37	20.00	25	20.16	0.16
educación	36	19.46	18	14.52	-4.94
infraestructura	33	17.84	2	1.61	-16.22
seguridad	26	14.05	23	18.55	4.49
infra. TIC	24	12.97	2	1.61	-11.36
ningún problema	14	7.57	3	2.42	-5.15
implementos	5	2.70			
inespecífico	5	2.70	11	8.87	6.17
empleo	1	0.54			
salud	1	0.54	6	4.84	4.30
no entendió la pregunta	1	0.54			
no sabe	1	0.54			
nada	1	0.54			
<b>Total</b>	<b>185</b>	<b>100</b>	<b>124</b>		

Fuente: Elaboración propia (2023)

Entre los problemas que los estudiantes más desean solucionar se encuentran aquellos relacionados al ambiente, la educación, la infraestructura edilicia de sus escuelas, la seguridad y la infraestructura TIC. El tema ambiental más mencionado es la basura, y en menor medida la contaminación del agua, aunque aun cuando se mencionan cuerpo de agua también hacen alusión a la contaminación por desechos sólidos. Entre los problemas educativos más mencionados se encuentra el analfabetismo tecnológico que explica por qué la alfabetización digital se encontró prominentemente entre las expectativas de aprendizaje, la aplicación de tecnología en el proceso educativo para hacerlo más dinámico e interesante, y el uso inadecuado de teléfonos celulares durante las clases. En cuanto a infraestructura, los temas más mencionados son problemas en el suministro de electricidad, instalaciones básicas de clase como porta tizas y cortineros, la iluminación y la necesidad de salas de estudio y de informática. En cuanto a seguridad el tema más mencionado fue el de los robos en las instituciones y el interés en instalar cámaras de seguridad para evitarlos. El quinto punto más mencionado fue la Infraestructura TIC, el que incluyó acceso intermitente a Internet debido a conexiones Wi-Fi inestables.

Varios de los temas iniciales vuelven a mencionarse en las encuestas finales. Los problemas ambientales se mantienen en un 20%. La educación decrece 5%, mientras que la seguridad crece 5%. Las menciones a la infraestructura TIC pierden relevancia casi totalmente pasando de casi 13% a menos del 2%. Uno de los aspectos más llamativos de la comparación inicial/final es que las respuestas categorizadas como inespecífico se duplican, pasando de menos de 3% a más del 6%. Asimismo, entre las categorías nuevas también se observa que inespecífico es la cuarta respuesta más frecuente en el cuestionario final con un total de 14% de las menciones - ver Tablas 9 y 10. Se hipotetiza que esto puede deberse a que la tecnología presentada no puede inmediatamente resolver los problemas más identificados y/o que requeriría más tiempo de ideación para desarrollar ideas de uso de las mismas. Sobre esto se propondrán ideas más adelante en la discusión, incluyendo dedicar una importante parte de los talleres al reconocimiento de problemas y a un proceso de ideación y desagregación de situaciones. Otra categoría resaltante es la de salud, que pasa del 0.5% de las respuestas al 6%, es decir crece 12 veces. Esto puede deberse a que se discutieron temas como desarrollo de prótesis en los talleres. Esto indicaría un enfoque del interés en los presentados en las clases.

**Tabla 10.** Nuevas categorías de problemas a solucionar

Mención	TOTAL	%
inespecífico	14	11.29
vialidad	6	4.84
mejora de proyecto existente	2	1.61
desarrollar creatividad	2	1.61
enseñar uso de pc a otros	2	1.61
fabricación de objetos	2	1.61
no responde a la pregunta	2	1.61
salud	2	1.61
implementos para discapacidad	1	0.81
instalación de capacidad	1	0.
<b>Total nuevas menciones</b>	<b>34</b>	

Fuente: Elaboración propia (2023)

Lo resaltante de las categorías nuevas en las respuestas al cuestionario final es que el número de categorías es mayor - aún si cada una tiene pocas menciones - y que en su mayoría están relacionadas a lo enseñado en los talleres. Esto sigue la línea de hipotetización mencionada arriba y apoyaría la indicación que los talleres deberían incluir momentos de discusión de posibilidades y desagregación de problemas. Sin embargo, vale resaltar que varios de los problemas que buscan solucionar con medios tecnológicos son en realidad de índole social-estructural.

La última pregunta, sobre cuándo y dónde ven los problemas que quieren solucionar, se dan 13 categorías iniciales - ver Tabla 11. De estas, 8 vuelven a aparecer en las respuestas finales. Las respuestas finales introdujeron 11 nuevas categorías para un total de 19. Al igual que en las demás preguntas, son unas pocas categorías las que abarcan casi todas las respuestas; en este caso son 4: colegio, observación, barrio, inespecífico. Estas cuatro categorías principales representan el 80% de las respuestas iniciales, pero sólo el 55% de las finales. En estas categorías resaltan varios puntos. Lo primero a notar es que la mayoría de las falencias se dan en el colegio y en el barrio. Al igual que en las demás preguntas, lo inespecífico está entre las respuestas más comunes.

**Tabla 11.** Categorías de “dónde y cuándo” los estudiantes perciben los problemas a solucionar; centro a izquierda cuestionario inicial, centro a derecha cuestionario final, diferencia entre ambos en la última columna de la derecha.

Mención	INICIO		FIN	
	Total	%	Total	%
colegio	67	33.50	50	33.11
observación	51	25.50	7	4.64
barrio	26	13.00	23	15.23
inespecífico	16	8.00	4	2.65
no hay problemas	9	4.50		
conversación	8	4.00	2	1.32
no responde	8	4.00	1	0.66
ciudad	3	1.50	2	1.32
otros países	3	1.50		
comunidad	3	1.50	3	1.99
no sé	2	1.00		
hospitales	2	1.00		
espacios público inesp.	2	1.00		
<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>100.</b>	<b>151</b>	<b>60.92</b>

Fuente: Elaboración propia (2023)

Sin embargo, lo más resaltante de esta sección es que la segunda categoría con más menciones es la observación. Si bien varias de las respuestas categorizadas analíticamente como observación también fueron categorizadas como colegio, es llamativo que los estudiantes hagan alusión a un proceso de observación de su entorno cuando la pregunta podría haber sido respondida simplemente indicando lugares y momentos específicos. Dada la baja calidad de las respuestas en general, es llamativo que una mirada analítica indique una inclinación de los estudiantes hacia la observación del entorno. Esto apoya la sugerencia que

se debería introducir momentos de desarrollo de capacidades de observación y desagregación de problemas.

**Tabla 12.** Categorías nuevas de “dónde y cuándo ves los problemas que querés solucionar”

Mención	Total	%
comunidad	10	6.62
vía pública	10	6.62
largo tiempo	9	5.96
no responde a la pregunta	9	5.96
recurrentemente	7	4.64
no hay problemas	7	4.64
inespecífico	3	1.99
país	1	0.66
hospitales	1	0.66
casa	1	0.66
medios de comunicación	1	0.66

Fuente: Elaboración propia (2023)

Las categorías nuevas en esta pregunta, si bien menores al igual que en las demás preguntas, son menos específicas que en preguntas anteriores. Las dos categorías con más menciones indican los lugares más problemáticos para los estudiantes, que son la comunidad y la vía pública en general (Tabla 12). Un 6% de las respuestas se enfocaron en problemas que identifican hace mucho, aunque las indicaciones hayan sido en algunos casos más bien vagas: ‘hace varios años’, ‘desde que empecé la primaria’ o ‘hace mucho’. Una de las respuestas más interesantes fue la que indicó una comparación internacional donde se mencionó un viaje a un país limítrofe y explicaron las diferencias observadas. El que la categoría no responde, no hay problemas e inespecífico representen el 13% de las respuestas apoyaría la sugerencia que se debería dedicar más tiempo a la identificación de problemas y a resaltar la relevancia educativa de pensar y trabajar en ellos.

#### 4. Discusión y conclusión

En respuesta a la pregunta inicial “qué querés aprender en los talleres” resaltó una respuesta bastante común, si bien no las más mencionadas: la búsqueda de novedad (“aprender algo nuevo”). En principio podría tomarse como una respuesta fácil, pero un repaso más profundo de la literatura dio paso a la siguiente hipótesis: la búsqueda de novedad puede deberse al problema de la falta de motivación para los estudios identificada por el Banco Mundial en 2018. En su reporte sobre inversión en capital humano y educación en Paraguay, se indicaba que:

En el año 2006, uno de cada 10 jóvenes de 15 a 17 años que abandonaban los estudios lo hacían porque no estaban lo suficientemente motivados para seguir estudiando – 11% entre los jóvenes de las áreas urbanas y 13% entre los jóvenes de las áreas rurales [...]. Aún más preocupante, el porcentaje de jóvenes de 15 a 17 años que está desmotivado para seguir estudiando creció sustancialmente en la última década. Para el año 2016, tres de cada 10 jóvenes de 15 a 17 años que abandonaban los estudios lo hacían porque no estaban lo suficientemente motivados para seguir estudiando – 34% entre los jóvenes de las áreas urbanas y 23% entre los jóvenes de las áreas rurales. Por lo tanto, la falta de preparación de los estudiantes durante la EEB y la aparente poca relevancia del currículo y la instrucción en la EM son problemas complejos que parecen estar contribuyendo en forma importante al abandono escolar de los jóvenes. (Yanez-Pagans, Bedoya, y Zarza, 2018, p. 14).

Aquí debemos tener en cuenta dos datos adicionales aparentemente dispares: la tasa ponderada de satisfacción que fue 56%, y el interés en continuar con los talleres que fue prácticamente 100%. Podríamos concluir preliminarmente que la metodología y el tema son atractivos y por ello resulta interesante para los estudiantes continuar con estos talleres y aprender más, pero que el contenido debería orientarse más a sus expectativas. Es decir, debería llevarse a cabo exploraciones previas al inicio de los talleres para prepararlos con temas más afines a los intereses de los estudiantes. Aun así, puede decirse que los talleres son altamente relevantes para la población urbano-rural a la que sirven.

El segundo y último aspecto altamente relevante a mencionar empieza a vislumbrarse con la calidad de las respuestas a los cuestionarios. Al inicio de esta evaluación se presentó la revisión de literatura en la que se indica que el país en general tuvo un mal rendimiento en las pruebas internacionales PISA-D. La calidad de las respuestas obtenidas en los cuestionarios y en los formularios de postulación permitió confirmar el bajo rendimiento. Sin embargo, esa sería una evaluación sesgada de las capacidades de los estudiantes. Los documentos generados en los talleres, en los que los estudiantes describen el proceso de desarrollo de un objeto en formato digital y su impresión, indican que los estudiantes comprenden todo el proceso, incluyendo conceptos técnicos y tecnológicos, y son capaces de llevarlo a cabo y de documentarlo. Es decir, los resultados en pruebas estandarizadas pueden mostrar una parte de la realidad, mientras que el trabajo concreto indica que estos talleres podrían ser una vía para despertar el interés de los estudiantes por el aprendizaje y desarrollar capacidades que no se desarrollan con otros métodos.

Un punto resaltante, como se mencionó antes, es la noción general entre estudiantes de que la tecnología puede solucionar problemas sociales. Los ejemplos más claros son las menciones de basura, inseguridad y desempleo como ‘problemas que quisieran resolver con tecnología’. Estos son problemas de educación cívica, ambiental y de la situación económica, a los que difícilmente pueda darse una solución - de raíz - de índole tecnológica. Puede argumentarse

que un desarrollo tecnológico logrado por la misma comunidad daría pie a un desarrollo económico y a una mejora de la calidad de vida. Sin embargo, ese pensamiento es una cadena causal que requiere que se entienda la interconexión entre varios aspectos de las problemáticas. Por ello consideramos necesario contar con una sección dedicada a la observación, identificación y discusión de los diferentes aspectos de los problemas que los estudiantes eligen como objetivo de solución. Esto podría ayudar a que los estudiantes se adentren en el proceso de desagregar las ideas propuestas y luego apliquen la misma lógica a cada instancia de su educación y su vida. Esto podría tal vez afectar positivamente a los niveles de satisfacción con los talleres, al bajar a tierra las expectativas de problemas a resolver.

Es más, los estudiantes indicaron qué más desearían aprender en un futuro, lo cual podría ser tomado en cuenta junto con las recomendaciones de desarrollar las capacidades de desagregación para apuntalar su permanencia en el sistema educativo. El desarrollo de ideas propias también podría ayudar a demostrar la utilidad económica de permanecer en el sistema educativo, el cual continúa siendo un motivo común de deserción escolar en Paraguay (Ministerio de Educación y Cultura, 2010, p. 94; Yanez-Pagans et al., 2018, p. 13).

## 5. Declaración de financiamiento

La presente investigación se llevó a cabo con financiación de la Embajada de Suiza en Paraguay

## 6. Declaración de conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses

## 7. Declaración de autores

Los autores aprueban la versión final del artículo

## 8. Declaración de autores

Los autores aprueban la versión final del artículo

## 9. Contribución de los autores

### Autor

### Contribución

Sascha Rosenberger

Participación importante en la revisión de literatura, desarrollo de instrumentos de recolección de datos, análisis de datos y redacción del manuscrito.

Fernanda Carlés

Participación importante como desarrolladora e instructora de los talleres de fabricación, administración



de instrumentos a participantes, corrección de redacción del manuscrito.

Richar Núñez

Participación importante como desarrollador e instructor de los talleres de fabricación, administración de instrumentos a participantes, corrección de redacción del manuscrito.

Patricia Escauriza

Participación importante en el desarrollo y gestión de proyecto, corrección de redacción del manuscrito.

## 10. Referencias

- Alleriano Hernández, A. y Kreimer, P. (2011). *Estudio social de la ciencia y la tecnología desde América Latina*. Siglo del Hombre Editores S.A.
- Bustillo-Bayón, J., y Zamora-Sanabria, A. C. (2018). Análisis del impacto de los talleres formativos desarrollados por el FabLab de la Universidad Estatal a Distancia (Uned) de Costa Rica. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa - RELATEC*, 17(2), 117-128. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.17.2.117>
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using Thematic Analysis in Psychology. *Qualitative Research in Psychology* 3(2), 77–101.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (2014). *Libro Blanco de los Lineamientos para una Política de Ciencia, Tecnología e Innovación del Paraguay*. <https://www.conacyt.gov.py/libro-blanco>
- Daza-Caicedo, S., Arboleda, T., Lozano-Borda, M., Parra, M., y Pallone de Figueredo, S. (2016). *Políticas de popularización y apropiación de la ciencia y la tecnología en América Latina entre déficit y democracia*. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales.
- Fraunhofer I.P.T. (2019). *Industry 4.0: Networked, Adaptive Production*. <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/gt/20160727024127/MiradalberoamericanaPoliticaticasCTI.pdf>
- Gómez Domínguez, E., Echeverry Mejía, J. A. y Grajales Castaño, M. (2013). *Apropiación social del conocimiento: el papel de la comunicación*. Universidad de Antioquia.
- Kane, C.; Bender, W.; Cornish, J. & Donahue, N. (2012). *Learning to Change the World: The Social Impact of One Laptop per Child*. Palgrave Macmillan.
- Lugo, M. T., López, N. y Toranzos, L. (2014). *Políticas TIC en los sistemas educativos de América Latina*. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization
- Maynard, A. D. (2015). Navigating the Fourth Industrial Revolution. *Nature Nanotechnology* 10(12). <https://doi.org/10.1038/nnano.2015.286>
- Ministerio de Educación y Ciencias. (2018). *Reporte Nacional PISA-D Paraguay*. <https://mec.gov.py/cms/?ref=296910-pisa-para-el-desarrollo>
- Ministerio de Educación y Cultura. (2011). *Plan Nacional de Educación 2024: hacia el*

*Centenario de la Escuela Nueva de Ramón Indalecio Cardozo.*

Ministerio de Educación y Ciencia. (2010). *La deserción escolar en Paraguay - Características que asume la educación media.*

[http://biblioteca.clacso.edu.ar/Paraguay/id/20170405050859/pdf\\_782.pdf](http://biblioteca.clacso.edu.ar/Paraguay/id/20170405050859/pdf_782.pdf)

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. (2018). Declaración de Panamá 2018. X Foro Ministerial para el desarrollo de América Latina y el Caribe.

<https://dds.cepal.org/compromisos/busca.php?reunion=46&voi=13&cons=1&Buscar=Buscar>

Pritchett, L. (2019). *There Is a Learning Crisis at the Top, Too: New Results from PISA-D RISE Programme.* [https://www.riseprogramme.org/blog/learning\\_crisis\\_at\\_top](https://www.riseprogramme.org/blog/learning_crisis_at_top)

Rosenberger, S. (2019). Tecnologías de la Información y la Comunicación, Educación y apropiación en América Latina. *Revista CTS*, 14(40), 11–39.

Sábato, J. (2011). *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia.* Ediciones Biblioteca Nacional.

Sábato, J. A. (1975). *El Pensamiento Latinoamericano en la Problemática Ciencia-Tecnología-Desarrollo-Dependencia.* Editorial Paidós.

Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution: What It Means and How to Respond.* World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>

Secretaría General Iberoamericana. (2013). Declaración de Panamá. XXIII Cumbre Iberoamericana de Jefes de Estado y de Gobierno. <https://www.segib.org/wp-content/uploads/DECLARACI%C3%93N%20DE%20PANAM%C3%81-XXIII-E.pdf>

Secretaría Técnica de Planificación. (2014). *Plan Nacional de Desarrollo Paraguay 2030: País de oportunidades.* <http://www.stp.gov.py/pnd/wp-content/uploads/2014/12/pnd2030.pdf>

Tabarés Gutiérrez, R. (2019). La Fabricación Abierta: ¿un Camino Alternativo a la Industria 4?0.? *Revista CTS*, 14(263–280), 11–39.

The World Bank. (2019). *The Education Crisis: being in School is not the Same as Learning.* <https://www.worldbank.org/en/news/immersive-story/2019/01/22/pass-or-fail-how-can-the-world-do-its-homework>

United Nations. (2019). *United Nations Department of Economic and Social Affairs (UN DESA).* <https://www.greenpolicyplatform.org/organization/united-nations-department-economic-and-social-affairs-un-desa#:~:text=The%20United%20Nations%20Department%20of,analysis%2C%20and%20capacity%2Dbuilding>

Urquhart, C. (2013). *Grounded Theory for Qualitative Research: a practical guide.* Sage.

Vernengo, M. (2006). Technology, finance, and dependency: Latin American Radical Political Economy in Retrospect. *Review of Radical Political Economics*, 38(4), 551–68.

<https://doi.org/10.1177/0486613406293220>

Vidal Martínez, C. y Mari, M. (2002). *La Escuela Latinoamericana de Pensamiento en Ciencia, Tecnología y Desarrollo*. Revista CTS+I 4.

Yáñez-Pagans, M., Bedoya Ospina, J. G. y Zarza, D. (2018). *Paraguay Invertir en Capital Humano: una Revisión del Gasto Público y la Gestión en los Sectores Sociales*. vol. 2. World Bank Group.

<http://documents.worldbank.org/curated/en/145651542655422647/Educación>